



CALCULADORA DE EMISSÕES POR PESSOA NO BRASIL – NOTA METODOLÓGICA

NOVEMBRO 2021

ÍNDICE

O SEEG	03
A Calculadora.....	04
Entenda seus resultados (cálculos)	05
Perguntas Gerais	05
Energia e Indústria	07
Uso da terra	09
Resíduos.....	12

Autoria:

Renata Fragoso Potenza, Gabriel de Oliveira Quintana,
Anderson Matheus Cardoso (Imaflora),
David Shiling Tsai, Marcelo dos Santos Cremer,
Felipe Barcellos e Silva (Iema), Kaccnny Carvalho,
Iris Coluna (ICLEI), Julia Shimbo, Camila Silva,
Edriano Souza, Bárbara Zimbres, Ane Alencar (Ipam),
Claudio Angelo, Tasso Azevedo, Nara Perobelli
(Observatório do Clima)



CALCULADORA DE EMISSÕES POR PESSOA NO BRASIL



novembro, 2021

O SEEG

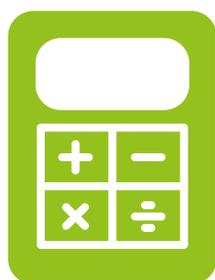
O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) é uma iniciativa do Observatório do Clima que compreende a produção de estimativas anuais das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil, análises da evolução dessas emissões e um portal na internet para disponibilização, de forma simples e clara, dos métodos e dados do sistema. Em sua 9ª coleção, publicada em 2021, o SEEG contemplou mais de 600 fontes emissoras em uma série histórica de 1970 a 2020 – exceto para o setor de Mudança de Uso da Terra e Florestas, que cobriu o período de 1990 a 2020.

A partir de 2014, os dados foram alocados nos 26 Estados e no Distrito Federal, com 96% das emissões nacionais alocadas. Já em 2021, foi lançado o SEEG Municípios. Nesse último módulo, é possível saber quanto cada um dos 5570 municípios brasileiros emitiu, e em quais setores: Energia, Mudança de Uso da Terra e Florestas, Agropecuária, Processos Industriais e Tratamento de Resíduos. Para cada setor, as emissões são detalhadas em mais de uma centena de níveis de informação, cobrindo o intervalo de 2000 a 2018.





A CALCULADORA



Esta **calculadora** é uma parceria entre o SEEG e o G1, e propõe uma forma simples e inovadora para estimar a parcela de responsabilidade de cada pessoa brasileira nas emissões do país, sendo de finalidade exclusivamente didática.

Ela foi elaborada a partir dos dados de emissões de GEE do SEEG 8 (lançado em 2020, com ano-base 2019), tendo como premissa principal considerar a totalidade das emissões brasileiras, ou seja, todos os seus níveis e subníveis de emissões. Assim, no cenário hipotético de todos os brasileiros e brasileiras calcularem suas emissões com a ferramenta, a soma dos resultados totalizaria as emissões do país.

As emissões são atribuídas ao indivíduo de modo proporcional aos seus principais fatores determinantes; em geral, a quantidade consumida de um certo produto – o que varia de indivíduo para indivíduo segundo seus hábitos, comportamentos e poder de compra. Um exemplo: a quantidade de carne bovina que a pessoa escolhe consumir ou é capaz de comprar determinará a quantidade de emissões dos setores de Uso da Terra e Agropecuária que será atribuída a essa pessoa.

No entanto, nem todas as classes de emissões podem ser facilmente atreladas a um único fator determinante principal. Por simplificação, essas emissões são distribuídas à população brasileira de modo proporcional a um índice geral de consumo correspondente à faixa de renda familiar per capita do indivíduo. O pressuposto é de que, com maior renda, o indivíduo tende a ter maior acesso e se beneficiar mais, de modo geral, dos bens e serviços disponíveis no país e, portanto, essas emissões são atribuídas de modo diferenciado.

As perguntas contidas na calculadora foram divididas em informações iniciais sobre a pessoa respondente, e depois abordaram os seguintes setores emissores: Energia e Indústria, Uso da Terra (pecuária, agricultura e desmatamento) e Tratamento e Disposição de Resíduos.



ENTENDA SEUS RESULTADOS (CÁLCULOS)

Abaixo, está apresentado brevemente o significado de cada item contido na calculadora, bem como noções gerais de cálculo. Iniciando com uma contextualização das perguntas gerais, seguida por aquelas dos setores, o objetivo desta seção é esclarecer como cada um desses itens influencia o resultado final de emissões individuais. Para cálculos detalhados, baixe [aqui](#) a planilha completa.

PERGUNTAS GERAIS



Estado

Todos os resultados consideram emissões indiretas associadas às realidades de produção e consumo em cada unidade da federação (UF). Um estado com maior atividade de comércio, por exemplo, possui média de emissões em prédios comerciais por habitante maior (a média do Distrito Federal é o dobro do valor referente ao estado de Goiás). Por isso, para iniciar o exercício, a pessoa precisa inserir o estado em que vive, o que influenciará seu montante final de emissões. Vale lembrar, no entanto, que algumas emissões indiretas estão relacionadas com todo território nacional, e não se diferenciam entre cada UF (detalhes serão apresentados nos próximos tópicos).



Renda familiar per capita mensal

Este é um dado que informa as possibilidades de acesso a produtos e serviços e, conseqüentemente, implica na maior ou menor emissão de gases de efeito estufa atribuída a cada pessoa. Nesse sentido, buscando considerar as desigualdades relacionadas a este fator, utilizamos uma taxa de participação no consumo para cada faixa de renda de acordo com o IBGE (tabela abaixo).



Tabela: Relação entre a Renda Familiar Per Capita e Participação no Consumo, utilizadas para o cálculo

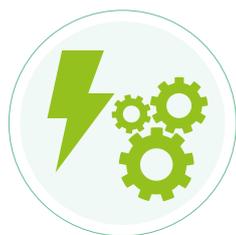
Renda Familiar Per Capita	Participação no Consumo
até 350 reais	1,6%
de 350 a 550 reais	3,9%
de 550 a 700 reais	4,7%
de 700 a 900 reais	6,3%
de 900 a 1.100 reais	7,0%
de 1.100 a 1.350 reais	7,8%
de 1.350 a 1.650 reais	10,2%
de 1.650 a 2.200 reais	11,7%
de 2.200 a 4.450 reais	15,6%
mais de 4.450 reais	31,3%
desconsiderar renda	não se aplica

Fonte: Elaboração própria a partir de Agência IBGE Notícias (Novembro, 2020). Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/29491-30-da-populacao-com-menos-rendimentos-vivem-com-menos-que-o-necessario>>. Acesso em Nov. 2021.

Para além da questão de renda, outros marcadores sociais como gênero e raça impactam nesse acesso. Em 2018, no Brasil, das 38 milhões de pessoas em situação de pobreza, mais de 70% (27 milhões), eram mulheres negras¹.

Como ainda não existem indicadores nacionais que correlacionem emissões a esses marcadores, eles não estão contabilizados nesta calculadora, muito embora influenciem no potencial emissor e na responsabilidade de cada indivíduo.

¹ Infográfico "por que gênero e clima?". Disponível em: <https://generoeclima.oc.eco.br/infografico-porque-genero-e-clima/>



ENERGIA E INDÚSTRIA

Estes setores englobam as emissões provenientes do consumo ou da produção de combustíveis (ex. queima de gasolina em automóveis), bem como aquelas que ocorrem devido ao uso ou a transformações físico-químicas de materiais na indústria (ex. utilização de minério de ferro para produção de aço). No Brasil, os segmentos de energia e indústria foram responsáveis por 511,9 milhões de toneladas de gases de efeito estufa emitidas no ano de 2019, o que representou 26% das emissões do país.

A calculadora estima as emissões diretas, provenientes do consumo de uma pessoa, e também indiretas, que não são geradas especificamente devido ao uso final de um determinado produto, mas que estão relacionadas à sua cadeia de produção e distribuição. Por exemplo, ao utilizar gás de cozinha, uma pessoa emite CO₂ de forma direta devido à queima desse combustível com o objetivo de produzir calor para cocção. Por outro lado, existem outras emissões (indiretas) que ocorreram para que o botijão de gás estivesse disponível na casa dessa pessoa: emissões na exploração e refino de petróleo, na fabricação de aço utilizado no botijão ou no transporte dessa mercadoria até um centro de venda, por exemplo.

Com isso, busca-se contemplar todas as atividades de energia e indústria, explicitadas e brevemente detalhadas a seguir. O resultado final do item de energia e indústria é, assim, a soma das emissões diretas e indiretas calculadas em cada uma dessas atividades.



Transportes

As emissões dos transportes podem ser divididas entre aquelas provenientes da movimentação de passageiros (por meio de automóveis, motocicletas, ônibus, aviões) ou de cargas (principalmente por meio de caminhões).

Uma fração importante do que foi emitido na atividade de transporte de passageiros pode ser atribuída diretamente à pessoa que se desloca. A calculadora estima tais emissões diretas a partir do uso de gasolina, diesel ou GNV em automóveis, motocicletas e outros veículos particulares. O consumo de cada um desses combustíveis, que deve ser indicado pela pessoa que preenche a calculadora, é multiplicado pelo seu respectivo fator de emissão em quilogramas de carbono por volume de combustível queimado. Como exemplo de fator de emissão, cita-se o referente à gasolina C, que é igual a 1,6 kgCO₂/litro.



Outra quantidade de emissão diretamente relacionada às atividades de uma pessoa é aquela proveniente de viagens aéreas. Essa parcela se baseia no número de voos que uma pessoa fez em território brasileiro ou internacional durante um ano. Com esse número em mãos, aplica-se fatores de emissão médios, sendo o valor igual a 106,1 kgCO₂e/voo/pessoa para voos domésticos e a 605,6 para viagens ao exterior (portanto mais longas).

Além disso, a calculadora contabiliza as emissões médias por habitante referente à frota de ônibus do estado escolhido pelo usuário, independentemente do uso ou não desse meio de transporte, uma vez que se trata de um serviço público, continuamente disponível.

Já em relação ao transporte de cargas, as emissões são mais difíceis de serem diretamente associadas a cada pessoa, o que não quer dizer que cada um não tenha influência naquilo que foi emitido. Para comprar um produto em um supermercado, por exemplo, um consumidor necessita que tal mercadoria seja transportada do local de produção ao local de comércio, o que gera emissões (indiretas). Nesse sentido, para atribuir de forma simplificada as emissões do transporte de cargas para cada pessoa, a calculadora utiliza um fator médio por habitante do Brasil: 483,2 kgCO₂e/hab/ano. Esse valor é inflacionado ou deflacionado conforme a renda informada pela pessoa que preenche a calculadora, já que quanto maior a renda, maior tende a ser o consumo e maior a utilização indireta do transporte de cargas.



Uso doméstico/residencial de energia (eletricidade e gás de cozinha)

Além das emissões diretas relativas à queima de combustíveis no transporte de passageiros, é possível contabilizar aquilo que é emitido diretamente pelo consumo doméstico de eletricidade e de gás de cozinha, seja em botijões ou encanado. Para isso, é preciso preencher os consumos dessas categorias de energia, que são, então, multiplicados pelos respectivos fatores de emissão.

Para entender a lógica utilizada na calculadora, pode-se pensar no exemplo de uma família de 4 pessoas que consome 200 kWh de eletricidade por mês. O total demandado em um ano seria de 2400 kWh. Sobre esse valor, é aplicado um fator de emissão médio do sistema elétrico brasileiro, que produz energia elétrica tanto por meio de fontes não emissoras, como as hidrelétricas, quanto por meio de fontes emissoras, que é o caso das termelétricas. Sendo esse fator igual a 0,1 kgCO₂e/kWh, a família em questão emitirá 240 kgCO₂e por ano, o que equivale a 60 kgCO₂e por pessoa.



Edifícios públicos e comerciais, produção de combustíveis e indústria

Por fim, também são contabilizadas as emissões indiretas relacionadas às atividades brevemente explicadas nos tópicos abaixo.

- **Consumo de combustíveis em prédios públicos e comerciais:** utiliza-se, aqui, fatores de emissão médios por unidade da federação.
- **Produção de combustíveis:** por se tratar de uma atividade concentrada em alguns municípios, mas que beneficia diferentes estados, optou-se por um fator médio nacional (295,9 kgCO₂e/hab/ano).
- **Indústria do cimento:** pelo fato do cimento ter uma lógica de produção, consumo e distribuição regional, optou-se por utilizar fatores per capita médios estaduais para encontrar a emissão relacionada a essa atividade.
- **Outras indústrias:** aqui contabiliza-se as emissões geradas em diferentes indústrias (excluindo a cimenteira), como a siderurgia ou a indústria química. O fator médio nacional utilizado é de 624,95 kgCO₂e/hab/ano.

Sobre todas essas emissões, excetuando aquelas ligadas a edifícios públicos, é aplicado um índice de inflação ou deflação conforme a renda informada pela pessoa que preenche a calculadora.



USO DA TERRA

Este setor engloba as emissões provenientes dos setores de Mudança de Uso da Terra e Florestas (MUT) e Agropecuária, os quais em 2019 foram responsáveis pela emissão bruta de 968,0 MtCO₂e e 598,7 MtCO₂e, respectivamente, segundo os dados lançados pelo SEEG 8. Para o setor de MUT, as principais fontes de emissão são Alteração de Uso da Terra (93%), sendo que a maior parte das emissões é proveniente da conversão de vegetação primária, e os Resíduos Florestais correspondem a 7% das emissões brutas. Já para o setor de Agropecuária são contabilizadas emissões resultantes das fontes animais, atreladas aos diferentes tipos e tamanhos de rebanhos na pecuária, assim como o manejo e operações realizadas nos solos cultivados para a agricultura.

Somando-se as emissões da Agropecuária com a parcela das emissões dos demais setores relacionada ao setor agro, o SEEG conclui que a atividade rural – seja direta ou indiretamente – respondeu por 72% das emissões do Brasil em 2019, ano em que as emissões de MUT responderam por 44% das emissões nacionais, seguido dos 28% do setor de Agropecuária.

Dessa forma, foram consideradas todas as atividades emissoras que compõem cada um dos setores, assim como as responsáveis pela remoção de carbono promovida pelo plantio de árvores, o qual além de poder ser resultante de práticas em larga escala de recuperação florestal, também pode ser realizado individualmente, assim como do uso de tecnologias de agricultura de baixo carbono (ABC).



Pecuária e florestas

As perguntas relacionadas com a atividade pecuária e florestas se basearam nos principais produtos da pecuária que são produzidos e consumidos internamente no país, assim como o impacto que estabelecem em termos de emissões de GEE do desmatamento resultante de novas áreas destinadas à produção de parte desses produtos. Por exemplo, o desmatamento associado a novas áreas de pastagem para produção de carne bovina.

A seguir são apresentadas as rotas utilizadas para se chegar nos valores médios de emissão de tCO₂e por quantidade de produto da pecuária (kg, litro, unidade).



• **Consumo de carne bovina:** foi considerada a emissão total de GEE de bovinos de corte (fermentação entérica, manejo de dejetos animais, aplicação de adubos orgânicos e dejetos depositados em pastagem – Setor de Agropecuária); a alocação de parte das emissões de renovação de pastagens; do tratamento dos resíduos gerados pela produção de carne bovina (Setor de Resíduos); do desmatamento associado à abertura de novas áreas destinadas para pastagens (Setor de MUT) e a energia consumida pela atividade (Setor de Energia). Ao final foi obtido um fator médio de emissão de 152,1 kgCO₂e/kg de carne/ano;



• **Consumo de carne de frango (kg/semana):** foi considerada a emissão total de GEE da frangos (manejo de dejetos animais e aplicação de adubos orgânicos – Setor de Agropecuária), do tratamento dos resíduos gerados pela produção de carne avícola (Setor de Resíduos) e a energia consumida pela atividade (Setor de Energia). Ao final foi obtido um fator médio de emissão de 0,6 kgCO₂e/kg de carne/ano;



• **Consumo de carne suína (kg/semana):** foi considerada a emissão total de GEE de suínos (fermentação entérica, manejo de dejetos animais, aplicação de adubos orgânicos e dejetos depositados em pastagem – Setor de Agropecuária), do tratamento dos resíduos gerados pela produção de carne suína (Setor de Resíduos) e a energia consumida pela atividade (Setor de Energia). Ao final foi obtido um fator médio de emissão de 5,2 kgCO₂e/kg de carne/ano;



• **Consumo de leite de vaca (litros/semana):** foi considerada a emissão total de GEE de vacas leiteiras (fermentação entérica, manejo de dejetos animais, aplicação de adubos orgânicos e dejetos depositados em pastagem – Setor de Agropecuária), a alocação de parte das emissões de de renovação de pastagens (Setor de Agropecuária), do tratamento dos resíduos gerados pela produção de leite de vaca (Setor de Resíduos) e a energia consumida pela atividade (Setor de Energia). Ao final foi obtido um fator médio de emissão de 1,7 kgCO₂e/litro de leite/ano;



• **Consumo de ovos (unidade/semana):** foi considerada a emissão total de GEE da galinhas poedeiras e codornas (manejo de dejetos animais e aplicação de adubos orgânicos – Setor de Agropecuária) e a energia consumida pela atividade (Setor de Energia). Ao final foi obtido um fator médio de emissão de 0,1 kgCO₂e/unidade/ano.

Os demais produtos da pecuária que são consumidos foram agrupados, constituindo as emissões de pecuária que respondem pelo transporte de uso animal, lã, leite e carne de demais fontes de emissão de GEE resultantes da atividade pecuária. Essas emissões foram alocadas para os indivíduos de acordo com a renda familiar per capita e sua respectiva participação no consumo nacional.



Agricultura e florestas

As perguntas relacionadas com a atividade de agricultura e florestas se basearam nos principais produtos da agricultura que são produzidos e consumidos internamente no país, como o arroz e feijão.

A unidade de medida considerada para ambos foi a de quantidade de colher de sopa por dia, o que equivale a aproximadamente 25 gramas de arroz ou feijão. A seguir são apresentadas as rotas utilizadas para se chegar nos valores médios de emissão de tCO₂e por unidade de produto da agricultura (kg).



• **Consumo de arroz:** foi considerada a emissão total de GEE de arroz (produção sob regime inundado e resíduos agrícolas – Setor de Agropecuária) e a energia consumida pela atividade (Setor de Energia). Ao final foi obtido um fator médio de emissão de 1,5 kg-CO₂e/kg de arroz/ano;



• **Consumo de feijão:** foi considerada a emissão total de GEE de feijão (resíduos agrícolas – Setor de Agropecuária) e a energia consumida pela atividade (Setor de Energia). Ao final foi obtido um fator médio de emissão de 0,9 kgCO₂e/kg de feijão/ano;



Os demais produtos da agricultura que são produzidos, processados e consumidos foram agrupados, constituindo as emissões de agricultura que respondem pelos demais alimentos, fibras, *commodities* e etanol (fase agrícola). Parte dessas emissões também conta com a parcela das emissões provenientes dos setores de Energia e Mudança de Uso da Terra e Florestas (MUT), como emissões resultantes do consumo de energia e transições de vegetações nativas (floresta primária e secundária) para áreas destinadas para a produção. Essas emissões foram alocadas para os indivíduos de acordo com a renda familiar per capita e sua respectiva participação no consumo nacional. Ao final foram obtidos fatores médio de emissão de 45,5 kgCO₂e/habitante/ano e 1.697,2 kgCO₂e/habitante/ano, para as demais emissões de pecuária e agricultura alocadas por habitantes, respectivamente.



Plantio de árvores

Esses cálculos são aproximados, uma vez que bioma, tipo florestal, solo, clima, utilização de técnicas de plantio florestal, entre outros fatores, influenciam o sucesso da ação. Para estimar o sequestro de carbono do plantio de árvores, calculamos a estimativa a partir do sequestro de carbono de cada árvore individual de 0,0134 tCO₂e/ano e a densidade de 600 indivíduos arbóreos por hectare, com total de 8,04 tCO₂e/ha/ano. Com isso, em um horizonte de 30 anos, o carbono potencial armazenado é de 241,24 tCO₂e/ha. Essas estimativas consideraram a média aritmética das fitofisionomias florestais em todos os biomas brasileiros e seus estoques de carbono associados utilizados na Quarta Comunicação Nacional (MCTI, 2020).



RESÍDUOS

Este setor engloba emissões relacionadas exclusivamente com o tratamento de resíduos sólidos (como, por exemplo, o resíduo que é encaminhado para a disposição final em aterros sanitários ou lixões) e de efluentes líquidos (sejam esgotos gerados em residências ou os efluentes gerados em processo industriais). No Brasil, os serviços de saneamento correspondem a 96 milhões de toneladas de CO₂e, representando 4% das emissões brasileiras.

As emissões do setor estão fortemente relacionadas com o número de habitantes e com quais tipos de serviços de saneamento que são adotados para os resíduos e efluentes gerados. Destaca-se que a premissa para se quantificar as emissões do setor e alocá-las aos indivíduos foi baseada em estimativas de emissões médias per capita



para cada unidade da federação brasileira, devido a uma dificuldade de se rastrear a quantidade de lixo que é produzida diariamente em uma residência ou a quantidade de efluente que um habitante produz.

Além disso, também se compreende que as emissões estão relacionadas com práticas de gestão de resíduos adotadas na esfera municipal ou estadual de atuação, portanto, optou-se por considerar a somatória dessa taxa per capita base de emissão, desagregada nas seguintes componentes: disposição final, incineração ou queima a céu aberto, compostagem e tratamento de efluentes líquidos domésticos e industriais, sendo que as emissões relacionadas com a produção de carnes foram contempladas na seção de pecuária e floresta.

Como atenuante das emissões, foram consideradas principalmente as práticas relacionadas com a reciclagem de papel e a aplicação de compostagem domiciliar, considerando que essas atividades estão relacionadas com a atuação no nível individual. Para contemplar o potencial de mitigação desses processos foram considerados os seguintes valores da literatura e métodos:



- **Reciclagem:** foi considerada a hipótese de que 1kg de papel reciclado evita a emissão de 2 kg de CO₂e e que cerca de 37% do papel produzido no Brasil é encaminhado para a reciclagem. Com base em valores médios de geração per capita e dados sobre composição gravimétrica foi possível identificar a quantidade média gerada de papel por habitante e em cima desse valor estimar o total em quilogramas encaminhado para reciclagem e seu respectivo potencial de abatimento.



- **Compostagem:** foi considerada a hipótese de que uma tonelada de resíduo compostado evita a emissão de 23 kg de CO₂e. Considerou-se que em média 50% do resíduo domiciliar gerado é equivalente a sobras de alimentos, possibilitando estimar o total da fração orgânica que é reaproveitada em um ano e seu respectivo potencial de abatimento.

* * *

Acesse a Calculadora on line e a planilha completa de cálculo em:
<https://seeg.eco.br>