

## Quantificação do dióxido de carbono emitido em feira de negócios no Sudoeste do Paraná

### *Quantification of carbon dioxide emitted at trade fairs in the Southwest of Paraná*

Henrique Gonçalves Machado<sup>1</sup>, Camila Nicola Boeri Di Domenico<sup>2</sup>, Marcos Henrique Tomazini Mikoanski<sup>1</sup>, Denise Andreia Szymczak<sup>3</sup>

**RESUMO:** O crescimento populacional e o desenvolvimento econômico intensificaram as emissões dos gases de efeito estufa (GEE) no meio ambiente. Em contrapartida, a ciência e a tecnologia têm mostrado caminhos para amenizar este impacto. O presente estudo teve como objetivo a quantificação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido pelas atividades da Expofeira Mulher 2019 realizada na cidade de Francisco Beltrão (PR), com o propósito de estimar o número de árvores necessárias para plantio de forma a realizar a compensação destas emissões. O evento ocorreu entre os dias 03 a 07 de abril de 2019 e teve um público aproximado de 60 mil participantes, sendo uma feira de negócios muito importante para a economia da cidade e que movimenta a região Sudoeste do Estado a cada dois anos. Usando a metodologia adaptada da cartilha desenvolvida pelo SENAI – Inventário de emissões de gases do efeito estufa – que utiliza como base o programa *GHG Protocol*, foi possível quantificar o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) gerado pelos resíduos sólidos orgânicos e pelo transporte dos participantes. A partir das análises realizadas, observou-se que o transporte para o evento foi o que mais gerou CO<sub>2</sub>, cerca de 94,04 t, correspondendo a 98,4% das emissões. Para a compensação de carbono gerado no evento, será necessário o plantio de 7.345 árvores, sendo que destas nove serão relativas aos resíduos e 7.336 para compensar o transporte.

**Palavras-chave:** Carbono zero. Mitigação ambiental. Sustentabilidade.

**ABSTRACT:** Population growth and economic development have intensified greenhouse gas (GHG) emissions into the environment. On the other hand, science and technology have shown ways to mitigate this impact. The present study aimed to quantify the carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emitted by the activities of Expofeira Mulher 2019 held in the city of Francisco Beltrão PR, seeking to estimate the number of trees needed for planting in order to offset these emissions. The event took place between April 3rd and 7th, 2019 and had an audience of approximately 60,000 participants, being a very important business fair for the city's economy and moving the southwest region of the state every two years. Using the methodology adapted from the booklet developed by SENAI – Inventory of Greenhouse Gas Emissions – which uses the *GHG Protocol* program as a basis, it was possible to quantify the carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) generated by solid organic waste and by the transport of participants. From the analyzes carried out, it was observed that transport to the event generated the most CO<sub>2</sub>, around 94.04 t, corresponding to 98.4% of emissions. To offset the carbon generated at the event, it will be necessary to plant 7345 trees, of which 9 will be related to waste and 7336 to compensate for transport.

**Keywords:** Environmental mitigation. Sustainability. Zero carbon.

#### Autor correspondente:

Camila Nicola Boeri Di Domenico: [camiladomenico@utfpr.edu.br](mailto:camiladomenico@utfpr.edu.br)

Recebido em: 18/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

## INTRODUÇÃO

Os processos industriais, de geração de energia, os veículos automotores e as queimadas são, dentro das atividades realizadas pelo homem, as principais causas de introdução de poluentes na atmosfera e, em sua maioria, são maléficos à saúde humana e também à flora (BRASIL, 2020). Um desses poluentes é o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), bastante comum e gerado em praticamente todas as atividades humanas. Ele é um dos gases responsáveis pelo aquecimento global que causa vários problemas como aquecimento dos oceanos, aumento de temperaturas extremas,

<sup>1</sup> Acadêmicos de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Câmpus Francisco Beltrão (PR), Brasil.

<sup>2</sup> Docente do Departamento Acadêmico de Física, Estatística e Matemática, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Câmpus Francisco Beltrão e docente permanente do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT – UTFPR) - Câmpus Toledo (PR), Brasil.

<sup>3</sup> Docente do Departamento Acadêmico de Engenharias, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Câmpus Francisco Beltrão (PR), Brasil.

maior frequência, intensidade e quantidade de chuva em algumas regiões do mundo, e em outras o aumento ou a frequência de secas (IPCC, 2019).

Dada esta problemática, a consciência no desenvolvimento de atividades que reduzem as emissões de CO<sub>2</sub> e que remediam os seus impactos estão cada vez mais presentes na sociedade. Um exemplo disso ocorre em grandes eventos e feiras de negócios, onde se busca cada vez mais efetivar a sustentabilidade ambiental, de forma a ponderar cada detalhe do planejamento como uma fonte possível de emissão de poluente, e com isso desenvolver a melhor solução para atingir os objetivos do tripé da sustentabilidade (ambiental, social e econômico) do evento (SCRUCCA *et al.*, 2016).

Na literatura, é possível encontrar alguns estudos que demonstram os impactos de diferentes eventos e uma possível compensação dos mesmos, como elencado a seguir.

Crabb (2018) realizou um projeto para compensar as emissões da construção do estádio de futebol feito para a Copa do Mundo FIFA 2014, no Mato Grosso. Pereira e Ribeiro (2016) avaliaram a emissão dos gases de efeito estufa nas realizações das copas do mundo de futebol nos anos de 2006, 2010 e 2014 (Alemanha, África do Sul e Brasil). Connolly, Dupras e Séguin (2016) analisaram as emissões de gases de efeito estufa que resultam de turnês e shows e propuseram um modelo de compensação de carbono. Lou *et al* (2015) fizeram a inspeção da emissão dos gases dos aterros sanitários que foram alimentados com resíduos gerados em uma exposição de grandes proporções. Dolf e Teehan (2015) avaliaram a emissão total de gases de efeito estufa causada pelas viagens das equipes e dos espectadores em eventos esportivos da Universidade da Colúmbia Britânica, apresentando diferentes cenários para redução deste impacto.

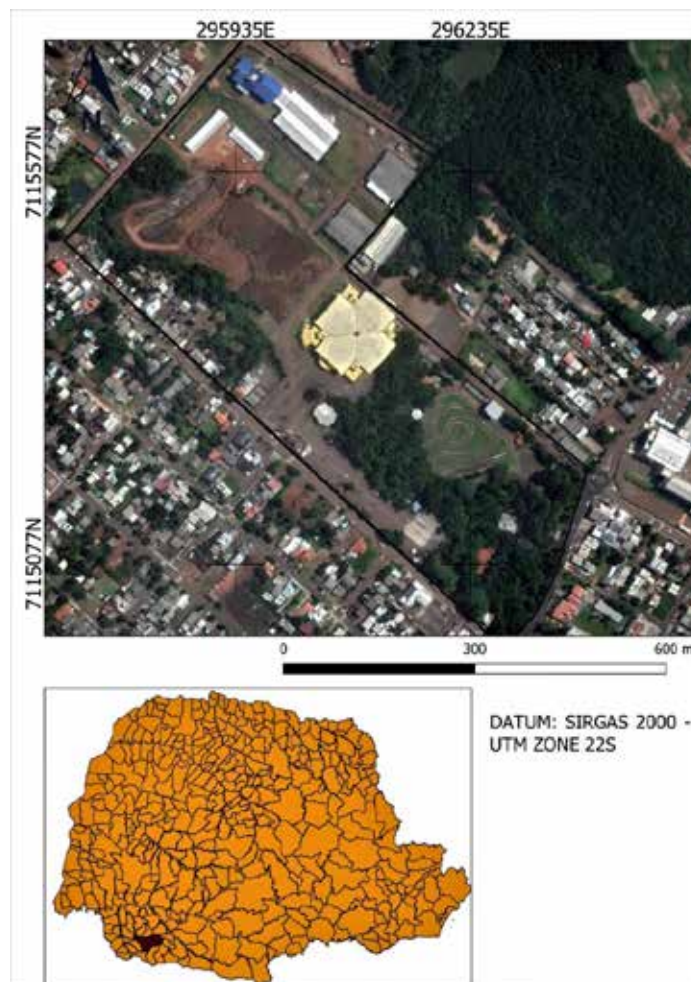
970 Uma das formas utilizadas para se realizar a compensação de carbono é através do plantio de mudas para o reflorestamento. Além do sequestro de carbono, podem servir para recreação, beleza cênica, recuperação de áreas degradadas, além de conservar a biodiversidade e proteger o solo contra erosões (SANT'ANNA; NOGUEIRA, 2010).

Nesse contexto, este estudo teve por objetivo a quantificação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>CO<sub>2</sub>) emitido durante a Expofeira Mulher 2019 realizada na cidade de Francisco Beltrão – sudoeste do Estado do Paraná, e com isso calcular o número de mudas de árvores nativas da região que deveriam ser plantadas para compensar as emissões do evento.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no parque de exposição Jayme Canet Júnior, localizado na cidade de Francisco Beltrão, região Sudoeste do Paraná (Figura 1). A Feira foi realizada no período de 3 a 7 de abril de 2019 e, de acordo com a organização do evento, teve movimentação de aproximadamente 60 mil pessoas.



**Figura 1.** Área de estudo - Imagem superior Parque Jaime Canet Júnior e imagem inferior localização do município de Francisco Beltrão (PR).

Fonte: IBGE (2018).

## 2.2 QUANTIFICAÇÃO DO CO<sub>2</sub>

A metodologia utilizada no presente estudo para a quantificação do CO<sub>2</sub> emitida no evento foi adaptada do SENAI – Inventário de emissões de gases do efeito estufa (SENAI, 2017). Esse método usa como base o programa *GHG Protocol*.

O *GHG Protocol* é uma ferramenta projetada para entender, quantificar e gerenciar emissões de GEE (Gases do Efeito Estufa). Foi desenvolvida nos Estados Unidos, em 1998, pelo *World Resources Institute* (WRI) e é considerado um dos métodos mais utilizados no mundo para a realização de inventários de GEE. Além disso, é compatível com a norma ISO 14.064 e com os métodos de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) (GHG PROTOCOL, 2017).

Este estudo buscou quantificar as emissões de CO<sub>2</sub> dos resíduos gerados pelo evento e que serão destinados ao aterro sanitário. Com a decomposição, esses resíduos emitirão o gás. As emissões produzidas pelos meios de transporte dos participantes até o local da feira também foi o foco do estudo, já que a queima do combustível emite o gás.

Para a quantificação dos resíduos, foram desconsiderados os resíduos gerados no período de montagem e desmontagem da feira (07 dias antes de abrir ao público e 03 dias após encerramento das atividades), já que os resí-

duos orgânicos e rejeitos gerados nestes dias foram praticamente nulos devido ao reaproveitamento dos materiais. Os resíduos recicláveis não contribuem para a geração de  $\text{CO}_2$ , pois são destinados à reciclagem, prática utilizada no município de Francisco Beltrão através de uma empresa de coleta seletiva.

Os resíduos orgânicos e rejeitos (materiais recicláveis contaminados, embalagens de salgadinho, bolacha, papel toalha, papel higiênico, absorvente, entre outros) foram recolhidos das lixeiras e pesados ao final de cada dia de evento.

Para a realização do cálculo de emissão de resíduos sólidos orgânicos, primeiramente calculou-se o valor do fator de emissão (Fe), dado pela Equação 1:

$$Fe = \{[(DOC \cdot DOCf \cdot MCF \cdot F) - R] \cdot (1 - OX)\} \cdot FC \quad (1)$$

Em que:

Fe = Fator de emissão (kg  $\text{CH}_4$ /kg Resíduo);

DOC = Fração degradável do resíduo orgânico - valor tabelado (15%);

DOCf = Fração de carbono orgânico degradável;

MCF = Fator de correção do metano;

F = Fração de metano no resíduo;

R = Fração de metano recuperado, 0;

OX = Fator de oxidação;

FC = Fator de conversão do metano ( $\text{CH}_4$ ) e do Carbono (C).

972

De acordo com Eggleston *et al.* (2006), os parâmetros utilizados na equação (1) foram DOCf = 0,5; MCF = 1; F = 0,5; OX = 0,1 e FC = 1,33.

Após obter o valor do fator de emissão, utilizou-se a Equação 2 para encontrar o valor de emissão de  $\text{CH}_4$ . Este valor será importante para encontrar a quantidade de  $\text{CO}_2$  gerada pelos resíduos da feira despachados para o aterro municipal de Francisco Beltrão.

$$ECH_4 = Fe \cdot QR \quad (2)$$

Sendo:

$ECH_4$  = Emissão de  $\text{CH}_4$  (kg  $\text{CH}_4$ );

QR = Quantidade de resíduos (kg).

Para encontrar o valor de emissão de  $\text{CO}_2$ , multiplicou-se a emissão de  $\text{CH}_4$  pelo seu potencial de aquecimento global, conforme Equação 3. Para transformar a emissão de  $\text{CO}_2$  equivalente em toneladas efetuou-se a divisão por 1000.

$$ECO_2e = (ECH_4 \cdot 25) \div 1000 \quad (3)$$

Em que:

$ECO_2e$  = Emissão de  $\text{CO}_2$  equivalente (kg  $\text{CO}_2e$ ).

Para levantar dados para a quantificação do CO<sub>2</sub> emitido pelos meios de transporte de colaboradores e da população em geral que participou do evento, foi aplicado um questionário por meio do *Google Forms* com auxílio de telefones celulares. Foram entrevistadas, aleatoriamente, 1.065 pessoas em quatro dias do evento, que representou 1,8% do total de participantes, que segundo a Comissão Organizadora foi de aproximadamente 60 mil pessoas. Esse é um valor aproximado porque algumas pessoas, especialmente as que moram próximas ao local do evento, não utilizaram transporte motorizado para se deslocar.

Cabe ressaltar que nesse item foram contabilizados os deslocamentos a partir do início da montagem até a desmontagem da feira, pois vieram equipes de todo o país para trabalhar nas estruturas do evento.

O questionário buscava obter informações sobre o tipo de veículo, ano, tipo de combustível e a distância percorrida até o local da feira pelos entrevistados. Com esses dados, foi possível calcular o consumo médio de combustível (C) gasto pela locomoção.

Com o consumo médio, número de veículos e a quilometragem rodada até o evento foi determinado o valor de combustível estimado, por meio da Equação 4.

$$CE = \sum_{i,j} [ N_{i,j} \cdot D_{i,j} \cdot C_{i,j} ] \quad (4)$$

Em que:

CE = Combustível estimado (L);

N = Número de veículos;

D = Quilometragem (L);

C = Consumo médio do combustível (L/km).

973

Com a realização da estimativa de volume de combustível, é possível converter a unidade de volume por unidade de energia, utilizando-se a Equação 5.

$$CC = CE \cdot Fconv \quad (5)$$

Sendo:

CC = Consumo de energia (TJ);

CE = Combustível estimado (L);

Fconv = Fator de conversão (TJ/unidade do combustível).

Os modelos de veículos foram classificados em carro a gasolina, carro a álcool, motocicleta a gasolina e veículos a diesel, sendo os valores do fator de conversão (tabelado) respectivamente, 0,00003224 TJ/L, 0,00002135 TJ/kg, 0,00003224 TJ/L e 0,0000355 TJ/L, conforme dados do Balanço Energético (2016).

Para finalizar, com o valor de consumo energético e o fator de emissão do combustível (tabelado), determinou-se o valor de emissão de CO<sub>2</sub>, por meio da Equação 6, em que a emissão de CO<sub>2</sub> é dividida por 1000 para transformar em toneladas (t).

$$E = \sum_j [ CC_j \cdot FE_j ] \div 1000 \quad (6)$$

Sendo:

E = Emissão de CO<sub>2</sub> (kg);

FE = Fator de emissão do combustível (kg/TJ).

Os fatores de emissão utilizados foram 69300 kg/TJ para a gasolina, 74100 kg/TJ para o óleo diesel e 0 para o álcool (IPCC, 2006).

Por fim, utilizou-se a Equação 7 para realizar a conversão de CO<sub>2</sub> em mudas de árvores nativas necessárias para fixar o carbono produzido na feira:

$$Q_{\text{árvores}} = \frac{E}{F_f} \quad (7)$$

Em que:

$Q_{\text{árvores}}$  = quantidade de árvores necessárias para compensação de CO<sub>2</sub>;

E = Emissão de dióxido de carbono (tCO<sub>2</sub>);

$F_f$  = fator de fixação do carbono (0,18 tCO<sub>2</sub>.árvore<sup>-1</sup>).

Para o parâmetro  $F_f$ , foram utilizados os dados de Duarte e Marchetto (2014).

## 974 2.3 EXTRAPOLAÇÃO DOS DADOS DE TRANSPORTE

Tendo em vista que foram entrevistadas 1.065 participantes da feira, sentiu-se a necessidade de extrapolar os dados sobre o transporte para o público total. Para esta extrapolação, foram utilizados dados do Sistema de Informação da Mobilidade Urbana da Associação Nacional do Transporte Público (SIMOB/ANTP, 2017), que destaca que 29% das viagens urbanas do Brasil são por meio do transporte individual motorizado (25% automóveis e 4% motocicletas).

Com base nesta informação, foi considerado que 25% dos participantes se locomoveram até o evento de automóvel e 4% de motocicleta, do total estimado de 60 mil participantes da feira. Segundo o DENATRAN (2020), o sudoeste do Paraná possui 271.740 automóveis em circulação e 625.378 pessoas (ZIMERMANN, 2019) e, com estes dados, é possível encontrar a quantidade de pessoas por automóvel na região de acordo com a Equação 8.

$$MP = (PO \div QA) \quad (8)$$

Em que:

MP = Média de pessoas por veículo;

PO = População;

QA = Quantidade de automóveis.

Para estimar o número de veículos que se deslocaram até o evento foi utilizada a Equação 9, considerando-se que para as motocicletas, a média é de uma pessoa por veículo:

$$VE = (PP \cdot P) \div MP \quad (9)$$

Sendo:

VE = Número de veículos no evento;

PP = Público presente na feira;

P = Porcentagem de viagens (considerando-se 25% para automóveis e 4% para motos);

MP = Média de pessoas por veículo (automóveis e motos).

Após estimar a quantidade de veículos no evento, foi feita a extrapolação para a quantidade de árvores necessárias para a compensação do dióxido de carbono gerado no evento, por meio da Equação 10:

$$QE = (VE \cdot AA) \div VA \quad (10)$$

Em que:

QE = Quantidade de árvores extrapoladas;

VE = Número de veículos no evento;

AA = Árvores para compensação do CO<sub>2</sub> da amostra entrevistada;

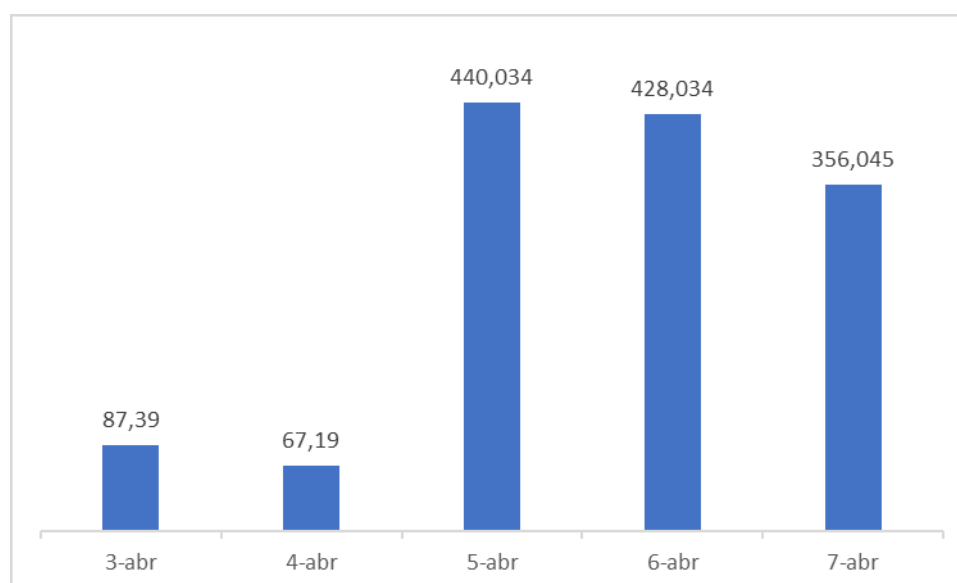
VA = Número de veículos da amostra entrevista.

Os ônibus foram desconsiderados pelo fato de a feira não interferir nos seus deslocamentos, ou seja, independentemente de a feira ocorrer ou não, o transporte público seguiria sua rota normalmente.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 RESULTADOS DA QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

A Figura 2 apresenta a quantidade de resíduos orgânicos e rejeitos gerados durante os cinco dias do evento.



**Figura 2.** Resíduos e rejeitos gerados em cada dia do evento.

Fonte: Dados dos autores (2019).

No local de realização do evento foi efetuada uma boa gestão de resíduos, com vários pontos de coleta espalhados em pontos estratégicos, separados em duas categorias: recicláveis e orgânicos. Os resíduos orgânicos e os considerados rejeitos contabilizaram 74,82% do resíduo total gerado pela feira, sendo desconsiderados os resíduos da montagem e desmontagem do evento (os resíduos orgânicos e rejeitos que foram gerados nesta fase foram praticamente nulos). Durante os dias de evento foram gerados 1.378,7 kg de resíduos destinados ao aterro sanitário, ou seja, 0,023 kg de resíduos por pessoa.

O tema da Expofeira foi voltado para a sustentabilidade, com isso várias ações acabaram sendo tomadas para reduzir a quantidade de resíduos gerados durante o evento. Um exemplo foi a substituição de copos plásticos de uso único (não reciclável em Francisco Beltrão) pelos copos plásticos reutilizáveis. Este resultado torna-se significativo quando comparado aos encontrados por outros autores em eventos com a mesma importância, como o estudo de Duarte e Marchetto (2014), em que realizaram a quantificação de CO<sub>2</sub> em uma Feira do Empreendedor em Mato Grosso, com duração de quatro dias, sendo contabilizados 692,12 quilos de resíduos orgânicos e o público total foi de 23.657 pessoas, isso é equivalente a 0,029 kg de resíduos por pessoa. Em outro estudo, Nery *et al.* (2013) realizaram a quantificação de resíduos em um evento denominado Festiqueijo, na cidade de Carlos Barbosa (RS). Este festival teve duração maior (12 dias) que o presente artigo, mas a comparação é válida já que o público presente foi muito inferior ao da Feira da Mulher. Segundo a prefeitura de Carlos Barbosa, o Festiqueijo contou com um total de 28.484 pessoas, sendo que os resíduos contabilizaram 1991,44 kg, e a quantidade de resíduos por pessoa foi de 0,070 kg.

Estes resultados demonstram a importância de uma boa gestão de resíduos em eventos, a fim de sempre gerar o mínimo possível, reduzir, separar corretamente e encaminhar os materiais para a destinação correta. Segundo Magalhães *et al.* (2020), deve-se ter uma gestão consciente e inteligente de resíduos para sempre minimizar os impactos negativos gerados ao meio ambiente.

Na Tabela 1 é apresentada a quantidade total de CO<sub>2</sub> emitida pelos resíduos durante os dias de realização da feira e a quantidade necessária de árvores que devem ser plantadas para realizar a compensação desta emissão.

**Tabela 1.** Total de CO<sub>2</sub> emitido e árvores necessárias para a compensação dos resíduos sólidos

Fator de emissão (kg CH <sub>4</sub> /kg resíduo)	CH <sub>4</sub> emitido (kg)	CO <sub>2</sub> emitido (t)	Árvores necessárias para compensação (un)
0,04489	61,8964	1,5474	9

Fonte: Dados dos autores (2019).

Os resíduos enviados para o aterro contribuíram para a geração de 1,5474 t de CO<sub>2</sub>, este valor poderia ter sido muito menor se houvesse um descarte correto dos resíduos, pois em muitos casos os participantes acabaram misturando os resíduos recicláveis com os orgânicos, com conseqüente contaminação do material. Se houvesse o descarte correto, o resíduo orgânico poderia ser reaproveitado para a geração de composto orgânico através da compostagem. Segundo Prado Filho e Sobreira (2007), a compostagem produz material semelhante ao de um fertilizante orgânico, podendo contribuir como uma boa fonte de renda, além de colaborar para a diminuição do CO<sub>2</sub>.

### 3.2 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO

Os resultados aqui apresentados são referentes apenas ao 1,8% do público que foi entrevistado. A Tabela 2 apresenta a quantidade de veículos presentes na feira de acordo com os entrevistados.



**Tabela 2.** Quantidade de veículos presentes na feira e seu tipo de combustível

Combustível	Quantidade de veículos	(%)
Carro a gasolina	610	71,4
Carro a etanol	160	18,7
Veículos a diesel	49	6,3
Motos a gasolina	30	3,5
TOTAL	849	100

Fonte: Dados dos autores (2019).

Mais da metade dos entrevistados (71,4%) utilizaram veículos movidos a gasolina, seguido pelo etanol (18,7%). Isso deve-se ao fato de que os carros populares são os mais comuns entre a população brasileira e, em sua grande maioria, vem de fábrica com motores movidos a gasolina ou a etanol (principalmente os mais antigos), já o diesel (6,3%) é para veículos com custo mais elevado.

A Tabela 3 relaciona a quantidade de CO<sub>2</sub> gerada pelo deslocamento dos participantes entrevistados e a quantidade de árvores a serem plantadas para a sua compensação.

**Tabela 3.** Total de árvores a serem plantadas por tipo de veículo e combustível

Veículo / combustível	Distância (km)	Combustível estimado (L)	Consumo energético (TJ)	CO <sub>2</sub> Total (t)	Árvores necessárias (un)	(%) de CO <sub>2</sub>
Carro / gasolina	5557,9	22253,0	0,7174	49,72	276	52,9
Carro / álcool	1446	1767,0**	0,0377	0,00	0	0,0
Moto / gasolina	3209	2523,0	0,0813	5,64	31	6,0
Carro / diesel	1242	14705,0	0,5220	38,68	215	41,1
Total	11454,9	41690,5	1,3680	94,04	522	100,0

Fonte: Dados dos autores (2019).

\*\* Álcool foi transformado para quilograma (kg) pois o fator de conversão dele está em TJ/kg.

Os combustíveis derivados de petróleo (gasolina e diesel) são os que mais geraram dióxido de carbono, estes são compostos constituídos apenas de carbono (C) e hidrogênio (H), ou seja, hidrocarbonetos. O CO<sub>2</sub> é liberado pela combustão incompleta do motor, ocorrendo quando não há oxigênio suficiente para reação, sendo que 80% do gás são gerados nesta fase. Os veículos derivados de petróleo utilizam um ciclo de carbono semiaberto, ou seja, uma parte do carbono gerado na combustão incompleta, lançado na atmosfera, é reabsorvida novamente pelo processo da fotossíntese (GAZZONI, 2014).

Os veículos movidos a diesel tiveram menor distância percorrida, mas geraram grande parcela de CO<sub>2</sub>. Observando-se a Tabela 3, pode-se notar que estes veículos geram mais poluentes que os movidos a gasolina, por conterem em sua estrutura molecular mais carbono. Segundo a ANP (2019), os hidrocarbonetos do diesel possuem cadeias de 8 a 16 carbonos, enquanto a gasolina possui de 4 a 12 (CARVALHO, 2014). Já os biocombustíveis utilizam o ciclo de carbono fechado, onde todo o carbono gerado na combustão é reabsorvido novamente no próximo ciclo para a produção da mesma quantidade de biocombustível (GAZZONI, 2014). Por este motivo, o fator de emissão do álcool é considerado zero. A moto também é um veículo automotor movido a gasolina, porém sua emissão foi bem abaixo que a dos automóveis. Por ser um veículo leve, é extremamente econômico, fazendo uma média de 30 km/L de combustível e, devido a este fator, há menor queima de combustível, ocasionando em menor geração de poluentes.

### 3.3 COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

O total de  $\text{CO}_2$ , gerado pela Expofeira Mulher 2019, foi de 95,5874 toneladas, sendo que destas 1,5474 deram-se pelos resíduos e 94,04 pelo deslocamento do público. A atividade com maior geração de  $\text{CO}_2$  foi a de deslocamento dos frequentadores da feira, sendo que esta acarretou na geração de cerca de 98,4% do  $\text{CO}_2$  total emitido no evento. Assim, seria necessário o plantio de 531 árvores para compensar o carbono gerado pela Expofeira Mulher, sendo nove pela geração de resíduos e 522 pelo transporte, tendo por base apenas os dados coletados.

Como foi proposta a extrapolação dos dados sobre o transporte, de forma que o número de mudas necessárias para o plantio ficasse mais condizente com o público presente no evento, o número de 522 árvores foi extrapolado para 7.336. De acordo com a metodologia apresentada, os cálculos feitos resultaram em uma média de 2,3 pessoas por automóvel, estimando-se um total de 6.517 automóveis e 2.400 motos presentes na feira. Estes valores resultaram em 4.856 árvores necessárias para a compensação do carbono emitido pelos automóveis e 2.480 para a emissão pelas motocicletas, totalizando para todo o evento a necessidade de se fazer o plantio de 7.345 mudas.

O plantio de mudas arbóreas para o reflorestamento é um dos métodos mais eficazes para a compensação do carbono. As árvores possuem um ciclo de vida elevado, diferente das plantas anuais que morrem e se decompõem rapidamente, e ao longo de sua vida acabam desenvolvendo grande biomassa, capturando e retendo grande quantidade de carbono (SEDJO, 2001). Segundo Lacerda *et al.* (2009), 50% da biomassa florestal são compostas por carbono, sendo que os vegetais terrestres retiram anualmente, no processo da fotossíntese, cerca de 100Gt de carbono em forma de  $\text{CO}_2$  (PACHECO; HELENE, 1990).

### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a pesagem, pode-se perceber que boa quantidade dos resíduos que foram destinados ao aterro sanitário de Francisco Beltrão era reciclável. Isso se deve ao fato de que uma porcentagem da população presente no evento não efetuou o descarte correto dos resíduos, apesar da disponibilidade de lixeiras identificadas, o que denota a falta de consciência e educação ambiental da população em geral.

O deslocamento da população para o evento foi o fator que mais contribuiu para a geração de  $\text{CO}_2$ , cerca de 94,04 toneladas. Isso se deu pelo fato de que a grande maioria dos participantes entrevistada se deslocou por algum tipo de veículo automotor.

Para realizar a compensação ambiental do carbono emitido pela feira, será necessário o plantio de 7.336 mudas de árvores para o deslocamento e nove para os resíduos gerados, resultando em 7.345 mudas, sendo que estas deverão ser nativas do Estado do Paraná.

### REFERÊNCIAS

ANP. Agência nacional de Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis. **Óleo Diesel**. 2019. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/petroleo-derivados/155-combustiveis/1857-oleo-diesel>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2016. **Ano Base 2015**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-2016>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar>. Acesso: 17 mai. 2020.

CARVALHO, F. I. M.; DANTAS FILHO, H. A. Estudo da qualidade da gasolina tipo A e sua composição química empregando análise de componentes principais. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 33-38, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422014000100007>.

CONNOLLY, M.; DUPRAS, J.; SÉGUIN, C. An economic perspective on rock concerts and climate change: Should carbon offsets compensating emissions be included in the ticket price?. **Journal of Cultural Economics**, v. 40, n. 1, p. 101-126, 2016.

CRABB, L. A. Debating the success of carbon-offsetting projects at sports mega-events. A case from the 2014 FIFA World Cup. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 37, n. 2, p. 178-196, 2018.

DENATRAN. **Quantidade de Veículos por UF, Município, Tipo, Espécie e Eixo de Janeiro de 2020**. Disponível em: <https://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article/115-portal-denatran/9484-frota-de-ve%C3%ADculos-2020.html>. Acesso em: 20 ago. 2020.

DOLF, M.; TEEHAN, P. Reducing the carbon footprint of spectator and team travel at the University of British Columbia's varsity sports events. **Sport Management Review**, v. 18, n. 2, p. 244-255, 2015.

DUARTE, L. P. D. S. S.; MARCHETTO, M. Compensação de CO<sub>2</sub> em Eventos. Estudo de Caso: Feira do Empreendedor – MT. **E&S Engineering and Science**, v. 1, n. 1, p. 103, 2014. Doi: 10.18607/ES201411603.

GAZZONI, D. L. **Balço de emissões de dióxido de carbono por biocombustíveis no Brasil: histórico e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

IBGE. **Paraná – Malha Municipal Digital, 2018**. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa222146>. Acesso em: 29 ago. 2020.

EGGLESTON, H. S.; BUENDIA, L.; MIWA, K.; NGARA, T.; TANABE, K. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Japan: 2006.

LACERDA, G. S.; COUTO, H. T. Z.; HIROTA, M. M.; PASISHNYK, N.; POLIZEL, J. L.; Estimativa de biomassa em carbono em áreas restauradas com plantio de essências nativas. **Emendabis Mensvran Sillvarvn**, n. 5, 2009.

LOU, Z.; BILITEWSKI, B.; ZHU, N.; CHAI, X.; LI, B.; ZHAO, Y.; OTIENO, P. Greenhouse gas emission and its potential mitigation process from the waste sector in a large-scale exhibition. **Journal of Environmental Sciences**, v. 31, p. 44-50, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2014.12.004>

NERY, C. H. C.; CONTO, S. M.; ZARO, M.; PISTORELLO, J.; PEREIRA, G. S. Geração de Resíduos Sólidos em Eventos Gastronômicos: o Festiqueiro de Carlos Barbosa. **Revista Rosa dos Ventos**, v. 5, n. 2, p. 264 - 279, 2013.

PACHECO, M. R. P. S.; HELENE, M. E. M. Atmosfera, fluxos de carbono e fertilização por CO<sub>2</sub>. **Estudos Avançados**, v. 4, n. 9, p. 204 - 220, 1990. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40141990000200010>.

PEGADO, C. M. A.; ANDRADE, L. A. D.; FÉLIX, L.P.; PEREIRA, I.M. Efeitos da invasão biológica de algaroba: *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 887-898, 2006. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000400013>.

PEREIRA, R. P. T.; RIBEIRO, G. M. Sustentabilidade em Copas do Mundo: uma análise comparativa da emissão de gases do efeito estufa provenientes dos transportes e das demais infraestruturas. **ENGEVISTA**, v. 18, n. 2, p. 436-454, 2016. Doi: <https://doi.org/10.22409/engevista.v18i2.848>

PRADO FILHO, J. F.; SOBREIRA, F. G. Desempenho operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiados pelo ICMS Ecológico de Minas Gerais. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 52-61, 2007. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522007000100007>.

SANT'ANNA, A. C.; NOGUEIRA, J. M. Valoração Econômica dos Serviços Ambientais das Florestas Nacionais. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 2, n. 1, p. 82-108, 2010.

SEDJO, R. A. **Forest carbon sequestration**: some issues for forest investments. Washington: Resources for the Future, 2001.

SENAI. **Cartilha inventário de emissões de gases de efeito estufa**. Departamento Regional do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

SCRUCCA, F.; SEVERI, C.; GALVAN, N.; BRUNORI, A. A new method to assess the sustainability performance of events: Application to the 2014 World Orienteering Championship. **Environmental Impact Assessment**, v. 56, p. 1-11, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.08.002>

SIMOB/ANTP. **Sistema de Informação da Mobilidade Urbana da Associação Nacional do Transporte Público**. Relatório geral 2017. Disponível em: <http://files.antp.org.br/simob/sistema-de-informacao-de-mobilidade-urbana-da-antp-2017.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2020

ZIMERMANN, G. População do Sudoeste do Paraná volta a crescer. **RBJ**. Disponível em: [https://rbj.com.br/geral/populacao-do-sudoeste-do-parana-volta-a-crescer-3150.html#:~:text=A%20popula%C3%A7%C3%A3o%20do%20Sudoeste%20do,quarta%20feira%20\(28\)](https://rbj.com.br/geral/populacao-do-sudoeste-do-parana-volta-a-crescer-3150.html#:~:text=A%20popula%C3%A7%C3%A3o%20do%20Sudoeste%20do,quarta%20feira%20(28)). Acesso em: 25 ago. 2020.