

## COMO COMPENSAR SUAS EMISSÕES NO TRANSPORTE DO DIA A DIA<sup>1</sup>

**Como calcular as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) produzidas no transporte de veículos?  
Como compensar suas emissões utilizando-se de árvores ou florestas?**

Warwick Manfrinato<sup>2</sup>  
Edson Vidal<sup>3</sup>  
Pedro Brancalion<sup>4</sup>

### Introdução e instruções básicas

Existem duas maneiras simples para você compensar suas emissões originadas na mobilidade com veículos utilizando-se das árvores ou florestas. A primeira é você plantar árvores em número suficiente que compensem as emissões estimadas dos seus trajetos. A segunda é você ajudar proteger florestas ameaçadas, e que estão iminentes ao desmatamento. Em ambos os casos, é preciso você quantificar quando emitiu ao usar meios de transporte e também quantificar quando que árvores ou florestas retiram de CO<sub>2</sub> da atmosfera, através da fotossíntese e pelo crescimento dessas árvores. Você pode utilizar-se das duas formas e, para saber como fazer isto, vamos explicar bem sucintamente pra você aprender.

A primeira, você deverá compreender o nível de emissões do seu carro e/ou dos seus trajetos. Depois, saber como quantificar a equivalência das emissões que deverão ser sequestradas pela fotossíntese durante o crescimento de árvores. Por fim, como fazer para plantar árvores? Quais suas alternativas?

A segunda já é mais complexa, pois caso você não seja proprietário de uma floresta ameaçada ou de terra para planta-las, deverá encontrar organizações que controlam florestas (públicas ou privadas) e avaliar se tais organizações tem mecanismos para você interagir e auxiliar no cumprimento das leis e também na condução de conservação, proteção ou manejo florestal sustentável. Existem muitas organizações que fazem isso. Neste documento, buscaremos apenas instruir e esclarecer como se fazem os cálculos para você entender o que você emite e como deve proceder para estimar sua compensação ou de outros amigos ou organizações. Ao final, você poderá entender e calcular quantas árvores você deve plantar por ano para compensar e neutralizar suas emissões do dia-a-dia.

É sempre importante você saber quanto você emite no seu dia-a-dia. Se você aprender a calcular uma das suas emissões, como transporte, com o tempo vai aprender as outras, tanto por curiosidade e também fazendo contas simples sobre seu consumo das coisas corriqueiras, como a gasolina. Da mesma forma, eventualmente poderá aprender a calcular emissões para a atmosfera do seu consumo de energia elétrica, alimentos, produtos em geral. Todas as atividades humanas, dos produtos, serviços, qualquer envolvimento com energia, consomem e emitem algum nível de GEE. Tanto na agricultura como na indústria, tudo consome energia e emite CO<sub>2</sub>. Idealmente, toda atividade humana deverá ser responsável e capaz de informar ao consumidor quando um dado produto ou serviços emite de GEE para a atmosfera. Mas como isso ainda não ocorre generalizadamente, é hora de aprendermos nosso impacto na atmosfera, pelo menos do uso dos produtos.

Note que o que apresentamos aqui, não fornece o cálculo da industrialização desses produtos, como a fabricação do carro. Os cálculos abaixo apenas representam as emissões da utilização dos veículos, as suas emissões durante sua mobilidade com o veículo de sua escolha.

---

<sup>1</sup> Este documento foi preparado em cooperação com o Programa **Auto Esporte** da Rede Globo de Televisão, por ocasião do documentário sobre o taxista da cidade de São Paulo, Sr. Joao Batista, que contabiliza as emissões no transporte de passageiros utilizando as orientações da MAXAMBIENTAL ([www.maxambiental.com.br](http://www.maxambiental.com.br)), empresa brasileira que oferece em seu site uma forma de calcular emissões. Apresentamos aqui algumas explicações de cálculos simplificados para melhor educar o público interessado em diferentes maneiras de calcular suas emissões. Veja como compensar no site: [www.esalqlastrop.com.br](http://www.esalqlastrop.com.br)

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, MSc – diretor executivo do Rainforest Business School/IEA/USP e pesquisador do Laboratório de Silvicultura Tropical/ESALQ – [www.iea.usp.br](http://www.iea.usp.br)

<sup>3</sup> ESALQ – LASTROP – Laboratório de Silvicultura Tropical – <http://www.esalqlastrop.com.br>

<sup>4</sup> ESALQ – LASTROP – Laboratório de Silvicultura Tropical – <http://www.esalqlastrop.com.br>

### **Como estimar suas emissões no seu transporte diário?**

Aqui vamos ensinar você a calcular sua emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) gerados pelo consumo de combustíveis fósseis do seu carro ou do carro que você usa quando transita pela cidade ou estradas. Os cálculos são para carro à gasolina, o mais comum dos meios de transporte individual nas cidades brasileiras. Também poderá ser feita a estimativa para o uso de ônibus. Veja abaixo.

Primeiro passo (qual combustível?): você tem que saber que tipo de motor e combustível o seu carro utiliza, isto é, gasolina, diesel, etanol, gás natural ou elétrico. Se você tem um carro que usa exclusivamente etanol, a emissão no seu transporte é muito próxima de zero, uma vez que é um combustível renovável. Existem emissões associadas à produção agrícola, mas não vamos nos ater a esta, mas apenas às emissões referentes ao transporte do seu carro a gasolina.

Segundo passo (quilômetros por litro?): você tem que saber qual o nível de consumo que o carro tem, isto é, quanto o carro usa para percorrer uma dada distância. Este cálculo é fácil. Você abastece seu carro até o tanque ficar cheio. Marca a quilometragem no momento em que encher o tanque (ou zera o odômetro). Depois você usa o carro durante uma viagem ou alguns dias, consumindo uma boa parte do tanque ou chegando perto da reserva do marcador, e abastece novamente. Veja qual foi a distância percorrida e anote. Veja na bomba ou na Nota Fiscal o volume completado e anote. Divida a distância percorrida pelo volume em litros que foi abastecido e você terá a taxa de consumo em quilômetros por litro (km/litro).

Terceiro passo (percurso real): toda vez que você percorrer uma distância, seja qual for, você pode calcular quanto emitiu de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Para calcular tal emissão, você deve multiplicar por alguns fatores. A densidade da gasolina (0,75kg/litro) e o fator de transformação da gasolina em CO<sub>2</sub> que é 3,7 (C/CO<sub>2</sub>). No Brasil você também tem que descontar o volume de etanol que temos na gasolina que é de aproximadamente entre 18% a 25%. Assim, sendo conservador, cada litro de gasolina misturada com etanol tem no máximo 82% de gasolina pura, o que deve ser o foco das emissões de GEE originados de combustíveis fósseis no transporte. Desta forma o cálculo fica assim:

1 litro de gasolina =  $1 \times 0,82 \times 0,75 \times 3,7$  = total de kg CO<sub>2</sub> emitido por litro.

**Por Exemplos:** Um percurso diário na cidade de 20 quilômetros (km) com um carro cuja taxa de consumo seja, por exemplo, de 10 km/litro, seu consumo será de: 2 litros

O total de emissões deve ser calculado assim:  $2 \times 0,82 \times 0,75 \times 3,7$  = 4,55 kg de CO<sub>2</sub>

Agora, se você utiliza aproximadamente 1 tanque de gasolina (50 litros) por semana, com rodagem de 500 km/semana, num carro que transita 10 km com um litro de gasolina, sua emissão de GEE será de:

Emissões:  $50 \times 0,82 \times 0,75 \times 3,7$  = 114 kg CO<sub>2</sub>-eq por semana.

### **E quando você utilizar transporte público coletivo, como o ônibus?**

Também é possível você saber quanto você emite toda vez que utiliza um transporte coletivo, por exemplo, o ônibus no qual você compartilha as emissões com todos que se deslocam junto com você. Mas como dividir, já que você sempre vê pessoas entrando e saindo. Como saber? É fácil, você tem que estimar uma média de pessoas que estão no ônibus com você. Ao final você poderá avaliar se tem que plantar mais ou menos árvores e poderá criar um certo critério para cada vez que usa o ônibus. Por exemplo, o dia em que você está no ônibus e tem poucas pessoas, como aos domingos ou fora dos horários de pico, você deve considerar uma divisão por um número menor. E nos dias ou vezes que você se desloca com muita gente no ônibus, divide o total por um número maior. Em média, sugerimos você utilizar o número de 30 passageiros, mas você pode personalizar sua calculadora para refletir melhor aquilo que sua vida é. Cada um é responsável pelo que utiliza, assim, se você compartilhar melhor o seu trajeto e não andar em ônibus vazios propositalmente, então você pode se considerar mais responsável pelo uso eficiente do ônibus ou também saber que você está emitindo menos GEE para a atmosfera.

Para saber quanto você emite, vamos fazer um cálculo semelhante ao uso do carro. Apenas que desta vez estaremos utilizando um outro combustível e também compartilhando o trajeto com várias pessoas, ou seja, no Terceiro Passo, você altera a densidade do combustível e divide pelo número de usuários. Desta maneira você consegue chegar à sua parte das emissões.

**Exemplo 1 GASOLINA:** percurso de ida e volta do trabalho. COMPARTILHAMENTO 2 PESSOAS

Qual seu percurso: 15km/dia de ida ao trabalho (ida e volta 30 km)

Quantos dias por semana você faz esse percurso: 5 viagens de 30 km por semana

Qual o total rodado de ônibus por semana: 150km/semana ou 150 x 53 semanas = 7950 km por ano

O valor médio de consumo de **gasolina**: 10 litros/km

Consumo anual de diesel por ano: 795 litros por ano (397,5 litros por passageiro).

Emissões: Cálculo final:  $795 \times 0,82 \times 0,75 \times 3,7 = 1809,02$  kg CO<sub>2</sub>-eq por ano.

Compartilhado com a média de **2 pessoas**: 904,51 kg CO<sub>2</sub>-eq emitidas para a atmosfera por pessoa por ano.

**Exemplo 2 DIESEL:** percurso de ida e volta do trabalho. COMPARTILHAMENTO 30 PESSOAS

Qual seu percurso: 15km/dia de ida ao trabalho (ida e volta 30 km)

Quantos dias por semana você faz esse percurso: 5 viagens de 30 km por semana

Qual o total rodado de ônibus por semana: 150km/semana ou 150 x 53 semanas = 7950 km por ano

O valor médio de consumo de **diesel**: 3 km/litro

Consumo anual de diesel por ano: 2650 litros por ano (88,33 litros por passageiro).

Emissões: Cálculo final:  $2650 \times 0,83 \times 3,7 = 8138,15$  kg de CO<sub>2</sub> por ano.

Compartilhado com a média de **30 pessoas**: 271,27 kg CO<sub>2</sub>-eq emitidas para a atmosfera por pessoa por ano.

**Como compensar suas emissões com árvores ou florestas?**

Esses cálculos são aproximados, uma vez que tanto a quantificação como os tipos florestais podem variar muitíssimo. Utilizamos alguns números inteiros para facilitar os cálculos. Para você ter uma ideia aproximada, sugerimos o seguinte raciocínio:

Normalmente, num plantio de floresta nativa utilizamos cerca de 2000 árvores para cada hectare a ser recuperado. Sabemos também que uma floresta pode demorar cerca de 30 a 40 anos para seu estágio próximo de uma estabilidade de biomassa, mesmo continuando a crescer um pouco ainda durante muitos anos. Sabemos que as florestas da Mata Atlântica e do Cerrado, quando maduras, tem um estoque ou teor de carbono aproximadamente de 100 toneladas de C/hectare, enquanto que a Floresta Amazônica tem estoque de carbono entre 170 toneladas de C/ha. Para fins de aproximação, podemos dizer que em 30 anos a floresta poderá ter crescido cerca de 70% de sua estrutura madura, logo utilizaremos a quantia de 70 tC/ha para a Mata Atlântica ou Cerrado e de 120 tC/hectare para a Floresta Amazônica.

Para conciliar a unidade de estoque de carbono (C) e a unidade do GEE (CO<sub>2</sub>), foi convencionado a unidade EQUIVALENTE de CO<sub>2</sub> ou CO<sub>2</sub>-eq. Assim, 1 tonelada de Carbono (C) estocada na floresta, equivale a 3,7 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq sequestrado da atmosfera. Portanto, o total sequestrado na Mata Atlântica e Cerrado, de 70 tC/hectare representa 260 t CO<sub>2</sub>-eq/ha e na Amazônia, 120 tC/hectare representa 444 t CO<sub>2</sub>-eq/ha. Tudo isso de maneira aproximada.

Dividiremos os estoques por 2000 árvores plantadas para fins de encontrar o total que uma árvore poderá sequestrar no período de crescimento mais intenso de 30 anos. Assim, o carbono estocado por árvore resulta em aproximadamente 130 kg CO<sub>2</sub>-eq para as árvores na Mata Atlântica e 222 kg CO<sub>2</sub>-eq para as árvores da Floresta Amazônica. Podemos dizer então que, durante 30 anos, a cada ano uma árvore sequestra respectivamente **4,3 kg e 7,4 kg por árvore ao ano**.

Resumimos abaixo numa breve tabela para facilitar seu cálculo. Sugerimos você imprimir esta página e efetuar seus cálculos com uma calculadora. Mas lembre, usar mais papel, vai fazer com que você emita mais no seu dia-a-dia. A responsabilidade é sempre sua, utilize fontes renováveis de papel e

sempre recicle e reuse, sempre reduzindo o total do seu consumo. Você também pode usar a nossa calculadora no outro link aqui do site do Laboratório de Silvicultura Tropical da ESALQ: [www.lastropesalq.usp.br](http://www.lastropesalq.usp.br)

**VERIFIQUE COMO É IMPORTANTE UTILIZAR TRANSPORTE PUBLICO COMPARTILHANDO AS EMISSÕES**

Tabela de exemplos de consumo de combustíveis e emissões de GEE por pessoa e sua respectiva compensação.

	Distância (km)	Tipo de combustível	Taxa de consumo Quilômetros por litro (km/l)	Total (consumo de combustível) em litros por pessoa em trânsito	Emissões Totais kg CO <sub>2</sub> -eq	No. de árvores na Mata Atlântica ou Cerrado  (crescimento das árvores em 30 anos)	No. de árvores na Amazônia  (crescimento das árvores em 30 anos)
1	Carro - 30 km por dia (cálculo anual)	gasolina	10	397,50 litros/ano para cada passageiro  (média 2 passageiros)	397,50 x 0,82 x 0,75 x 3,7 = 904,51  kg de CO <sub>2</sub> por pessoa por ano	904,51/130 = 6,96  <b>plante 7</b> árvores por ano na Mata Atlântica	904,51/222 = 4,07  <b>plante 5</b> árvores por ano na Amazônia
2	Onibus 30 km por dia (cálculo anual)	Diesel	3	88,33 litros/ano para cada passageiro  (média 30 passageiros)	88,33 x 0,83 x 3,7 = 271,27  kg de CO <sub>2</sub> por pessoa por ano	271,27/130 = 2,08  <b>plante 3</b> árvores por ano na Mata Atlântica	271,27/222 = 1,22  <b>plante 2</b> árvores por ano na Amazônia
3							

Exemplos 1 e 2 são aproximações da realidade das pessoas nos seguintes casos:

1. Uso de carro pessoal para transportar 2 pessoas, 5 dias por semana em 53 semanas do ano.
2. Uso de transporte coletivo urbano que transporta em média 30 pessoas, 5 dias por semana em 53 semanas do ano.
3. Faça seu próprio cálculo

Na coluna das emissões totais, lembre-se de que seu consumo pessoal semanal deve ser multiplicado pelo número de 53 semanas do ano.

---

---

Observações importantes:

- O cálculo de emissões de Gases de Efeito Estufa vem sendo ordenados por organismos internacionais e coordenados pelas Nações Unidas, através do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (sigla em inglês: IPCC). Desde a década de 80, as Nações Unidas vem promovendo um grande esforço para redução das emissões desses gases e a partir da Convenção do Clima (1992) pode-se dizer que atualmente (2016) existe uma grande base teórica e científica que permite os inventários dos países, instituições e mesmo dos indivíduos com grande precisão.
- Da mesma maneira, o conhecimento da dinâmica das arvores e das florestas são bastante estudadas e conhecidas, tanto dos setores privados e públicos, como da academia que pesquisa e disponibiliza grande conhecimento sobre o assunto.
- Este documento visa ajudar o cálculo de emissões e compensações de emissões de indivíduos interessados em saber o nível de impacto que sua mobilidade exerce no sistema atmosférico. Propositamente fizemos um material bastante simplificado e busca dar noções aproximadas de estimativas. O principal objetivo é manter um nível de conhecimento acessível e com estimativa quantitativa transparente para a pessoa leiga e desejosa de participar na solução dos problemas gerados pelas mudanças globais do clima.
- Assim, devemos informar e alertar que o cálculo das emissões para o uso de combustíveis fósseis pode ser um procedimento de alta complexidade e precisão.
- Para a finalidade deste exercício, optamos por uma abordagem bastante simples permitindo ao usuário da tabela de cálculo a compreensão básica dos fatores em questão, permitindo um aprendizado conceitual, mais do que um resultado de alta precisão.
- Caso o usuário desejar efetuar cálculos que deverão ter aferição e validação qualitativa e quantitativa, como em procedimentos de certificação, **esta tabela de cálculo não é recomendada**.
- Neste caso, deve-se seguir os parâmetro preconizados por sistemas de inventários do IPCC assim como dos procedimentos aprovados pelo INMETRO, que se utilizam da Norma ISO 14064.
- Também, devemos informar que o sistema internacional estruturado na Convenção do Clima e pelo IPCC, oferece diferentes metodologias compreensivas e detalhadas, apropriadas para a elaboração de relatórios para validação, verificação e monitoramento (sigla em inglês: MRV).
- Atentamos aos usuários desta tabela de cálculo que poderão utilizar este sistema para suas atividades de uso de combustíveis fósseis. Certos de que a precisão dos cálculos poderá conter um nível de erro previsto, mas desconhecido em detalhes, uma vez que será necessário saber informações técnicas detalhadas sobre os combustíveis utilizados, assim como os equipamentos que usam tais combustíveis.
- Já em relação ao sequestro de carbono por arvores ou florestas, o mesmo se aplica. Informamos que é necessário saber detalhes que vão deste do tipo de solo e clima, assim como espécies utilizadas e forma de plantios dessas espécies.
- Em resumo, este material é disponibilizado com a intenção de oferecer uma visão bastante aproximada do impacto da mobilidade dos usuários e como buscar compensar tais emissões através de plantios de árvores em suas comunidades.
- A principal finalidade é educacional e informativa.