



Emissões Líquidas de Gases de Efeito Estufa em Unidade Familiar sob Sistema de Cultivo Orgânico, no Município de Seropédica-RJ.

Adir Giannini da Costa⁽¹⁾
MSc. Elisamara Caldeira do Nascimento⁽²⁾
Dr. Adriano Portz⁽³⁾
Dr. Everaldo Zonta⁽⁴⁾

⁽¹⁾Mestranda em Tecnologia Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ. adgiannini@gmail.com

⁽²⁾Doutoranda no Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

⁽³⁾Pesquisador do Departamento de Engenharia Agronegócios, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ.

⁽⁴⁾Pesquisador do Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

RESUMO: O setor agrícola é estratégico para a redução das emissões dos gases de efeito estufa (GEE), causadoras do aquecimento global. Os vigentes mercados de carbono não abrangem todos os segmentos da agricultura, contribuindo na concentração do capital neste setor, excluindo os pequenos produtores rurais. Inventariar estas emissões possibilita dar visibilidade à efetiva contribuição destes produtores às mudanças climáticas, em especial o sistema de cultivo orgânico, capaz de melhorar a qualidade da matéria orgânica e aumentar o Estoque de Carbono no solo. Este artigo objetiva inventariar as emissões de GEE em pequena propriedade rural, que produz alimentos orgânicos, localizada no município de Seropédica, RJ. Para a análise laboratorial do estoque de Carbono e Nitrogênio, utilizou-se a metodologia de Dumas. Para a estimativa das emissões líquidas seguiu-se a metodologia descrita na Ferramenta de Cálculo do *Green House Gas Agriculture Protocol* do II Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - IPCC *Guidelines* 2006. Considerado um período de 20 anos, as emissões totalizaram 52,8 t CO₂e.ha⁻¹. O sequestro de Carbono do solo, proveniente das Mudanças de Sistemas de Manejo, alcançou um estoque 3390 t CO₂e.ha⁻¹. Em decorrência, este sistema de cultivo orgânico produz um potencial de redução dos GEE de 3337,2 t CO₂e.ha⁻¹. Este significativo resultado mostra a capacidade de mitigação dos GEE desse sistema ao acumular Carbono no solo. Em decorrência, tal fato fornece a esses produtores credenciais à entrada no mercado de carbono e, portanto, ser remunerado em seus serviços ambientais, como já ocorre em outros países.

Termos de indexação: conservação do solo, mercado de carbono, mitigação dos GEE

INTRODUÇÃO

No Brasil, o setor de alimentos orgânicos alcançou R\$ 2 bilhões (2014), ocupando trigésimo

quarto lugar no *ranking* dos países exportadores destes produtos, crescimento médio de 20% a.a. (Liu, 2015). O inventário de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), causadores do aquecimento global, é uma estimativa do total dessas emissões provenientes de uma unidade produtiva, indicando a capacidade dessa atividade de emitir ou reter os referidos gases. A elaboração do inventário é o primeiro passo para que um produtor possa avaliar sua contribuição em relação às mudanças climáticas. Com o intuito de minimizar estas mudanças, o Protocolo de Quioto estabeleceu metas para os países desenvolvidos. Um dos mecanismos de flexibilização de compensação das emissões entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), dando origem aos certificados, transacionados em mercado, nomeados "Reduções Certificadas de Emissões" (Andrade & Costa, 2008). Surge, então, o mercado regulado de carbono. Segundo Giannini (2011), este mercado se mantém fortemente concentrado, devido a seus elevados custos de transação (US\$150 mil). Assim, o médio capital, inicialmente excluído deste mercado, criou novo espaço a sua realização (mercado voluntário de carbono). Deste, o pequeno capital também não participa. Então, como um pequeno produtor rural, que mantém práticas agrícolas conservativas ambientais na produção de alimentos orgânicos, pode ver seus esforços serem remunerados? Qual a sua contribuição em relação à redução das emissões dos GEE? Para responder a estas perguntas, o presente artigo objetiva inventariar as emissões de GEE em propriedade rural, que produz exclusivamente alimentos orgânicos, localizada no município de Seropédica, RJ.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

A área de estudo é uma propriedade rural particular de 10 ha, estabelecido seu ponto de amarração (22° 49' 19,79" S e 43° 44' 16,43" W), e



é parte integrante da sub-bacia hidrográfica do Rio Guandu, município de Seropédica-RJ. A propriedade foi georreferenciada e delimitada, através de imagem de satélite (*Google Earth Pro*), auxiliada por sistema de navegação *Global Positioning System-GPS* (Figura 1).



Figura 1 – Área da propriedade rural analisada.

Segundo a classificação de Köppen, o clima dessa região é do tipo Aw ou Tropical do Brasil Central. Os dados dos últimos vinte anos da estação meteorológica do INMET-RJ, localizada nas imediações da área estudada, mostram que a temperatura média anual local é de 23,8 °C e a precipitação de 1.483,2 mm com o período de seca nos meses de Junho, Julho e Agosto, e excedentes hídricos em Dezembro, Janeiro e Fevereiro (INMET, 2015). O tipo de solo da área é predominantemente Argissolo Vermelho-amarelo, de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

A pesquisa abrange uma área sob o sistema de cultivo orgânico (2,0 ha), além da mata nativa (0,5 ha) e da pastagem (7,5 ha). Usa-se como prática de conservação do solo a cobertura morta e cultivo mínimo. A Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro (ABIO), núcleo de Seropédica, certificou esta propriedade como produtora de alimentos orgânicos, através do Sistema Participativo de Garantia (SPG). O tempo de conversão da propriedade é de 14 anos, sendo comercializadas olerícolas e frutíferas, no mercado local e na cidade do Rio de Janeiro.

Tratamentos e amostragens

Para a determinação dos teores totais de nutrientes, as amostras foram feitas nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm. O teor de Nitrogênio foi determinado por combustão de acordo com a metodologia de Dumas (Keeney e Bremner, 1967), utilizando-se o aparelho *Rapid N Cube*. Para o Carbono total do solo foram pesados 0,25 g de solo moído com auxílio de graal e pistilo e levados para análise elementar por oxidação, em via seca, no aparelho de leitura simultânea de CHN, também pela metodologia de Dumas.

Ferramenta de Cálculo

A metodologia utilizada na Ferramenta de Cálculo do *Green House Gas Agriculture Protocol* do II Inventário Brasileiro Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - IPCC *Guidelines* 2006. Priorizou-se a utilização de fatores de emissão adequados à realidade brasileira, sendo usados os fatores de emissão *Tier 2* e, nos casos em que estas métricas não estão disponíveis, considerou-se o *default Tier 1* constante no referido *Guidelines* (WRI, 2014).

Considerou-se o ano de 2014 como base de referência para uma projeção num horizonte de 20 anos. As emissões dos GEE são apresentadas na unidade Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂ e), sendo utilizada a métrica *Global Warming Potential* (GWP), proposta pelo IPCC (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fatores de emissão de GEE, encontrados na propriedade: Adubação Orgânica, Aplicação de Fertilizante Nitrogenado, Consumo de Energia Elétrica, Dejetos de Animais em Pastagens, Fermentação Entérica, Fontes Secundárias, Mudança do Carbono do Solo, Resíduos das Colheitas, Mudança de Uso do Solo e Sistema de Manejo. As estimativas das emissões de GEE, comentadas a seguir, estão discriminadas na Tabela 1.

Tabela 1- Emissões de Gases (em 2014 e em 20 anos).

Fatores ¹	kg	kg.ano ⁻¹	%	tCO ₂ e	%
Ferment. Entérica	CH ₄	724,4	39,5	362,2	68,6
Manejo de Dejetos ²		121,2	6,7	60,6	11,5
Mudança do Carbono	CO ₂	3226,7	48,5	64,5	12,1
Energia Elétrica		81,3	4,5	1,6	0,3
Uso de Solo e Sistemas de Manejo		52,4	0,8	1,1	0,2
Resíduos Colheitas		3,1	0,2	18,5	3,5
Fertiliz. Orgânicos	N ₂ O	2,7	1,5	16,1	3,1
Manejo de Dejetos ³		0,5	0,0	3,2	0,6
Fontes Secundárias		0,0	0,0	0,0	0,0
Dejetos de Animais		0,0	0,0	0,0	0,0
Fertiliz. Nitrogenados		0,0	0,0	0,0	0,0
Total		4212,4	100	527,9	100

¹ Fonte: IPCC, 2006; ² Em Pastagem; ³ Exceto em Pastagem

Nesta pesquisa foi estimado, para o ano de 2014, um total de 4,2 t de GEE, considerados os



três principais deles: CO₂ (53,8%), CH₄ (46,2%) e N₂O (3,7%). Apesar de as quantidades de CH₄ e de N₂O emitidas para a atmosfera serem bem menores, seu potencial de aquecimento é de 25 e 298 vezes, respectivamente, maiores do que o de CO₂ (Cerri *et al.*, 2007). A conversão dos GEE em CO₂e faz com que a importância relativa deles, naquele ano ante as mudanças climáticas, transforme-se em média anual de 26,4 t CO₂e, correspondente a 527,9 t CO₂e para um período de 20 anos. Compartilha deste total: CH₄ (80,1%), CO₂ (12,6%) e N₂O (7,3%).

Com relação aos fatores causadores das emissões dos GEE, verifica-se que a Fermentação Entérica dos animais herbívoros é a maior fonte de emissão de CH₄ (68,6%), seguida pelos Sistemas de Manejo de Dejetos de animais (11,5%).

A segunda categoria de maior importância neste estudo (CO₂) refere-se à Mudança de Carbono no Solo, responsável por 12,1% do total das emissões. Diferentemente destes resultados obtidos, o Inventário do Estado do Rio de Janeiro mostra elevado percentual (61%) para esta fonte, significando ser a conversão de florestas para outros usos a responsável pela maior parcela da emissão total de CO₂ no Estado (UFRJ, 2010).

A emissão de N₂O decorre principalmente do uso de Resíduos de Colheitas como cobertura morta (3,5%) e da Aplicação de Fertilizantes Nitrogenados (3,1%).

Utilizou-se o Tier 2 para a quantificação do total de Carbono sequestrado, referente aos resultados laboratoriais de Carbono e Nitrogênio do solo. O total estimado foi de 1695,0 t CO₂e.ano⁻¹, correspondente a 33900,4 t CO₂e, para o período considerado de 20 anos. Cotejadas as emissões e o sequestro de Carbono, o resultado total líquido foi de 33372,4 t CO₂e, correspondente a 169,5 t CO₂e. ha⁻¹. ano⁻¹. (Tabela 2).

Considerando-se que, atualmente, a área cultivada com alimentos orgânicos é de 4,9 MM ha, tal fato determina um potencial de mitigação dos GEE da ordem de 830,5 MM t CO₂e . ha⁻¹.ano⁻¹. Diversos trabalhos publicados mostram emissões líquidas advindas de reflorestamento na Mata Atlântica de 3,09 t a 12,38 t C.ha⁻¹.ano⁻¹, correspondentes a 11,3 t até 45,4 t CO₂.ha⁻¹.ano⁻¹ (Carvalho ET al., 2010). Este contraste reflete práticas ambientais conservativas realizadas na propriedade analisada.

O Guia de Boas Práticas na Elaboração de Inventários (IPCC, 2006) reconhece o elevado grau de incerteza das estimativas, principalmente se não estão disponíveis as informações pertinentes à adoção dos Tiers 2 e 3. Ainda assim, este artigo pode contribuir para a elaboração de futuros estudos, cujas estatísticas possam

apresentar maior nível de precisão para quantificar as emissões e o potencial de mitigação dos GEE.

Tabela 2 - Resumo das Emissões dos GEE (t CO₂e) - 20 anos.

Escopo	Categoria	Emissões (t C equivalente)			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
Emissões					
	Mecânicas				
1	Não Mecânicas	1,05	422,8	19,4	443,3
	Mudança Uso Solo	64,5			64,5
2	Compra de Energia	1,6			1,6
3	Upstream and Downstream				
Subtotal		67,2	422,8	19,4	509,4
Carbono Biogênico	Resíduo Colheita			18,5	18,5
	Uso de Biocombust.				
Total (1)		67,2	422,8	37,9	527,9
Sequestro Carbono	Uso do Solo				
	Sistema Manejo				33900,4
Total (2)					33900,4
Emissões Líquidas (1) – (2)					- 33372,5

CONCLUSÕES

Dentre as múltiplas funções do solo pode-se afirmar sua contribuição na redução das emissões dos GEE, através do sequestro de Carbono no solo, em especial sob o Sistema Orgânico de Cultivo. Este sistema representa uma alternativa de cultivo que reduz as emissões dos GEE emitidos para a atmosfera, contribuindo em relação às mudanças climáticas. Este setor mostra significativo potencial de mitigação dos GEE, tendo credenciais à entrada no mercado de carbono e, portanto, ser remunerado em seus serviços ambientais, como já ocorre em outros países.

Ainda que o reflorestamento represente um potencial menor de mitigação dos GEE *vis-à-vis* ao estimado neste sistema orgânico de cultivo, aquela atividade deveria ser incentivado preferencialmente em áreas degradadas.

Considerando as camadas de profundidades analisadas, o estoque de Carbono no solo sob o Sistema Orgânico de Cultivo é mais pronunciado na camada de 10-20 cm do que na mais superficial delas, evidenciando um continuado processo de aeração, ocasionado pelos sucessivos plantios na mesma área. O estoque de Carbono nesta camada demonstra que o elevado aporte de resíduos culturais reduz a mineralização da



matéria orgânica, favorecendo o acúmulo de Carbono no solo.

As emissões líquidas dos GEE, representadas pela diferença entre o acúmulo de Carbono e a emissão destes gases, mostrou que o sistema de cultivo de alimentos orgânicos produz um saldo positivo, significando um sequestro de CO₂e de 169,5 t ha⁻¹. ano⁻¹.

O aumento da concentração de GEE na atmosfera influencia a produção agrícola mundial, em especial no Brasil, onde a existência de fronteiras ainda a explorar (diferentemente da maioria dos países desenvolvidos) gera a falsa concepção de que os recursos ambientais são inesgotáveis. As principais fontes de GEE para a atmosfera são a fermentação entérica dos animais herbívoros ruminantes e as mudanças no uso da terra. Vale lembrar que a agricultura e a pecuária brasileiras representam cerca de 30% do Produto Interno Bruto (PIB), sendo atividades econômicas fortemente dependentes das variáveis climáticas. Em decorrência, os resultados financeiros (lucro) e sociais (emprego) destes setores são diretamente influenciadas pelo aquecimento global, decorrentes das mudanças climáticas.

No entanto, o uso consciente da terra e o manejo adequado do solo são capazes de acumular e/ou aumentar os estoques de Carbono no solo, na vegetação, reduzindo as emissões dos GEE para a atmosfera e, em consequência, reduzir a taxa do aquecimento global.

Ao se falar em manejo adequado do solo significa dizer o uso de práticas agronômicas que requerem o mínimo revolvimento do solo, associadas aos sistemas de rotação/sucessão de cultivos e de cobertura morta, e que tem a capacidade de acumular nutrientes no solo, reduzindo assim as emissões dos GEE, principais responsáveis pela aceleração das mudanças climáticas na Terra.

Políticas públicas regulamentando as Boas Práticas de Manejo também deveriam ser postas em ação, com o Pagamento de Serviços Ambientais, para que o pequeno produtor rural visse seus esforços conservativos ambientais reconhecidos e remunerados como moeda de

troca de seu comportamento em prol da sobrevivência de nossa e das futuras gerações.

REFERÊNCIAS

a. Periódicos:

ANDRADE, J. & COSTA, P. Mudança Climática, Protocolo de Kyoto e Mercado de Créditos de Carbono: Desafios à Governança Ambiental Global. Revista Organização e Sociedade. 15: 29-45, 2008.

CARVALHO, J.; AVANZI, J.; SILVA, M.; MELLO, C. et al. Potencial Sequestro de Carbono em Diferentes Biomas do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34: 277-289, 2010.

CERRI, C.C. & CERRI, C.E.P. Agricultura e Aquecimento Global. B.Inf. SBCS, 23:40 - 44, 2007.

KEENEY D.R., BREMNER J.M. *Use of the Coleman model: A analyser for total nitrogen analysis of soils. Soil Science*. 104: 358-363, 1967.

b. Livro:

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

c. Capítulo de Livro:

IPCC. 2006 IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. 1.ed. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies (IGES). 2006. v4: 1.1-12.33.

d. Internet:

INMET. Estações/Dados. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoesAutomatica>>. Acesso: 16.abr.2015.

LIU, M. Novas Oportunidades. Organic Monitor. Disponível em: <<http://www.organicmonitor.com>>. Acesso: 16.abr.2015

UFRJ/COPPE/CENTRO CLIMA. Inventário de Emissões Gases do Efeito Estufa - Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://download.rj.gov.br/documentos/10112/192597/DLFE-67153.pdf>>. Acesso: 19.mar.2015.

WRI BRASIL. *Green House Gas Agriculture Protocol*. SP, 2014. 54 p. Disponível em: <<http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/Metodologia.pdf>>. Acesso: 08.nov.2014.

e. Dissertação

GIANNINI, A.; Crédito de Carbono a partir do Reflorestamento com Seringueira. Dissertação. Volta Redonda: UFF; 2011.