

EMISSÕES DE CO₂ EQUIVALENTE PROVENIENTES DE ATIVIDADES LIGADAS A ESTÁGIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ELTON CÉSAR DE CARVALHO ¹; MAGDA APARECIDA DE LIMA ²

Nº 10103

Resumo

Atividades antrópicas têm intensificado nas últimas décadas as emissões de dióxido de carbono (CO₂), um dos principais gases de efeito estufa (GEEs) presentes na atmosfera. O IPCC atribui o desequilíbrio do balanço de radiação solar atmosfera do planeta ao aumento dos gases de efeito estufa de origem antrópica, tendo como consequência alterações no ecossistema global, distúrbios meteorológicos e ambientais. Foram levantadas as principais fontes emissoras de GEEs durante as atividades de iniciação científica (IC) realizadas na Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna, SP, para as estimativas de emissão de CO₂ equivalente. As emissões emitidas durante o período de IC (293 dias) foram estimadas em **2,64** toneladas de CO₂ equivalente e que sua neutralização seria, aproximadamente, equivalente ao plantio de **17** mudas de árvores / há em um horizonte de 20 anos.

Palavras chaves: atividades antrópicas, dióxido de carbono, neutralização, iniciação científica.

Abstract

Human activities have intensified in recent decades emissions of carbon dioxide (CO₂), a key greenhouse gases (GHGs) in the atmosphere. The IPCC attributes the imbalance in the balance of solar radiation the planet's atmosphere to an increase in greenhouse gases of anthropogenic origin, which resulted in changes in the global ecosystem, meteorological and environmental disturbances. It has raised the main sources of GHGs during the activities of scientific initiation (CI) performed at Embrapa Environment in Jaguariuna, SP, for estimates of CO₂ emissions equivalent. Emissions emitted during the IC (293 days) were estimated at 2.64 tonnes of CO₂ equivalent and that their neutralization would be roughly equivalent to planting 17 saplings / ha in a horizon of 20 years.

Key words: human activities, carbon dioxide, neutralizing, scientific initiation.

¹ **Bolsista CNPq:** Graduando em Engenharia ambiental, Faculdade de Jaguariúna, Jaguariúna-SP.

✉ eltonccarvalho@gmail.com

² **Orientadora:** Pesquisadora, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

1. Introdução

O efeito estufa é um fenômeno que ocorre naturalmente na Terra e é responsável pelo aprisionamento de parte da radiação solar que incide em nosso planeta. Esse fenômeno deve-se à existência dos gases de efeito estufa (GEEs), entre eles: vapor d' água (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), ozônio (O_3), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), formando uma estufa natural na Terra e mantendo o planeta por volta de $30^{\circ}C$ mais quente do que ela seria sem esse fenômeno estufa (MIGUEZ, 2001, p.18).

“Embora os fenômenos naturais tenham um papel importante nessas mudanças, a fonte primária dessa dinâmica tem sido precipitada pelas interações do homem com a biosfera” (FREIRE DIAS, 2002). Após a Revolução Industrial, o homem começou a intensificar as emissões dos gases estufa pelo desmatamento de florestas, consumo de combustíveis fósseis e por processos industriais.

O aumento de GEEs na atmosfera causa maior retenção da radiação solar, elevando a temperatura média da superfície do planeta. Segundo o C&T BRASIL (1999), o dióxido de carbono é o principal gás de efeito estufa de origem antrópica, correspondendo ao maior volume de emissões no planeta, o equivalente a 55% do total das emissões dos gases estufa, além de permanecer na atmosfera num período correspondente entre 50 a 200 anos.

O Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) estima que o aumento da temperatura do planeta deva subir entre $1^{\circ}C$ e $3,5^{\circ}C$ até o ano de 2100 (SIQUEIRA et al., 2001).

Por consequência do aquecimento global, estima-se que a elevação da temperatura da Terra poderá elevar o nível dos oceanos entre 15 e 94 cm, deslocamento de milhões de pessoas, perdas de área agricultável e salinização de fontes de água doce (SESCOOP, 2008, p. 92).

O presente trabalho tem por objetivo a identificar as principais fontes emissoras de dióxido de carbono relacionadas às atividades realizadas durante o período de iniciação científica (IC) na Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, São Paulo, bem como quantificar as emissões de CO_2 e avaliar medidas para a sua neutralização e mitigação.

2. Materiais e Métodos

Para a realização dos cálculos da quantidade de emissão de CO_2 proveniente do consumo de combustíveis fósseis, de energia elétrica, do consumo de água e do consumo de papel, foi utilizado, como referência, o Inventário de Emissões de CO_2 da SEMA-PR Visando sua Redução e Neutralização (SEMA-PR, 2007) e o Relatório da Estimativa de Emissões de Dióxido de Carbono (CO_2) Equivalente Provenientes da Organização e Realização da 7ª. Edição da Ciência

Para a Vida (CPV) (BATISTA et al., 2010). Teses, artigos e livros foram também utilizados como subsídio para a quantificação do CO₂.

Fatores de emissão de gases de efeito estufa basearam-se nos dados do IPCC (1996), e do site Carbono Neutro (<http://www.carbononeutro.com.br/>) descritos por SEMA-PR, conforme descrito a seguir.

2.1- Fatores de emissão de CO₂ proveniente do consumo de combustíveis fósseis

A quantificação das emissões de CO₂ equivalente foi elaborada considerando-se as emissões derivadas do transporte rodoviário utilizado durante o período de IC. Grande parte do trecho entre Campinas – Jaguariúna foi feito de moto, o equivalente a 66,89% do trajeto. O carro e a moto utilizados são considerados veículo de pequeno porte a gasolina, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2010) o fator de emissão usado para o veículo de pequeno porte é **1,7809**.

A utilização do ônibus da Embrapa Meio Ambiente, correspondeu a 12,96% de todo o deslocamento do estudante, o fator de emissão para veículos de porte grande e movido a diesel é **2,606** (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010).

Informações sobre rendimento do carro e da moto foram obtidas através do cálculo de consumo de combustível por quilometragem percorrida (l/km). O consumo de combustível do ônibus foi obtido junto ao Setor de Logística e Serviços da Embrapa Meio Ambiente.

À distância (km) da residência do estudante em Campinas até a Embrapa Meio Ambiente foi obtida com aparelho GPS (Sistema de Posicionamento Global).

2.2- Fatores de emissão de CO₂ proveniente de energia elétrica

Para quantificar as emissões de CO₂ do consumo de energia elétrica, foram identificados todos os equipamentos ligados na energia elétrica utilizadas para a realização das atividades de iniciação científica.

As informações da potência dos equipamentos foram obtidas junto aos mesmos. Para que fosse viável o cálculo das emissões de dióxido de carbono, foi necessário fazer a conversão de potência (W) para kilowatts hora/dia (kWh/dia). Utilizou-se então a seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Potência Real} \times \text{Tempo de Uso}}{1000} = \text{Consumo (kWh/dia)}$$

O fator de emissão utilizado para os cálculos de emissão de dióxido de carbono foi obtido a partir do site de Mudanças Climáticas do 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” (BRASIL, 2010) indicando o valor médio mensal de **0,0246 tCO₂/MWh** para o ano de 2009.

2.3. Fatores de emissão de CO₂ proveniente do consumo de água

Para os cálculos do consumo de água, foram utilizados os documentos: “Meio Ambiente e Consumo – Coleção Educação para o Consumo Responsável” elaborado em 2002 pelo Instituto Nacional de Metodologias, Normatização e Qualidade Industrial (Inmetro) e “Consumo Sustentável – manual de educação” disponível em: portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf. As informações extraídas destas publicações subsidiaram a composição da **Tabela 3**. O fator de emissão adotado foi extraído do Relatório das Estimativas de Dióxido de Carbono (CO₂) Equivalente Provenientes da Organização e Realização da 7^a. Edição da Ciência para a Vida (coord. Lima et al.), indicando o valor de **0,0176 kCO₂/m³**.

2.4. Fatores de emissão de CO₂ proveniente do consumo de papel

A quantidade de folha A4 (sulfite) e de papel toalha utilizada nas atividades de IC foi estimada em média de 5 folhas e 4,27 folhas por dia, respectivamente. Obteve-se o peso de cada material, em quilograma (kg), mediante a seguinte fórmula:

$$\frac{(\text{dimensão da folha} \times \text{gramatura} \times \text{quantidade de folha utilizada})}{1000} = \text{peso}$$

O fator de emissão utilizado foi **0,7**, de acordo com (BATISTA et al., 2010)

3. Resultados e Discussões

As emissões calculadas para as atividades relacionadas ao desenvolvimento do estágio de iniciação científica totalizaram **2.641,31 kg CO₂ (2,64 tCO₂)**. Os resultados são apresentados nas **Tabelas (1, 2, 3 e 4)**. Na **Tabela 5**, apresentam-se as contribuições setoriais de emissão de

dióxido de carbono, notando-se que as fontes principais de emissão de CO₂ foram o setor de transporte e o consumo de papel, representando 99,53% e 0,42%, respectivamente.

A neutralização de carbono é um mecanismo que permite que haja compensação das emissões de carbono geradas por atividade humana que gere gases de efeito estufa (GEE) em sua realização (Bueno, 2008). Esta neutralização pode ser obtida por meio do plantio de árvores, ou por absorção de CO₂ por algas (RAMIREZ, 2010).

O Instituto Brasileiro de Florestas (IBF) indica que para capturar (absorver) uma tonelada de CO₂ é necessário o plantio de 6 árvores, em média. Segundo o pesquisador Marcelo Theoto Rocha (2008), pesquisador da USP, é muito difícil precisar o número adequado de árvores a serem plantadas para garantir a neutralização do CO₂.

Nesse trabalho foi adotado um número médio de 6,5 árvores a serem plantadas para neutralizar cada tonelada de dióxido de carbono, conforme dados de comunicação pessoal do pesquisador Dr. Edilson Batista, da Embrapa Florestas, PR.

Tendo em vista que as emissões resultantes das atividades do estágio de IC foram estimadas em **2,64 tCO₂**, calcula-se que seja necessário o plantio de **17** mudas de espécies nativas do Cerrado, com espaçamento de 3 m x 3 m, intercalando espécies pioneiras, secundárias e clímax, com um adicional de 20% de mudas, para um horizonte de 20 anos. Essas árvores ocupariam uma área de aproximadamente 189 metros quadrados.

Tabela 1 – Estimativas de emissão de CO₂ equivalente proveniente do transporte rodoviário.

Transporte Rodoviário	km/dia	Consumo Médio (km/L)	Litros/dia	Quantidade	Fator de Emissão (KgCO ₂ /L) ¹	Sub-total de Emissões nos dias utilizados(Kg CO ₂)
Ônibus (Diesel)	52,7	4	13,175	38	2,606	1 305
Carro (Gasolina)	53,8	12	4,483	59	1,7809	471
Moto (Gasolina)	53,8	22	2,445	196	1,7809	854
TOTAL						2.629,00

¹Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2010.

Tabela 2 – Estimativa de emissão de CO₂ provenientes do consumo de papel.

Papel	Quantidade	Gramatura	Peso (kg)	Fator de Emissão (kgCO ₂ /kg papel) ²	Sub-total de Emissões do consumo (kg CO ₂)
Papel Report A4 (21 x 29,7 cm)	1465	75g/m ²	6,85	0,7	7.545
Papel Toalha (21 x 22 cm)	1250	37g/m ²	2,13	0,7	2,825
Bloco de Notas (4,76 x 4,76 cm)	400	75g/m ²	0,07	0,7	0,770
TOTAL					11,14

²Fonte: Relatório de Estimativa de Emissões de Dióxido de Carbono (CO₂) Equivalente Proveniente da Organização e Realização do 7^a. Edição da Ciência Para a Vida.

Tabela 3 – Estimativa de emissões de CO₂ equivalente ao consumo de água

Água	Quantidade (m ³) ³	kWh /m3	(kg CO ₂ / m3) ⁴	Sub-total de Emissões nos dias utilizados (kg CO ₂)
Descarga	0,012	0,6	0,0176	0,00021
Lavar as Mãos	0,003	0,6	0,0176	0,00005
Escovar os Dentes	0,003	0,6	0,0176	0,00005
Lavar louça	0,005	0,6	0,0176	0,00009
TOTAL				0,00040

³ Fonte: Inmetro, 2002.

⁴ Fonte: SEMA-PR (2009)

Tabela 4 – Estimativas de Emissões de CO₂ Equivalente ao Consumo de Energia Elétrica

Energia	Potência (W) ⁶	Quantidade	Tempo de Usos (horas)	Consumo (kWh/dia)	Dias Trabalhados	Fator de Emissão (tonCO ₂ /Mwath) ⁵	Sub-total de Emissões nos dias utilizados (kg CO ₂)
Lâmpada Philips	32	6	6	0,0384	293	0,0246	0,2768
Computador: Processador - Intel Core 2 Duo Placa Mãe - High End Desktop Placa de Vídeo - Nvidia GeForce 8600 Memória - 4 Gb DDR 2 Drive CD/DVD - DVD-RW Disco Rígido - 10.000 rpm / 3.5"	370	1	6	0,0740	293	0,0246	0,5334
Impressora HP Color LaserJet 2605 dn*	255	1	0,026	0,0002	293	0,0246	0,0016
Impressora HP Color LaserJet 2605 dn**	18	1	5,973	0,0035	293	0,0246	0,0252
Scanner HP scanjet 5590	63	1	0,008	0,0000	293	0,0246	0,0001
Ar Condicionado	820	1	4	0,1093	121	0,0246	0,3254
Microondas	800	1	0,05	0,0013	293	0,0246	0,0096
TOTAL							1,172

⁵ Fonte: MCT, 2009

⁶ Fonte: No equipamento

Tabela 5 – Total das Emissões de CO₂

Fontes	Emissões (kg CO ₂)	Porcentagem (%)
Transportes	2629	99,53
Consumo de Papel	11,14	0,42
Consumo de Água	0,0004	0,00
Consumo de Energia	1,172	0,05
TOTAL	2641,31	100,00

5. Conclusão

Conclui-se que além da neutralização do dióxido de carbono é necessário fazer a diminuição do uso dos recursos não renováveis. Para que isso ocorra, a utilização de meios de transporte coletivo e a utilização de papéis recicláveis são alternativas de redução desses recursos.

Referências Bibliográficas

BATISTA, E.R.; LIMA, M. A; PESSOA, M.C.P.Y; RAMOS, N. P; CABRAL, O. M. “**Relatório de Estimativa de Dióxido de Carbono (CO₂) Equivalente Provenientes da Organização e Realização da 7ª. Edição da Ciência Para a Vida, Sugestão Para Sua Neutralização**”, Jaguariúna, 2010, SP (relatório interno).

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**” Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/74694.html>. Consultado 08/07/2010 às 17:20.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. “**1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários**”. Ministério do Meio Ambiente, 2010. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/inventrio_de_emisses_veiculares_182.pdf Acessado 07/07/2010 às 14:10.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO; INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. “**Consumo Sustentável – manual de educação**”. Brasília, 2005. Disponível em: portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf. acessado 06/07/2010 às 10:00.

BUENO, C. **“Reflorestamento pode ajudar controlar efeitos do aquecimento global”**
17/04/2008 Disponível em:
<http://360graus.terra.com.br/ecologia/default.asp?did=24432&action=reportagem>. Acessado em
07/07/2010 às 14:25

C&T BRASIL – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, **“Efeito Estufa e a Convenção Sobre a Mudança do Clima”**, Brasília, 1999.

FREIRE DIAS, G. **“Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana”** São Paulo: Ed. Gaia, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE METODOLOGIA, NORMATIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL;
INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **“Meio Ambiente e Consumo”**
Disponível em: www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/.../meioambiente.pdf. Acessado
[09/06/2010](#) às 16:28

MIGUEZ, J. D. G. “A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima e o Protocolo de Quioto” In: LIMA, A. P; CABRAL, O. M. R; MIGUEZ, J. D. G. **“Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira”** Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, 2001, S.P.

RAMIREZ, A. **“Neutralização de Carbono – Afinal como Neutralizar?”** 19/05/2008. Disponível em:
<http://polegaropositor.com.br/neutralizacao-de-carbono-afinal-como-neutralizar/>. Acessado em:
07/07/2010 às 15:33.

SEMA – PR, **“Inventário de Emissões de CO₂ da SEMA – PR Visando sua Redução e Neutralização”**, 2009. Disponível em: <http://www.fiepr.org.br/fiepr/conselhos/meio-ambiente/uploadAddress/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20SEMA%201%5B11773%5D.pdf>.
Acessado 15/06/2010 à 14:35.

SESCOOP – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM DO COOPERATIVISMO. **“Gestão dos Recursos Naturais”** Brasília, 2008.

SIQUEIRA, O. J. W; STEINMETZ, S; SALLES, L. A. B. “Efeito Potencial das Mudanças Climáticas na Agricultura Brasileira e Estratégias Adaptativas para Algumas Culturas” In: LIMA, A. P; CABRAL, O. M. R; MIGUEZ, J. D. G. **“Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira”** Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, 2001, S.P.