

Estimativas de emissões de CO₂ pela aplicação de calcário para o Brasil e seus estados⁽¹⁾.

Eduardo Bucsan Emrich⁽²⁾; Douglas Ramos Guelfi Silva⁽³⁾; Wantuir Filipe Teixeira Chagas⁽⁴⁾; Camila Soares Cardoso da Silva⁽⁵⁾; André Luiz Carvalho Caputo⁽⁶⁾; Marco Túlio de Paiva Silveira⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPEMIG.

⁽²⁾ Pós-doutorando; Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil, CEP: 37200-000, Caixa-Postal: 3037; eduardo@bucsan.com.br; ⁽³⁾ Professor Adjunto do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG; ⁽⁴⁾ Mestrando, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG; ⁽⁵⁾ Graduando em engenharia agrícola, Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; ⁽⁶⁾ Graduando em agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RESUMO: A mensuração de emissões gases causadores do efeito estufa tem sido uma preocupação constante da ciência. O CO₂ é um desses gases de maior importância. Essa mensuração pode ser feita de forma direta ou indireta. Uma das formas indiretas é utilizando-se dos cálculos propostos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). A reação do calcário é, notadamente, um grande fator de emissão de CO₂ pela agricultura. Por meio de dados do consumo anual de calcário pelos estados brasileiros foi possível estimar a emissão de CO₂ em diversos desses estados e no Brasil, em um período temporal que variou do ano 2000 ao ano 2011, utilizando uma das equações propostas pelo IPCC. Foi possível concluir que os estados do Paraná, Minas Gerais e Mato Grosso foram os maiores consumidores de calcário e, conseqüentemente, os maiores emissores de CO₂ devido à utilização desse corretivo de solo. Observou-se, também, um crescente consumo de calcário pelo país no período de tempo estudado.

Termos de indexação: Efeito estufa, gás carbônico, calagem.

INTRODUÇÃO

A organização das Nações Unidas (ONU) criou o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) para fornecer uma fonte objetiva de informação científica sobre as mudanças climáticas no mundo. O IPCC foi o ponto de partida para criação de normas e procedimentos para monitorar e mensurar a emissão de gases causadores do chamado efeito estufa em diversas atividades (IPCC, 2006). Agricultura, floresta e outros usos da terra são importantes áreas de estudo, conhecidas no relatório do IPCC pela sigla AFOLU (Colomb et al., 2013)

Um importante fator responsável pelo efeito estufa é a emissão de carbono (C), que em grande parte, é fornecido à atmosfera na forma de dióxido de

carbono (CO₂). A atividade agrícola é uma das maiores responsáveis pela emissão de CO₂.

Esse gás pode ser gerado, entre outras fontes, pela aplicação de calcário, que é utilizado para reduzir a acidez do solo e para melhorar o desenvolvimento das plantas cultivadas. Esse efeito ocorre a partir da reação entre a água e o CaCO₃ ou MgCO₃ (componentes do calcário), resultando na liberação de CO₂.

No Brasil, as informações sobre as emissões de CO₂ ainda são bastante restritas. Entretanto, o consumo de calcário, para cada estado do país, pode ser obtido por meio dos anuários publicados pela Agência Nacional para Difusão de Adubos (ANANDA), que quantificam as entregas de calcário no país a cada ano.

Por meio das recomendações do IPCC (IPCC, 2006), é possível estimar as emissões médias de CO₂ causadas pela utilização de calcário, registradas nos anuários da ANANDA.

Buscou-se, pela metodologia proposta pelo IPCC para quantificação de emissão de CO₂, estimar a emissão de CO₂ gás para o Brasil e seus estados do ano 2000 ao ano 2011.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de entrega de calcário registrados pela Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANANDA) do ano 2000 a 2011, para os estados brasileiros. Essa divisão foi feita devido às grandes diferenças de solos e áreas agricultáveis existentes entre os estados. Foi utilizada, ainda, uma segregação nominal, onde, os principais estados consumidores de calcário foram representados por suas siglas geográficas e os demais estados, onde o consumo de calcário mostrou-se inexpressivo, foram enquadrados na categoria "outros".

Por meio dos números totais de entregas para cada estado foi possível calcular as emissões de CO₂ durante todo o período seguindo a metodologia



da revisão proposta pelo IPCC (IPCC, 2006), de acordo com seguinte fórmula:

$$E \text{ CO}_2 = M * FC * 3,66$$

ECO₂=Estimativa de emissão de CO₂ (Gg CO₂ ano) (1 Gg = 10⁹ g);

M= Montante de calcário distribuído;

FC= Fator de correção;

3,66= Balanço de massa entre CO₂ e C

Seguindo a proposta do IPCC, o FC pode variar de 0,12 a 0,13 de acordo com o tipo de calcário utilizado. Segundo Bernoux et. al (2003), como os dados da ANDA não estão divididos de acordo com a qualidade do calcário, o FC correto a ser utilizado deve ser de 0.125.

Por meio dessa fórmula, foram estimadas as emissões totais de CO₂ para os estados e união em cada ano estudado. Utilizando-se dados obtidos no censo agropecuário, foram obtidas as áreas cultivadas de cada estado (IBGE, 2006). A divisão da emissão total de CO₂ para cada estado pela área cultivada do mesmo estado possibilitou o cálculo das emissões relativas de CO₂ por estado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As emissões de CO₂ calculadas para cada estado brasileiro de 2000 a 2011 foram apresentadas na Tabela 1. O estado do Paraná (PR) foi o que mais consumiu calcário sendo responsável pela emissão total de 24.129,6 Gg CO₂/ano seguido de Minas Gerais (MG) com 22.149,6 Gg CO₂/ano e do Mato Grosso (MT) com 21.117,16 Gg CO₂/ano de um total de 124.667,0 Gg CO₂/ano em todo o Brasil. Esses números representam, respectivamente, 19,35%, 17,77% e 16,94% do total de emissões durante o período estudado.

Com relação ao Brasil, de acordo com a Tabela 1, houve crescimento em relação às emissões de CO₂. No ano 2000 o cálculo para emissões totais de CO₂ pela aplicação de calcário para o país ficou em 8.848,2 Gg CO₂/ano, em 2011 esse número chegou a 13.774,9 Gg CO₂/ano. Tal tendência vai ao encontro do trabalho apresentado por Martial et al. (2003), onde os autores relataram que o consumo de calcário no Brasil apresentava tendência crescente. Nos mesmo trabalho, os autores destacam que uma das possíveis causas para o aumento no consumo de calcário seria o incentivo do governo federal, a partir de 2001, aos produtores para a utilização de corretivos agrícolas por meio do programa "prosolo". Isso ocorre concomitantemente ao aumento da área cultivada no país. Em 2000, a área cultivada no Brasil era de 51.021.008 ha, em 2011 era da 66.253.033 ha.

As emissões médias de CO₂ por ano seguem a mesma tendência crescente, acompanhado o consumo de CO₂ (Tabela 1). Em 2000 esse número era de 173.4 Gg CO₂/ano chegando a 207.9 Gg CO₂/ano em 2011.

A Tabela 2 apresenta dados relativos à emissão de CO₂ pela utilização de calcário, ano a ano, para as áreas agrícolas dos estados. As emissões relativas são superiores às observadas por Martial et al. (2003), quando os autores avaliaram as emissões geradas em relação às áreas totais dos estados. O Paraná foi o estado com maiores emissões (1567.70), seguido de Espírito Santo (1273.05) e São Paulo (842.27), calculados em g CO₂. m⁻².

CONCLUSÕES

Durante o período estudado, de 2000 a 2011, é possível identificar que, tanto a emissão total quanto a relativa de CO₂, ocasionadas pelo consumo de calcário é bastante variável entre os estados brasileiros. Entretanto, é possível concluir que existe tendência ao crescimento no consumo deste corretivo agrícola no país.

A metodologia proposta pelo IPCC é uma importante ferramenta a ser utilizada para cálculos de estimativas de emissões de gases nos diversos sistemas agrícolas.

REFERÊNCIAS

- ANDA - Anuário da Associação Nacional para Difusão de Adubos. Disponível em: <http://www.anda.org.br>. Acessado em: 03 Abr. 2013.
- BERNOUX, M., VOLKOFF, B., CARVALHO, M. D. C. S., & CERRI, C. C. CO₂ emissions from liming of agricultural soils in Brazil. *Global biogeochemical cycles*, v.17, n.2, p. 1-4, 2003.
- COLOMB, V., TOUCHEMOULIN, O., BOCKEL, L., CHOTTE, J. L., MARTIN, S., TINLOT, M., & BERNOUX, M. Selection of appropriate calculators for landscape-scale greenhouse gas assessment for agriculture and forestry. *Environmental Research Letters*, v.8, n.1, p. 1-10, 2013.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em: 5 de abril, 2013.
- IPCC. IPCC SRES climate scenarios: the IPCC data distribution centre. Disponível em: http://www.ipcc-data.org/sres/gcm_data.html. Acessado em: 03 Abr. 2013.



Figura 1. Emissões totais de CO₂ para os estados brasileiros de 2000 a 2011 em Gg CO₂ . ano⁻¹ (1Gg = 109 g), calculadas por meio das publicações anuais da ANDA.

Ano/UF	RS	SC	PR	SP	MG	MS	MT	GO	TO	MA	ES	BA	AL	PE	Outros	Brasil	Área cultivada (ha)	Emissões médias (g CO ₂ . m ⁻² . ano ⁻¹)
00	810.6	175.4	1.611.0	1.147.4	1.506.9	252.1	1.409.0	1.031.3	242.9	192.5	189.7	73.8	36.7	42.2	126.9	8.848.2	51.021.008.0	173.4
01	868.4	135.6	1.968.3	1.071.8	1.255.8	265.8	1.456.0	665.5	160.4	183.3	58.4	91.7	33.9	27.5	123.8	8.366.3	50.837.552	164.6
02	845.4	137.5	2.062.5	1.054.2	1.549.1	427.8	2.119.1	1.237.5	268.1	160.4	97.7	91.7	32.1	46.7	154.9	10.284.7	53.699.086	191.5
03	1.120.1	91.7	3.009.7	1.327.3	1.756.7	366.7	2.406.6	1.375.0	292.4	183.3	134.8	123.8	45.8	67.8	238.3	12.540.0	57.616.177	217.6
04	887.1	161.3	2.611.6	1.041.6	1.650.4	421.7	2.940.2	1.420.8	687.5	183.3	105.2	194.0	46.6	59.6	166.1	12.577.0	62.198.209	202.2
05	340.4	91.7	1.375.9	1.158.2	1.670.5	108.6	1.276.8	733.3	331.4	18.3	96.0	32.1	ND	73.3	540.1	7.846.7	63.456.937	123.7
06	412.6	137.5	1.319.1	1.416.5	1.788.7	192.5	774.8	733.3	231.9	36.7	ND	32.1	22.9	82.5	489.7	7.670.8	61.688.054	124.3
07	646.7	103.4	1.859.2	1.463.7	2.095.1	437.4	1.524.1	1.156.1	492.4	19.5	128.6	137.3	37.4	73.8	250.7	10.425.5	61.457.462	169.6
08	838.8	166.3	2.067.4	1.147.2	2.176.5	539.4	1.735.9	1.355.6	644.0	19.5	140.8	141.4	1.5	48.1	344.8	11.367.1	64.432.035	176.4
09	821.7	135.8	2.129.0	906.0	1.404.6	449.7	1.463.5	966.8	467.1	91.7	145.3	332.9	36.7	52.1	220.0	9.622.8	64.819.552	148.5
10	753.7	38.6	2.016.7	1.166.6	2.453.9	527.1	1.636.1	1.047.3	444.6	73.3	113.3	275.0	ND	ND	796.6	11.342.9	67.181.336	168.8
11	1.023.4	165.0	2.099.4	1.380.0	2.841.2	572.9	2.375.2	1.339.3	795.2	ND	136.3	ND	ND	ND	1.046.9	13.774.9	66.253.033	207.9
total	9.369.0	1.539.7	24.129.6	14.280.6	22.149.6	4.561.7	21.117.2	13.062.0	5.057.9	1.162.0	1.346.1	1.525.6	293.6	573.6	4.498.8	124.667.0		ND
média	780.8	128.3	2.010.8	1.190.0	1.845.8	380.1	1.759.8	1.088.5	421.5	105.6	122.4	138.7	32.6	57.4	374.9	10.388.9		172.4



Figura 2. Emissões de CO₂ relativas às áreas cultivadas para os estados brasileiros de 2000 a 2011 em g CO₂. m⁻²

Ano/UF	RS	SC	PR	SP	MG	MS	MT	GO	TO	MA	ES	BA	AL	PE	Outros
00	39.88	28.93	104.67	67.67	45.55	8.33	28.94	39.46	16.88	14.77	66.80	2.49	17.36	7.76	3.79
01	42.72	22.36	127.88	63.22	37.96	8.78	29.90	25.46	11.15	14.07	205.78	30.99	16.03	5.06	3.70
02	41.59	22.68	134.00	62.17	46.82	14.13	43.52	47.35	18.64	12.31	343.93	30.99	15.19	8.60	4.63
03	55.10	15.12	195.54	78.28	53.10	12.11	49.43	52.61	20.32	14.07	47.45	41.83	21.70	12.48	7.12
04	43.64	26.61	169.67	61.43	49.89	13.93	60.39	54.36	47.78	14.07	37.04	65.59	22.06	10.96	4.96
05	16.75	15.12	89.39	68.31	50.49	3.59	26.22	28.06	23.03	1.41	338.12	10.85	ND	13.50	16.15
06	20.30	22.68	85.70	83.55	54.07	6.36	15.91	28.06	16.12	28.13	ND	10.85	10.85	15.18	14.64
07	31.82	17.05	120.79	86.33	63.33	14.45	31.30	44.23	34.23	1.50	45.27	46.42	177.25	13.58	7.49
08	41.27	27.43	134.32	67.66	65.79	17.82	35.65	51.87	44.76	1.50	49.60	47.78	6.94	8.85	10.31
09	40.43	22.39	138.32	53.43	42.46	14.85	30.06	36.99	32.46	7.03	51.16	112.53	173.78	9.59	6.58
10	39.88	28.93	104.67	67.67	45.55	8.33	28.94	39.46	16.88	14.77	66.80	2.49	17.36	7.76	3.79
11	42.72	22.36	127.88	63.22	37.96	8.78	29.90	25.46	11.15	14.07	205.78	30.99	16.03	5.06	3.70
total	460.92	253.97	1567.70	842.27	669.51	150.67	433.72	499.77	351.54	114.47	1273.05	493.28	461.16	105.57	134.48