

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NOS TRATOS CULTURAIS MECANIZADOS DA CULTURA DO CAFEIEIRO

Geraldo Gomes de Oliveira Júnior⁽¹⁾; Adriano Bortolotti da Silva⁽²⁾; Ligiane Aparecida Florentino⁽³⁾; Antônio Carlos da Silva⁽⁴⁾; Célio Montagnini⁽⁵⁾; Daniele Maria Marques⁽⁶⁾

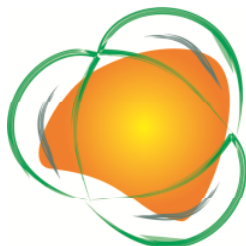
⁽¹⁾ Instituto Federal do Sul de Minas, Docente, Laboratório de Segurança no Trabalho. Muzambinho, Minas Gerais, Brasil. geraldo.junior@muz.ifsuldeminas.edu.br. (035) 99224 6336. Estrada de Muzambinho, Km 35, Bairro Morro Preto, Caixa Postal 02, Muzambinho, Minas Gerais, CEP 37890.000. ⁽²⁾ ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS, Docentes, Curso de Agronomia, Alfenas, Minas Gerais, Brasil. adriano.silva@unifenas.br, ligiane.florentino@unifenas.br, antonio.silva@unifenas.br. Rod. MG 179, Km 0 - Alfenas - MG CEP 37.130.000. ⁽⁵⁾ Universidade Octávio Bastos - UNIFEOB, Discente, Agronomia, São João da Boa Vista, São Paulo, Brasil. celio@fazendaonca.com.br, Av. Dr. Octávio Bastos, s/n, Estrada Velha São João a Águas da Prata, São João da Boa Vista - SP, CEP: 13870.431. ⁽⁶⁾ Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL - Campus Universitário, Discente Mestrado, Alfenas, Minas Gerais, Brasil. danimarques.bio@gmail.com Rua Gabriel Monteiro da Silva, N° 700 - Alfenas - MG CEP 37130.000.

Eixo Temático: 4. Conservação Ambiental e Produção Agrícola Sustentável

RESUMO – O emprego da mecanização na cafeicultura brasileira é essencial para otimização da produção, entretanto, a crescente exigência dos mercados internacionais em busca de uma cadeia produtiva de baixo carbono, faz com que as propriedades cafeeiras busquem compreender melhor como suas atividades contribuem para a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE). O objetivo do presente estudo foi estimar a emissão de kg CO₂ eq ha⁻¹ para as principais operações mecanizadas, realizadas na cultura do café. A estimativa de CO₂ eq foi realizada através da utilização dos parâmetros da ferramenta do GHG Protocol Agricultura. Os resultados mostram que para a realização dos tratos culturais anuais e colheita na cultura do cafeeiro de forma mecanizada foram emitidos 222,68 kg CO₂ eq ha⁻¹. As operações realizadas na colheita mecanizada emitiram 124,3 kg CO₂ eq ha⁻¹, sendo consideradas as maiores emissões de GEE durante a realização dos tratos culturais, acompanhadas pelas aplicações de defensivos 22,97 kg CO₂ eq ha⁻¹ e aplicação de corretivos e fertilizantes 11,85 kg CO₂ eq ha⁻¹, respectivamente.

Palavras-chaves: Cafeicultura. Mecanização. CO₂ eq.

ABSTRACT - The use of mechanization in Brazilian coffee production is essential for optimization of production, however, the growing demand of international markets for a production chain of low-carbon, makes the coffee farms seek to better understand how their activities contribute to the emission of gases Greenhouse (GHG). The aim of this study was to estimate the emission kg CO₂ eq ha⁻¹ for the main mechanized operations carried out in the annual cultivation of coffee. The estimated CO₂ eq was performed by use of GHG Protocol agricultural tool parameters. The results show that for the achievement of annual cultivation and harvest in mechanized coffee culture were issued 222.68 kg CO₂ eq ha⁻¹. The operations in mechanized harvesting issued 124.3 kg CO₂ eq ha⁻¹ considering the largest GHG emissions during the



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

course of cultivation, accompanied by pesticide applications 22.97 kg CO₂ eq ha⁻¹ and application of lime and fertilizers 11.85 kg CO₂ eq ha⁻¹ respectively.

Key words: Coffee. Mechanization. CO₂ eq.

Introdução

O aumento da concentração de gases de efeito estufa GEE tem gerado grande preocupação na população mundial. As atividades agrícolas, além de contribuírem para as mudanças climáticas globais, através de suas emissões, acabam sendo vítimas diretas de seus impactos em função da vulnerabilidade que as culturas agrícolas manifestam aos cenários inadequados de distribuição de chuvas e variações de temperaturas (BORDONAL et al., 2012).

Vale destacar que o aumento da concentração dos GEE na atmosfera, em decorrência de atividades como a mudança no uso da terra, queima de combustíveis fósseis, tem contribuído consideravelmente para o aquecimento do planeta (LESSIN; GHINI, 2009).

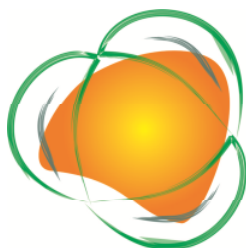
O café destaca-se por ser uma das principais culturas agrícolas do país, possuindo uma área total plantada das espécies arábica e conilon de 2.246,7 mil hectares. Em Minas Gerais, concentra-se a maior área com 1.181,3 mil hectares da espécie arábica. A área total estadual representa 52,5% da área cultivada com café no país (CONAB, 2015).

Nos últimos anos, a cultura do cafeeiro vem passando por mudanças profundas, em especial no que se refere ao processo de mecanização das operações agrícolas, que anteriormente eram realizadas de forma manual (CUNHA, 2015).

A mecanização tem se intensificado, iniciando na etapa de plantio, passando pelos tratos culturais anuais e chegando a colheita, contribuindo para que o produtor possa aumentar a eficiência de suas operações, otimizando o tempo de realização das atividades e reduzindo custo de produção nas áreas mecanizáveis.

Embora as tecnologias de produção na cafeicultura estejam evoluindo ao longo do tempo, a crescente exigência dos mercados internacionais em busca de uma cadeia produtiva de baixo carbono, faz com que as propriedades busquem compreender melhor como suas atividades contribuem para a emissão de GEE. Essa necessidade também está ligada à preocupação mundial em relação às mudanças de clima do planeta que têm ocorrido nas últimas décadas (BELIZÁRIO, 2013).

Neste cenário, o desafio da cafeicultura e da agricultura brasileira como um todo é reduzir as emissões de GEE e ao mesmo tempo aumentar a produção e produtividade. Portanto, inventariar as emissões de GEE em operações mecanizáveis na cafeicultura é fundamental para compreender o perfil de suas emissões e estabelecer a gestão estratégica de boas práticas agrícolas no uso eficiente das fontes de energia de combustão móvel, reduzindo conseqüentemente suas emissões diretas.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Assim, objetivou-se no presente estudo estimar a emissão de quilogramas de dióxido de carbono equivalente por hectare $\text{Kg CO}_2 \text{ eq ha}^{-1}$ para os tratos culturais anuais das principais operações mecanizadas realizadas no manejo da cafeicultura.

Material e Métodos

O presente estudo foi realizado em fazendas produtoras de café, pertencentes ao Grupo Fazenda da Onça, localizadas nos municípios de Guaranésia, Guaxupé e Monte Santo de Minas, no Sul de Minas Gerais.

O grupo apresenta uma área total de 1.828,58 ha, sendo que 462,94 ha são ocupados pela cultura do cafeeiro, plantada no sistema adensado e mecanizado. A região é caracterizada por clima, segundo classificação Koppen, tropical de altitude (Cwa). Os dados pluviométricos indicam que a região possui dois períodos bem característicos, sendo um chuvoso, outubro a março, com precipitações bem distribuídas e outro seco, entre os meses de abril e setembro. A precipitação média anual está em torno de 1.500 mm, temperatura média de 18 °C e altitude média de 887 metros (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2015).

A estimativa da emissão de carbono equivalente $\text{kg CO}_2 \text{ eq ha}^{-1}$ foi realizada considerando os GEE: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), utilizando-se como referência para o cálculo fatores de emissão da ferramenta GHG da Agricultura (GHG PROTOCOL AGRICULTURA, 2014).

Foram consideradas, para a realização deste estudo, as principais atividades que ocorreram nos tratos culturais anuais do cafeeiro ao longo do ano de 2012, em diferentes talhões mecanizáveis, utilizando trator específico (Tabela 1).

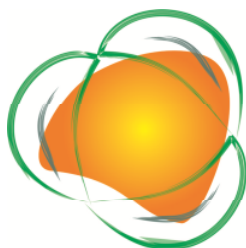
Foi determinado inicialmente o consumo médio de combustível para cada trator, obtendo-se a quantidade gasta de L Diesel h^{-1} , através da divisão do total de litros de óleo diesel consumido pelo total de horas trabalhadas para os anos de 2012, 2013 e 2014.

A quantificação do consumo L Diesel ha^{-1} para cada operação foi obtido a partir da multiplicação do rendimento em h ha^{-1} e consumo médio L Diesel h^{-1} de cada trator utilizado, refletindo a média da capacidade de campo operacional.

Após obtenção da quantidade de L Diesel ha^{-1} em cada operação, foi realizado o fracionamento dos 95% de diesel e 5% de biodiesel da composição conforme resolução ANP N° 14, de 11/05/2012 (ANP, 2012).

Tabela 1 - Tratores utilizados no trabalho para as operações mecanizáveis 2012.

Operação Mecanizada	Trator	Ano	Potência ⁽¹⁾
Tratos culturais			
Aplicação de calcário	MF 250 X	1995	50
Aplicação de gesso	MF 250 X	1995	50
Aplicação de fertilizante	MF 250 X	1995	50
Aplicação de herbicida	MF 250 X	1995	50
Aplicação drench	MF 250 X	1995	50
Pulverização	MF 250 X	1995	50



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Colheita	Case A-2000	2004	55
Varrição	John Deere	2011	78
Recolhedoura	John Deere	2011	78
Roçada	MF 250 X	1995	50

⁽¹⁾ Potencia em cv.

O resultado das emissões de CO₂, CH₄ e N₂O foi obtido multiplicando-se o consumo de diesel e biodiesel pelos fatores de emissão apresentados na (Tabela 2), sendo ainda multiplicado pelo potencial aquecimento global de cada um dos gases: 1, 25 e 298, respectivamente (GHG PROTOCOL AGRICULTURA, 2014).

O cálculo da estimativa de emissão de kg CO₂ eq ha⁻¹ foi obtido a partir da somatória do resultado final da multiplicação do potencial de aquecimento global de cada um dos gases GEE.

Tabela 2 - Parâmetros de referência para o cálculo das emissões de kg CO₂ eq GHG Protocol Agricultura

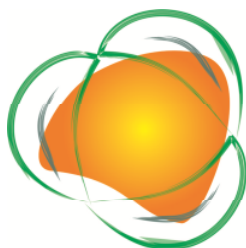
Combustível	Fatores de conversão (kg GEE unidade ⁻¹)			Fonte
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Tratores	-	-	-	
Oleo diesel	2,6810	0,00030	0,000020	GHG Protocol Agricultura, 2014
Biodiesel	2,4990	-	-	GHG Protocol Agricultura, 2014

No presente estudo foi realizada a estatística descritiva de kg CO₂ eq ha⁻¹ em que foram contabilizadas as fontes emissoras de GEE através da frequência relativa em %, sendo que todos os valores de emissão foram convertidos em carbono equivalente (GHG PROTOCOL AGRICULTURA, 2014).

Resultados e Discussão

As emissões de gases de efeito estufa em atividades ou operações que consomem combustíveis e são originadas ou controladas pela propriedade, são consideradas como emissões diretas (GHG PROTOCOL AGRICULTURA, 2014).

Na Tabela 3, apresentam-se os resultados da estimativa da emissão de kg CO₂ eq ha⁻¹, das principais operações mecanizáveis dos tratos culturais anuais do café. Observa-se que foram emitidos diretamente 222,68 kg CO₂ eq ha⁻¹, nas operações mecanizáveis dos tratos culturais anuais do café. As operações realizadas na colheita se posicionaram como sendo as maiores fontes de emissão de GEE dos tratos culturais mecanizáveis, contribuindo com 124,3 kg CO₂ eq ha⁻¹, que representaram 55,82% das emissões, quando comparado às operações de aplicação de corretivos e fertilizantes, 11,85%, aplicação de defensivos agrícolas, 22,97%, e controle de plantas daninhas através de roçadas, 9,35%.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

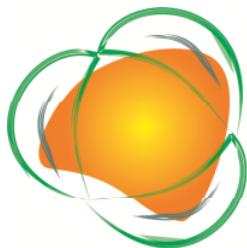
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Tabela 3 - Estimativa da emissão de kg CO₂ eq ha⁻¹, das principais operações mecanizáveis dos tratos culturais anuais do café do ano 2012.

Operação Mecanizada	Trator cv	Consumo Médio		kg CO ₂ eq ha ⁻¹	fr% ⁽⁷⁾
		h ha ⁻¹	L Diesel ha ⁻¹		
Corretivos e Fertilidade	-	-	-	-	-
Aplicação Calcário ⁽¹⁾	50	1,10	2,54	6,82	3,06
Aplicação de Gesso ⁽¹⁾	50	0,64	1,48	3,97	1,78
Aplicação de Fertilizantes ⁽¹⁾	50	0,84	5,82 ⁽⁴⁾	15,62 ⁽⁴⁾	7,01
Sub – Total	-	2,58	9,84	26,41	11,85
Aplicação de Defensivos	-	-	-	-	-
Aplicação de Herbicidas ⁽¹⁾	50	1,20	5,54 ⁽⁵⁾	14,87 ⁽⁵⁾	6,68
Aplicação Drench ⁽¹⁾	50	1,29	2,98	8,00	3,59
Pulverização ⁽¹⁾	50	1,14	10,53 ⁽⁶⁾	28,27 ⁽⁶⁾	12,70
Sub – Total	-	3,63	19,05	51,14	22,97
Colheita Mecanizada	-	-	-	-	-
Colheita ⁽²⁾	55	3,35	19,33	51,89	23,30
Varrição ⁽³⁾	78	3,25	11,08	29,75	13,36
Recolhedoura ⁽³⁾	78	4,66	15,89	42,66	19,16
Sub – Total	-	11,26	46,30	124,3	55,82
Outras Operações	-	-	-	-	-
Roçada ⁽¹⁾	50	1,68	7,76 ⁽⁵⁾	20,83 ⁽⁵⁾	9,35
Sub – Total	-	1,68	7,76	20,83	9,35
Total	-	19,15	82,95	222,68	100%

⁽¹⁾ Consumo médio de 2,31 L Diesel h⁻¹, ⁽²⁾ Consumo médio de 5,77 L Diesel h⁻¹, ⁽³⁾ Consumo médio de 3,41 L Diesel h⁻¹, ⁽⁴⁾ Valor total considerando a realização de 3 aplicações de fertilizantes, ⁽⁵⁾ Valor total considerando a realização de 2 aplicações de herbicidas no controle de ervas daninhas e 2 roçada. ⁽⁶⁾ Valor total considerando a realização de 4 pulverizações, ⁽⁷⁾ Frequência relativa percentual.

A utilização da colhedora automotriz contribuiu com 51,89 kg CO₂ eq ha⁻¹, representando 41,74% das emissões na etapa de colheita mecanizada e 23,30% do total emitido em todas as outras operações dos tratos culturais. Claros Garcia e Von Sperling (2010) realizando trabalho sobre a emissão de gases de efeito estufa no ciclo de vida do etanol afirmou que a segunda maior fonte de emissão de gases ocorre pelo uso de combustíveis fósseis, com maior proporção para as operações de colheita mecanizada, carregamento e transporte da cana-de-açúcar. No presente estudo as operações de aplicação de defensivos agrícolas se posicionaram como sendo a segunda maior fonte de emissões kg CO₂ eq ha⁻¹, decorrentes dos tratos culturais do café, contribuindo com 22,97% do total emitido. Entretanto, vale considerar que o deslocamento até o local de abastecimento de água para o preparo da calda, bem como a determinação da vazão de trabalho utilizada, pode aumentar ou diminuir a eficiência operacional de campo, contribuindo assim diretamente para o aumento ou diminuição das emissões de CO₂ eq ha⁻¹.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Conclusão

Para a realização dos tratos culturais anuais e colheita na cultura do cafeeiro de forma mecanizada foram emitidos 222,68 kg CO₂ eq ha⁻¹.

As operações realizadas de colheita mecanizada emitiram 124,3 kg CO₂ eq ha⁻¹ sendo consideradas as maiores emissões de GEE durante a realização dos tratos culturais, acompanhadas pelas aplicações de defensivos 22,97 e aplicação de corretivos e fertilizantes 11,85 kg CO₂ eq ha⁻¹, respectivamente.

Referências

ANP. Agência Nacional do Petróleo. Resolução nº 14, de 11 de maio de 2012. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 maio. 2012.

BELIZÁRIO, M. Estoque de carbono no solo e fluxo de gases de efeito estufa no cultivo de café. 2013. 143p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, São Paulo.

BORDONAL, R.O.; FIGUEIREDO, E.B.; LA SCALA N.; Greenhouse gas balance due to the conversion of sugarcane areas from burned to Green harvest, considering other conservationist management practices. Global Change Biology. Bioenergy, Oxford, n. 4, p. 846-858, 2012.

CLAROS GARCIA, J. C. ; VON SPERLING, E. Emissão de gases de efeito estufa no ciclo de vida do etanol: estimativa nas fases de agricultura e industrialização em Minas Gerais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v.15, n.3, p. 217-222, set.2010.

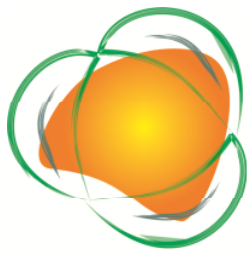
CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de café. Brasília, 2015. Acesso em: 04 out. 2015. Online. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>.

CUNHA, J. P. Análise Técnica e Econômica da Mecanização da Cafeicultura. 2015. 103 p. Tese (Doutorado em Máquinas e Mecanização Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GHG PROTOCOL DA AGRICULTURA. Metodologia GHG protocol para Agricultura. São Paulo: Unicamp; WRI Brasil, 2014. Greenhouse Gas Protocol. Acesso em: 07 jul. 2014.. Online. Disponível em: <www.ghgprotocol.org/Agriculture-Guidance/Visão-Geral%3A-Projeto-Brasil-Agropecuária>.

LESSIN, R C.; GHINI, R. Efeito do aumento da concentração de CO₂ atmosférico sobre o oídio e o crescimento de plantas de soja. Tropical Plant Pathology, Campinas, v. 34, n. 6, p. 385-392, dez. 2009.

OLIVEIRA JUNIOR, G.G de.; SILVA, A.B. da.; MANTOVANI, J.R.; MIRANDA, J.M.; FLORENTINO, L.A.; Levantamento de Emissão de Gases de Efeito Estufa pela Metodologia do Carbono Equivalente na Cultura do Cafeeiro. Coffee Science, Lavras, v. 10, n. 4, p. 412-419, out/dez.2015.



XIII Congresso Nacional de
MEIO AMBIENTE
de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016