TÍTULO:

LEVANTAMENTO DE EMISSÃO DE GASES EFEITO ESTUFA PELA METODOLOGIA CARBONO EQUIVALENTE: ESTUDO DE CASO NA CULTURA DO CAFEIEIRO

Geraldo G. de OLIVEIRA júnior¹; Adriano B. da SILVA²; José R. MANTOVANI³; José M.
MIRANDA⁴;

RESUMO

A cultura do café é uma das principais atividades do Sul de Minas Gerais. Na produção do café ocorrem emissões de gases de efeito estufa (GEE) de diferentes fontes. A realização de um Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) é fundamental para que uma propriedade cafeeira possa avaliar como as suas atividades impactam o meio ambiente em relação a estas emissões. O objetivo com este trabalho foi identificar, inventariar e quantificar as principais fontes emissoras de GEE na cultura do café e convertê-las em carbono equivalente por hectare de café. O inventário foi realizado utilizando parâmetros do GHG Protocol, Ministério da Ciência e Tecnologia e dados do IPCC. O inventário demonstrou que os principais GEE gerados na cafeicultura corresponderam a 2,24 tCO₂ eq há⁻¹, sendo que o consumo de adubos nitrogenados contribuíram com 1,01 tCO₂ eq há⁻¹, consumo calcário com 0,65 tCO₂ eq há⁻¹, consumo de combustíveis fósseis com 0,35 tCO₂ eq há⁻¹, consumo de GLP residencial 0,17 tCO₂ eq há⁻¹ e consumo de energia elétrica 0,050 tCO₂ eq há⁻¹. A fonte que mais contribuiu para essas emissões foi o uso de adubo nitrogenado, seguido pelo emprego de corretivo calcário para o manejo da cultura e pelo consumo de combustíveis fósseis.

Palavras chaves: Cafeicultura; dióxido de carbono; fontes de emissão.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, email: geraldo.junior@muz.ifsuldeminas.edu.br;

² Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS) Alfenas/MG, email: adriano.silva@unifenas.br;

³ Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS) Alfenas/MG, email: mantovanijr@yahoo.com;

⁴ Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS) Alfenas/MG, email: jose.miranda@unifenas.br;

INTRODUÇÃO

As propriedades cafeeiras assim como vários segmentos econômicos são responsáveis por emissões de gases de efeito estufa em especial o gás carbônico CO₂. O aumento rápido da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEEs) na atmosfera, como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), decorrente de atividades humanas tem contribuído para a preocupação mundial a cerca das mudanças climáticas (IPCC, 2007).

A cafeicultura possui em seus processos de produção, etapas responsáveis por emissões de CO₂ e seus equivalentes, como exemplo, emprego de energia elétrica, combustíveis fósseis para as operações agrícolas, uso de gás liquefeito de petróleo (GLP), queima de lenha para a secagem de café, uso de fertilizantes nitrogenados e de calcário. Segundo Apps et al. (1999), as emissões de gases de efeito estufa causadas pelo homem estão associadas a mudança no uso da terra e a queima de combustíveis fósseis, situação esta encontrada nas atividades de cafeicultura. Para que a agricultura possa promover ações para a redução das emissões de GEE, é fundamental que seja realizado o inventário das referidas emissões bem como sua origem. Um inventário de emissões deve permitir identificar, bem como calcular as emissões de GEE, por um fator de emissão adequado. O objetivo do presente estudo foi identificar inventariar e quantificar as principais fontes emissoras de GEE na produção de café e convertê-las em carbono equivalente por hectare de café.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Grupo Fazenda da Onça, apresentando 1828,58 ha, sendo que 462,94 ha são ocupados pela cultura do café, plantados no sistema adensado e mecanizado, localizadas nos municípios de Guaranésia, Guaxupé e Monte Santo de Minas, Sul de Minas Gerais.

Consumo de energia elétrica: Para estimar as emissões indiretas de CO₂ eq, do consumo de energia elétrica, foi verificada a quantidade de energia elétrica gasta em Megawatt (MWh) e calculado a emissão de CO₂ eq, multiplicando-se os valores encontrados pelo fator médio de emissão anual de 0,0653 tCO₂ eq /MWh (MCT, 2012).

Consumo de combustíveis :

Para quantificar as emissões de CO₂, CH₄ e N₂O devido ao consumo de combustíveis fósseis, foi realizado o levantamento do volume de litros de combustíveis (Gasolina e Óleo Diesel), usados em veículos, tratores, máquina e equipamentos, visando à produção do café, sendo posteriormente determinada a

emissão de CO₂, CH₄ e N₂O multiplicando-se os valores obtidos pelos parâmetros apresentados na Tabela 1.

. Nas emissões para o consumo de GLP, nas residências dos colaboradores, foi realizado a estimativa do consumo médio por residência, obtendo-se o valor de 16,25 Kg GLP/Residência/Mês , sendo determinada a emissão CO₂, CH₄ e N₂O multiplicando-se os valores obtidos pelos dados da Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros de Referência para o Cálculo das Emissões de GEE⁽¹⁾.

Combustível	Fatores de conversão (kg GEE.unidade ⁻¹)			Fonte
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Gasolina	2,2690	0,0001	0,0001	GHG Protocol, (FGV, 2012)
Álcool Anidro	1,2330	-	-	GHG Protocol, (FGV, 2012)
<i>Óleo Diesel</i>	-	-	-	-----
-Caminhões Médios	2,6710	0,0003	-	GHG Protocol, (FGV, 2012)
-Ônibus	2,6710	0,0003	-	GHG Protocol, (FGV, 2012)
-Tratores*	2,681	0,0003	0,00002	GHG (METODOLOGIA..., 2014).
-Biodiesel	2,499	-	-	GHG (METODOLOGIA..., 2014).
GLP	2,9320	0,23237	0,004647	GHG Protocol, (FGV, 2012)
Lenha	1,9170	5,42609	0,072348	GHG Protocol, (FGV, 2012)

*Tratores, máquinas agrícolas e colhedeiras, ⁽¹⁾ Gases de Efeito Estufa.

As emissões do consumo de biomassa foram determinadas a partir da quantidade de lenha gasta no processo de secagem de café, em Kg e para obtenção da emissão CO₂, CH₄ e N₂O multiplicou-se os valores obtidos pelos valores da tabela 1.

Consumo fertilizante nitrogenado e calcário

Para estimar as emissões de N₂O, no consumo de adubos nitrogenados, foi determinada a quantidade de nitrogênio encontrado no total de fertilizantes utilizados em Kg, a qual foi convertida de kg de N para kg de N₂O-N, sendo multiplicado pelo fator de emissão direta de 0,01 IPCC (2006) e multiplicado pela razão 1,57 conversão de N para N₂O (BELZÁRIO, 2013).

As emissões de CO₂ eq no consumo de calcário dolomítico foi determinada a partir quantidade de calcário em Kg, sendo convertido de kg de calcário para kg de Carbono, usando o para isto o fator 0,12, sendo encontrado a emissão CO₂ equivalente multiplicando-se os valores obtidos por 3,66 (METODOLOGIA..., 2014). Nos parâmetros de *Consumo de combustíveis e Consumo de fertilizante nitrogenado e calcário*, as emissões de CO₂, CH₄ e N₂O, foram transformadas de kilos para toneladas, sendo posteriormente, convertidos em CO₂ eq, pelo emprego dos fatores de conversão 1, 25 e 298 (METODOLOGIA..., 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consumo de energia elétrica

As emissões de GEE Gases de Efeito Estufa, geradas pelo consumo de energia elétrica totalizaram 23,36 tCO₂ eq (Tabela 2). Levando-se em consideração a área total de produção foram emitidas 0,050 tCO₂ eq ha⁻¹.

Tabela 02 - Estimativas de emissão de CO₂ eq. pelo uso de energia Elétrica.

Propriedade	Total Megawatt (MWh)*	Emissão tCO ₂ eq
Fazenda Onça	273,456	17,85
Fazenda Alvorada	30,94	2,02
Fazenda N.S. do Rosário	48,40	3,16
Fazenda Nova Floresta	5,14	0,33
Total	357,936	23,36

*Fator de emissão 0,0653 (tCO₂/MWh)

Consumo de combustíveis estacionários

As emissões GEE atingiram valores de 78,98 e de 26122,61 tCO₂eq, respectivamente, para GLP e lenha (Tabela 4). No presente trabalho as emissões pela queima de lenha não foram computadas no balanço final, entretanto, as emissões de CH₄ e N₂O devem ser melhor exploradas em pesquisas futuras.

Tabelas 04 - Estimativas de emissão de CO₂ equivalente fonte de emissão combustão estacionária ano 2012

Fonte	Consumo	Emissão GEE (Kg)*			tCO ₂ eq ⁽²⁾
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Lenha ⁽¹⁾	164160	314694,72	890746,93	11876,647	26122,61
GLP Residencial ⁽¹⁾	7800	22869,6	1812,486	36,246	78,98
Total					26201,59

⁽¹⁾ consumo em Kg, ⁽²⁾ estimativa de emissão CO₂, CH₄, N₂O, em carbono equivalente aplicando fator de correção 1, 25, 298 respectivamente (METODOLOGIA..., 2014). *fatores de conversão na tabela 1 de materiais e métodos.

Consumo de combustíveis fósseis

As emissões de GEE devido a fontes móveis atingiram 166, 52 tCO₂ eq emissões de gases GEE (Tabela 3).

Tabelas 03 - Estimativas de emissão de CO₂ equivalente fonte de combustão móvel.

Fonte	Consumo	Emissão GEE (Kg)*			tCO ₂ eq (2)	% ⁽³⁾
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O		
Gasolina ⁽¹⁾	6166,4	13991,56	0,61664	0,61664	14,022	8,42
Álcool Anidro ⁽¹⁾	1541,6	1900,79	-	-	1,90	1,14
Óleo Diesel	-	-	-	-	-	-
-Caminhões ^(1,4)	13585,66	36287,29	4,075	-	36,389	21,85
-Ônibus ⁽¹⁾	5146,15	13745,36	1,543	-	13,783	8,27
-Tratores ⁽¹⁾	34732,57	93118,02	10,419	0,694	93,395	56,08
-Biodiesel ⁽¹⁾	2813,91	7031,96	-	-	7,031	4,22
Total					166,52	

⁽¹⁾Consumo Litros, ⁽²⁾ estimativa de emissão CO₂, CH₄, N₂O, em carbono equivalente aplicando fator de correção 1, 25, 298 respectivamente (METODOLOGIA..., 2014), ⁽³⁾ representação em % em relação as emissões totais, ⁽⁴⁾caminhão médio, *fatores de conversão na tabela 1 de materiais e métodos.

Corretivos e fertilizantes nitrogenados

O emprego de calagem visando a correção do solo, foi responsável pela emissão de 303,33 tCO_{2eq} (Tabela 5). As fontes de adubo nitrogenado emitiram 468 tCO_{2eq} (Tabela 5).

Tabelas 05 - Estimativas de emissão de CO₂ equivalente corretivo calcário e fertilizante sintético nitrogenado ano 2012

Fonte	Consumo (Kg)	Emissão de GEE		tCO ₂ eq
		CO ₂ (Kg)	N ₂ O (Kg)	
Calcário ⁽¹⁾	690649	82877,88	-	303,33
Adubo Sintético Nitrogenado ⁽²⁾	100211	-	1002,11	468,84
Total				772,17

⁽¹⁾ Consumo em Kg, ⁽²⁾ Consumo em Kg total de N em Fertilizantes sintéticos nitrogenados utilizados,

O total de emissões, desconsiderando as relativas à queima de lenha, foi de 1401,03 tCO_{2eq} e corresponderam a emissão de 2,24 tCO_{2eq} ha⁻¹. As projeções climáticas indicam a possibilidade de graves consequências para a agricultura. Silva et al. (2006), ressalta que conhecer os efeitos das mudanças climáticas e seus reflexos no zoneamento agrícola do café é importante para as principais áreas de plantio do Brasil.

CONCLUSÕES

No presente trabalho a emissão de Gases de efeito estufa na cultura do café é de 2,24 tCO₂ eq ha⁻¹, sendo que as fontes que mais contribuem para essas emissões foi o uso de adubo nitrogenado, bem como o emprego de combustível para o manejo da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPS, M. J. et al. **Carbon budget of the Canadian forest product sector.** *Environment Science & Policy*, v.2, n.1, p.25-41, 1999.

BELZÁRIO, M. **Estoque de carbono no solo e fluxo de gases de efeito estufa no cultivo de café.** 2013 Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Fixa em vinte por cento o percentual obrigatório de adição de etanol anidro combustível a gasolina, a partir de zero hora do dia 1º de outubro de 2011. Portaria n. 678, de 31 de agosto de 2011.** Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=234338>> Acesso: 10/01/2013

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Fatores de Emissão de CO₂ para utilizações que necessitam do fator médio de emissão do Sistema Interligado Nacional do Brasil, como, por exemplo, inventários corporativos.** MCT. 2012 Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/74694.html>> . Acesso em 02/05/2013

Climate change 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories: agriculture, forestry and other land use. Hayama: National Greenhouse Gas Inventories Programme, 2006. V.4, 110p.

FGV - Fundação Getúlio Vargas / Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP. **Guia para a elaboração de inventários corporativos de emissões de gases do efeito estufa. Programa Brasileiro GHG Protocol.** São Paulo: FGV, 22p., 2009. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/proclima/inventario-de-gee-empreendimentos/385-inventarios-corporativos>. Acesso em: 05 maio 2013. CETESB www.cetesb.sp.gov.br

FGV. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP; WRI. **Ferramenta de Cálculo GHG Protocol.** Agosto 2012. Disponível em: <http://ghgprotocolbrasil.com.br/index.php?r=site/ferramenta>. Acesso em: 05 Janeiro 2013. GHG PROTOCOL <http://www.ghgprotocol.org/>

METODOLOGIA do GHG Protocol da Agricultura. São Paulo: Unicamp; WRI Brasil, 2014. Greenhouse Gas Protocol. Disponível em: <www.ghgprotocol.org/Agriculture-Guidance/Visão-Geral%3A-Projeto-Brasil-Agropecuária>. Acesso em: 07 Jul. 2014.

(IPCC), P. I. (2007). **Mudança do Clima 2007: a Base das Ciências Físicas.** Geneva - Suíça.