DENSIDADE DE CARBONO EM CIGARROS CONSUMIDOS NO BRASIL

Carlos Roberto Sanquetta¹, Mônica Joelma do Nascimento Anater², Veruza Cristina Mendonça³, Ana Paula Dalla Corte¹, Mateus Niroh Inoue Sanquetta⁴

1 Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná (carlos_sanquetta@hotmail.com)

2 Mestranda em Bioenergia, Universidade Federal do Paraná

3 Graduada em Ciências Biológicas, Universidade Positivo, Curitiba

4 Graduando do curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná

Centro BIOFIX de Pesquisas em Biomassa e Sequestro de Carbono
Universidade Federal do Paraná - UFPR

Recebido em: 08/09/2015 – Aprovado em: 14/11/2015 – Publicado em: 01/12/2015

DOI: http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_123

RESUMO

No Brasil a contribuição da fumaça do cigarro nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) não é conhecida. Com vistas a analisar esse impacto ambiental foi quantificada a densidade de carbono em cinco marcas de cigarros amplamente comercializadas no país. Foram adquiridas cinco carteiras de cigarros, contendo 20 unidades cada. Em laboratório, o tabaco, o papel e o filtro foram cuidadosamente separados, pesados e analisados quanto ao teor de carbono. Foram realizados testes estatísticos de normalidade, homogeneidade de variância e diferenças de média pela análise de variância (ANOVA) e pelo teste de Tukey nos dados. Em média, um cigarro contém em sua massa 77% de folhas de tabaco e 5% de papel, cuja massa em média é de 0,87 g, considerando o filtro. Os resultados apontaram diferenças significativas entre as massas de distintas marcas de cigarros comercializadas no Brasil. Os teores médios de carbono do tabaco e do papel do cigarro foram de 39,91% e 31,02%, respectivamente. Evidenciaram-se diferenças significativas entre os teores de carbono das distintas marcas de cigarros. A densidade de carbono de um cigarro, quando queimado, equivale à emissão de 1 g de dióxido de carbono para a atmosfera. Concluiu-se que a emissão anual por consumo de cigarro no Brasil, que foi calculada em 78 mil toneladas de dióxido de carbono, representa muito pouco da emissão total de gases de efeito estufa do país, que é de 1,2 bilhão de toneladas. Nesse sentido, o impacto ambiental da queima de cigarros é pequeno.

PALAVRAS-CHAVE: emissões, fumo, gases de efeito estufa, tabaco, teor de carbono.

CARBON DENSITY IN CIGARETTES CONSUMED IN BRAZIL

ABSTRACT

In Brazil, the contribution of cigarette smoke in greenhouse gases (GHG) emissions is unknown. In order to analyze this environmental impact, we quantified the carbon density in five cigarette brands marketed widely in the country. Five cigarette packs, containing 20 units each, were acquired. In the laboratory, tobacco, paper and filter were carefully separated, weighed and analyzed for carbon content. Statistical tests for normality, homogeneity of variance and mean differences by analysis of variance (ANOVA) and Tukey test were performed on the data. On average, a cigarette mass consists of 77% of tobacco leaves and 5% of paper, whose mass average is 0.87 g, considering the filter. The results showed significant differences among the masses of the different cigarette brands sold in Brazil. The average carbon contents of tobacco and cigarette paper were 39.91% and 31.02%, respectively. Results showed significant differences among the carbon content of the different cigarette brands. The carbon density in a cigarette, when burned, corresponds to the emission of 1 g of carbon dioxide to the atmosphere. It was concluded that the annual emission per cigarette consumption in Brazil, which was estimated at 78 thousand tons of carbon dioxide, is small when compared to the total emission of GHG of the country, which is 1.2 billion tons. In this sense, the environmental impact of cigarette burning is minor.

KEYWORDS: emission, smoke, greenhouse gases, tobacco, carbon fraction.

INTRODUÇÃO

Em 1492, Cristóvão Colombo regressou à Europa vindo do lugar que viria se chamar América com as primeiras folhas e sementes de tabaco. Antes disso, o Velho Mundo não conhecia o fumo. Inicialmente, os médicos europeus recomendaram o tabaco como tratamento para a dor de dente, vermes e outras doenças. A rainha Catarina de Médici tratava enxaqueca com tabaco adquirido por meio do embaixador francês em Portugal, Jean Nicot, que introduziu a planta na França em 1561 com sementes trazidas de Lisboa. Em sua homenagem, o botânico sueco Carolus Linnaeus em 1753 deu o nome *Nicotiana* ao gênero da planta do tabaco (THIELEN et al., 2008).

O hábito de consumir tabaco superou o tempo e lugares. Proliferou-se com o uso de rapé e cachimbo no século XVIII, mas logo no século XIX o consumo de cigarro se consolidou e se globalizou, principalmente pela criação de uma indústria totalmente dedicada à produção. O consumo de cigarros desde então tem aumentado continuamente, chegando a cerca de 5,6 trilhões unidades no ano de 2000 (AMERICAN CANCER SOCIETY, 2006). Dados mais recentes apontam para um consumo de 6,25 trilhões de cigarros por ano (NG et al., 2014).

O aumento do consumo de cigarro registrado ao longo do tempo, principalmente na China, a evidência de riscos à saúde pela inalação da fumaça tem trazido reflexões e ações por parte de governos e da sociedade em geral. Uma das preocupações chave é com os chamados fumantes passivos, que não exercem o hábito de fumar, mas que inalam a fumaça no ambiente em que o fumante se encontra. A fumaça formada pela queima do cigarro se divide em duas categorias: *mainstream* (inalada pelo fumante) e *sidestream* (aquela que sai pelo lado do cigarro sem ser inalada) (GUERIN et al., 1987).

É grande a preocupação com a saúde humana, pois o fumo causa uma vasta gama de doenças, particularmente bronquite crônica e câncer de pulmão

(SCHWARTZ et al., 2010). De outro lado cresce o alerta sobre os impactos ambientais da fumicultura, entre os quais estão o desflorestamento, a perda de biodiversidade, uso intenso de pesticidas, poluição da água, geração de resíduos sólidos e contaminação atmosférica. Existe muita controvérsia a respeito do efeito da queima do cigarro na emissão de gases de efeito estufa (GEE) e, por conseguinte, nas mudanças climáticas. A fumaça do cigarro contribui para as emissões antrópicas de GEE pelo fato de conter CO₂ e CH₄ (HUSSAIN et al., 2014). Estima-se que fumar emita 2,6 milhões de tCO₂ e 5,2 milhões de tCH₄ no ar a cada ano em todo o mundo (FLORIDA STATE UNIVERSITY RESEARCH FOUNDATION, 2010).

No Brasil a contribuição da fumaça do cigarro nas emissões de GEE é um assunto praticamente inexplorado. Vigora a ideia que essas emissões não sejam expressivas devido à pequena quantidade de fumaça comparável a outras fontes de emissão, como veículos, indústrias, entre outros. Apesar do Brasil ser o segundo maior produtor e o maior exportador mundial de cigarros (ANUÁRIO BRASILEIRO DO TABACO, 2014) e também o maior consumidor na América Latina (FAO, 2003), os reais impactos ambientais da cadeia produtiva do tabaco são desconhecidos, notadamente no que concerne à emissão de GEE. Não há um número oficial a respeito da contribuição da queima de cigarro nas emissões de GEE no país.

O cigarro é essencialmente uma biomassa, composta das folhas do tabaco e do papel, além do filtro, material sintético que não é queimado. Pelo fato de ser cultivado e ocorrer a fotossíntese pelas folhas da planta do tabaco, advoga-se que a emissão de GEE pela queima do cigarro é neutra em carbono, mas essa neutralidade vem sendo contestada, particularmente quando toda a cadeia produtiva é analisada (HUSSAIN et al., 2014).

Para se conhecer as emissões de GEE em biomassa em geral, e particularmente no tabaco, é essencial determinar a densidade de carbono na mesma, considerando a massa propriamente dita e a fração de carbono contida nessa massa, ou seja, os teores de carbono. Este estudo teve como objetivo analisar a partição na massa de cinco marcas de cigarro entre as mais vendidas no Brasil, analisar as variações na fração de carbono no fumo e no papel, bem como quantificar a densidade de carbono nesses materiais.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste estudo foram selecionadas cinco marcas de cigarros entre as mais vendidas no Brasil (Tabela 1). As carteiras de cigarros foram adquiridas na cidade de Curitiba, Paraná, no mês de junho de 2015.

TABELA 1 – Dados técnicos de cinco marcas de cigarros comercializadas no Brasil

Informações contidas na carteira de cigarros

Marca	(mg)			Número de cigarros
	Nicotina	Alcatrão	Monóxido de carbono	
H	0,8	10	10	20
D	0,7	8	7	20
Y	0,7	7	9	20
M	0,8	10	10	20
C	*	*	*	20

*Valor desconhecido, pois se trata de cigarro de origem irregular.

Em laboratório, os cigarros foram cuidadosamente separados em filtro (com papel), papel e folhas de tabaco. Cada um dos compartimentos dos cem cigarros avaliados teve a massa determinada em balança analítica com precisão de 0,0001 g.

O papel foi triturado visando formar uma amostra granulada homogênea. O fumo foi mantido da forma original. Ambos os materiais foram acondicionados de forma a mantê-los livres da umidade do ar. Estes foram então submetidos à análise de teor de carbono orgânico simulando-se a temperatura de queima do cigarro, que é de aproximadamente 850°C (GUERIN et al., 1987). As amostras foram acondicionadas em cadinhos de porcelana em forma de barca e introduzidas no equipamento Leco C-144 para realização das determinações por combustão a seco em célula de infravermelho. O resultado é dado em percentagem da massa ou em g.g⁻¹.

A determinação da densidade de carbono do papel e do tabaco, componentes responsáveis pela emissão da fumaça do cigarro, foi realizada pela multiplicação da massa de cada compartimento pelo respectivo teor de carbono de cada cigarro.

Os dados foram analisados estatisticamente pelos testes de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade, de Bartlett para confirmar a homogeneidade de variância, ANOVA e Tukey para identificar diferenças estatísticas entre os tratamentos (marcas). Todos os testes foram aplicados para 95% de probabilidade, empregando-se o *software* ASSISTAT[®] 7.7 beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Partição da massa nos compartimentos dos cigarros

A massa média de um cigarro foi de aproximadamente 0,87 g, com coeficiente de variação de 4,88%. A margem de erro da amostragem realizada foi de menos de 1% da média, portanto, bastante precisa. Os dados de massa total dos cigarros tiveram distribuição normal e com variâncias homogêneas, segundo os testes estatísticos realizados. Houve diferença significativa entre as massas unitárias totais dos cigarros das cinco marcas analisadas (Tabela 2).

Da massa total do cigarro, cerca de 77% correspondem ao fumo em si, ou seja, as folhas de tabaco, pouco mais de 17% referem-se ao filtro e 5% ao papel. Essa distribuição se manteve praticamente inalterada entre as marcas de cigarro analisadas.

TABELA 2 – Massa seca de cigarros de cinco marcas comercializadas no Brasil e sua partição

Marca	Grandeza	Massa (g)				*	Participação na massa (%)		
		Filtro	Papel	Tabaco	Total		Filtro	Papel	Tabaco
H	Média	0,1496	0,0447	0,6553	0,8496	c	17,61	5,26	77,13
	Desvio padrão	0,0030	0,0008	0,0187	0,0187				
D	Média	0,1492	0,0462	0,6479	0,8433	c	17,69	5,48	76,83
	Desvio padrão	0,0023	0,0012	0,0180	0,0185				
Y	Média	0,1271	0,0576	0,7149	0,8996	b	14,13	6,40	79,48
	Desvio padrão	0,0062	0,0011	0,0189	0,0180				
M	Média	0,1869	0,0476	0,6911	0,9256	a	20,20	5,14	74,66
	Desvio padrão	0,0042	0,0014	0,0204	0,0210				
C	Média	0,1358	0,0511	0,6438	0,8307	c	16,35	6,15	77,50

	Desvio padrão	0,0032	0,0015	0,0302	0,0302			
Geral	Média	0,1497	0,0494	0,6706	0,8697	17,21	5,68	77,10
	Desvio padrão	0,0209	0,0048	0,0351	0,0425			

*Médias seguidas por letras diferentes denotam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Teores de carbono nos compartimentos do cigarro

Os teores de carbono não foram determinados para o filtro, haja vista que este não sofre combustão na queima do cigarro. O valor geral para todas as marcas de carbono no tabaco ficou por volta de 40%, com variações estatisticamente significativas entre as marcas pelo teste de Tukey. Os valores de teor de carbono para o papel foram bem inferiores e estatisticamente diferentes do tabaco, com média geral entre as marcas de 31%. Diferenças estatísticas entre as marcas também foram observadas. O teor médio ponderado pela massa do tabaco e do papel, considerando todas as marcas, ficou em cerca de 38%, com variações entre as marcas, de 36,7 a 39,6% (Tabela 3). Verificou-se homogeneidade de variância e normalidade da variável teor de carbono pelos testes estatísticos empregados.

TABELA 3 – Teores de carbono de cinco marcas de cigarros comercializadas no Brasil

Marca	Grandeza	Teor (g.g ⁻¹ dm)		
		Tabaco	Papel	Ponderado
H	Média	41,365 a	31,731 ab	39,575
	Desvio padrão	1,055	1,165	
D	Média	39,801 b	29,242 c	37,825
	Desvio padrão	1,071	0,937	
Y	Média	39,406 b	31,138 ab	38,158
	Desvio padrão	0,901	0,893	
M	Média	41,057 a	32,021 a	39,133
	Desvio padrão	1,365	1,589	
C	Média	37,914 c	30,987 b	36,707
	Desvio padrão	0,997	0,845	
Geral	Média	39,908	31,024	38,287
	Desvio padrão	1,640	1,466	

Inexistem na literatura relatos sobre teores de carbono nos componentes do cigarro. Estudos sobre teores de carbono em folhagem de árvores (DALLAGNOL et al., 2011) mostram que os percentuais de carbono variam entre 42 e 48% da massa seca, os quais são superiores aos encontrados para as folhas de tabaco analisadas neste estudo. Por outro lado, valores publicados (38,20%) para folhas de uma espécie de bambu (SANQUETTA et al., 2015) se aproximaram dos obtidos nesta pesquisa. No que diz respeito ao papel, o IPCC (IPCC, 2006) propõe um valor *default* de 450 kg de C por tonelada de papel seco em estufa. Considerando os valores aqui obtidos, pode-se dizer que são muito inferiores a esse valor referência.

Densidade de carbono nos cigarros

Com base na massa individual de cada cigarro e seu correspondente teor de carbono, calculou-se a densidade média de carbono de um cigarro. O valor médio de massa em carbono de um cigarro é de 0,28 g. Esse valor, uma vez convertido para CO₂ equivalente (CO_{2eq.}), admitindo-se a relação direta de carbono para dióxido de carbono de 3,66 (peso atômico do carbono igual a 12 e do oxigênio igual a 16), equivale ao valor aproximado de 1 g por unidade queimada. Portanto, ao ascender e fumar um cigarro o fumante emitiria essa quantidade de dióxido de carbono na atmosfera. Consequentemente, ao fumar uma carteira a emissão seria de cerca de 20 g de CO_{2eq.} (Tabela 4).

Considerando que o consumo anual de cigarros no Brasil é de 3.795.907.320 carteiras (base 2013) (ANUÁRIO BRASILEIRO DO TABACO, 2014) e que cada carteira tem 20 cigarros, seriam queimados anualmente 75.918.146.400 unidades. Isso resultaria em uma emissão de mais de 78 mil toneladas de dióxido de carbono. Adicionalmente, considerando que a emissão brasileira em CO₂ equivalente em todos os setores é de 1.246.477 Gg (BRASIL, 2013), a emissão pela queima de cigarros representaria 0,0063% desse total.

TABELA 4 – Densidade de carbono e correspondentes em CO_{2eq.} de cinco marcas de cigarros comercializadas no Brasil

Grandeza	1 cigarro (g)	1 carteira (g)	Brasil (t)
Carbono	0,283	5,661	21.487
CO _{2eq.}	1,038	20,756	78.787

CONCLUSÕES

- Em média um cigarro contém em sua massa 77% de folhas de tabaco e 5% de papel, cuja massa em média é de 0,87 g, considerando o filtro;
- Existem diferenças significativas entre as massas das distintas marcas de cigarros comercializadas no Brasil;
- Os teores médios de carbono do tabaco e do papel do cigarro são de 39,91% e 31,02%, respectivamente;
- Existem diferenças significativas entre os teores de carbono das distintas marcas de cigarros comercializadas no Brasil;
- A densidade de carbono de um cigarro, quando queimado, equivale à emissão de 1 g de dióxido de carbono para a atmosfera;
- A emissão anual por consumo de cigarro no Brasil, que foi calculada em 78 mil toneladas de dióxido de carbono equivalente, representa muito pouco da emissão total de gases de efeito do país, que é de 1,2 bilhão de toneladas. Nesse sentido, o impacto ambiental da queima de cigarros é pequeno.

REFERÊNCIAS

AMERICAN CANCER SOCIETY. **Tobacco Atlas**. 2^a. ed. 2006. Disponível em: <http://www.cancer.org/docroot/AA/content/AA_2_5_9xTobacco_Atlas.aspS>. Acesso em: 21 jun. 2015.

ANUÁRIO BRASILEIRO DO TABACO. 2014. Disponível em: <<http://sinditabaco.com.br/wp-content/uploads/2014/12/anuario-2014.pdf>>. Acesso em 19 jun. 2015.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Brasília, 2013. Disponível em: <[http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/event sheet.pdf](http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/event%20sheet.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2015.

DALLAGNOL, F.S.; MOGNON.F; SANQUETTA, C.R.; DALLA CORTE, A.P. Teores de carbono de cinco espécies florestais e seus compartimentos. **Floresta e Ambiente**. v.18, n.4, p.410-416, 2011.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Projections of tobacco production, consumption and trade to the year 2010**. Roma: FAO. 2003. 101p.

FLORIDA STATE UNIVERSITY RESEARCH FOUNDATION. **Science, tobacco and you: Global warming**. 2010. Disponível em: <<http://scienceu.fsu.edu/content/tobaccoyou/ambiente/docs/globalwarming.html>>. Acesso em 20 mai. 2015.

GUERIN, M.R.; HIGGINS, C.E.; JENKINS, R.A. Measuring environmental emissions from tobacco combustion: sidestream cigarette smoke literature review. **Atmospheric Environment**, v.21, n. 2, p.291-29. 1987.

HUSSAIN, M.; ZAIDI, S.M.H.; MALIK, R.N.; SHARMA, B.D. Greenhouse gas emissions from production chain of a cigarette manufacturing industry in Pakistan. **Environmental Research**, v.134, p.81-90. 2014.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**, 2006.

NG, M.; FREEMAN, M.K.; MPH; FLEMING, T.D.; ROBINSON, M.; DWYER-LINDGREN, L.; THOMSON, B.; WOLLUM, A.; SANMAN, E; WULF, S.; LOPEZ, A.D.; MURRAY, C.J.L.; GAKIDOU, E. Smoking Prevalence and Cigarette Consumption in 187 Countries, 1980-2012. **Journal of the American Medical Association**, v.311, n.2, p.183-192. 2014.

SANQUETTA, C.R.; SANQUETTA. M.N.I.; RUZA, M.S.; DALLA CORTE, A.P.; BERTOLUCCI, V.C. Teores de carbono em *Phyllostachys aurea* Carr. ex A.& C. Rivi'ere: subsídios para o tier 3 do IPCC. **Enciclopédia Biosfera**, v.11 n.21, p.1793-1799, 2015.

SCHWARTZ, L.; GUAIS, A.; CHAUMET-RIFFAUD, P.; GRÉVILLOT, G.; SASCO, A.J.; MOLIN, T.J.; MOHAMMAD, A. Carbon dioxide is largely responsible for the acute inflammatory effects of tobacco smoke. **Inhalation Toxicology**, v.22, n.7, p.543-551. 2010.

THIELEN, A.; KLUS, H.; MÜLLER, L. Tobacco smoke: Unraveling a controversial subject. **Experimental and Toxicologic Pathology**, v.60, p. 141-156. 2008.