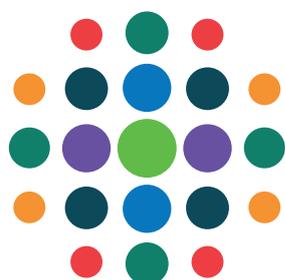


sidac

sistema de informação
do desempenho ambiental
da construção

Relatório de coleta de dados

ENERGIA E TRANSPORTE



sidac

sistema de informação
do desempenho ambiental
da construção

Relatório de coleta de dados

ENERGIA E TRANSPORTE

Apoio



Cooperação técnica



Coordenação



Essa publicação foi organizada com o apoio financeiro do Instrumento de Parceria da União Europeia com o Ministério Federal Alemão para o Meio Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear (BMU) no contexto da Iniciativa Climática Internacional (IKI). O conteúdo dessa publicação é de inteira responsabilidade dos seus organizadores e não necessariamente reflete a visão dos financiadores.

SUPERVISÃO DA COLETA DE DADOS

Me. Lidiane Santana Oliveira (USP)

Me. Fernanda Belizario Silva (IPT/USP)

Dr. Daniel Costa Reis (USP)

EQUIPE RESPONSÁVEL PELA COLETA DE DADOS DA ENERGIA E DO TRANSPORTE¹

Prof. Dr. Sérgio Almeida Pacca (USP): análise dos dados, supervisão

Celso da Silveira Cachola (USP): organização dos dados, análise dos dados, inserção dos dados no sistema, relatório

Larissa Ribeiro Guerreiro (USP): organização dos dados, análise dos dados, inserção dos dados no sistema, relatório

Como citar este documento:

GUERREIRO, L. R., CACHOLA, C. S., PACCA, S. A. Relatório de coleta de dados para o Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção: energia e transporte. São Paulo: SIDAC, 2022.

¹ Declaração de crédito dos autores: levantamento de dados: levantamento de dados de inventário de ciclo de vida dos produtos (primários ou secundários); análise dos dados: compilação e análise dos dados de inventário de ciclo de vida dos produtos; inserção dos dados no sistema: cadastro dos processos elementares no Sidac; relatório: elaboração do relatório de coleta de dados; supervisão: supervisão da coleta e análise dos dados de inventário de ciclo de vida dos produtos; apoio: apoio às atividades do projeto.

Sumário

1. Introdução	1
2. Descrição dos métodos de cálculo para conversão das entradas de energia em emissões e energia primária	1
3. Transporte de Carga	1
3.1 Transporte rodoviário.....	1
3.2 Transporte ferroviário	2
3.3 Transporte aquaviário	3
Barcaça - hidrovia	3
Navio.....	3
4. Fator de emissão da eletricidade	3
4.1 Cálculo do fator para emissão biogênica utilizado no cálculo do fator de emissão da eletricidade.....	4
4.2 Fator de consumo de energia primária	5
5. Referências	11

1. Introdução

Em uma planilha apresentamos os fatores de emissão de dióxido de carbono (CO₂) e de conversão para energia primária dos principais vetores energéticos e do transporte de carga.

2. Descrição dos métodos de cálculo para conversão das entradas de energia em emissões e energia primária

Os fatores de emissão dos combustíveis líquidos foram determinados com base nos dados do *Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC* (IPCC, 2006). Foram selecionados os valores médios para os poderes caloríficos (TJ/Gg) e os fatores de emissão médios (kg de CO₂/TJ). Os fatores de emissão foram ajustados considerando a percentagem de biocombustíveis misturados nos combustíveis diesel e gasolina. A percentagem de acréscimo do álcool anidro varia entre 25% para gasolina premium a 27% para gasolina comum (BRASIL, 2015). Sendo assim, foram determinados o fator de emissão para a gasolina comum e a gasolina premium. De acordo com Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), em relação ao biodiesel misturado ao diesel, no país atualmente a percentagem vigente é de 13% (ANP, 2021). Foi assumido que a energia primária do combustível não varia, mas que as emissões de CO₂ são afetadas pela participação dos combustíveis renováveis na mistura. As emissões de CO₂ dos biocombustíveis são biogênicas e foram identificadas separadamente das emissões do CO₂ de origem fóssil.

Considerou-se também as emissões de CO₂ biogênico, para a combustão de madeira e seus coprodutos.

3. Transporte de Carga

Para esta categoria foi calculado os valores de consumo específico em l/t.km, considerando apenas uma viagem, ou seja, não foi considerada a volta do veículo.

3.1 Transporte rodoviário

O consumo de combustível, em litros (l), no transporte rodoviário e nos demais tipos foi determinado com base na unidade t.km. Calculou-se apenas o volume consumido de combustível em litros, visto que a quantidade de energia primária consumida e a massa de emissões de carbono foram calculadas pelo próprio sistema. Não foi considerada a volta, sendo de responsabilidade do próprio usuário o preenchimento da quilometragem de volta do veículo.

A Tabela 1 mostra os tipos de caminhões considerados no transporte rodoviário, sua capacidade de carga e categoria.

Tabela 1 - tipos de caminhões e suas respectivas capacidade e categoria

Fluxo	Capacidade	Categoria
Transporte rodoviário de cargas - van	1,20 t	Comerciais leves
Transporte rodoviário de cargas - VUC	3,00 t	Comerciais leves
Transporte rodoviário de cargas - caminhão betoneira	15,80 t	Caminhões pesados
Transporte rodoviário de cargas - caminhão basculante toco (2 eixos)	6,00 t	Comerciais leves
Transporte rodoviário de cargas - caminhão basculante truck (3 eixos)	14,00 t	Caminhões médios
Transporte rodoviário de cargas - conjunto carreta 2 eixos + cavalo mecânico simples (4 eixos)	33,00 t	Caminhões pesados
Transporte rodoviário de cargas - conjunto carreta 3 eixos + cavalo mecânico simples (5 eixos)	41,50 t	Caminhões pesados
Transporte rodoviário de cargas - bitrem (7 eixos)	57,00 t	Caminhões pesados

Fonte: autores com base em (BSOFT, 2019; GESTRAN, 2017; MERCEDES-BENZ, 2019; STABELINI, 2021)

A Tabela 2 mostra o peso bruto de cada categoria e o respectivo consumo específico de óleo diesel das mesmas (CETESB, 2019).

Tabela 2 - Categoria de veículos, capacidade e consumo específico de diesel

Categoria	Capacidade (C)	Consumo específico de diesel
Comerciais leves	$C < 3,5$ t	0,26 l/km
Caminhões leves	$3,5 \text{ t} \leq C < 10$ t	0,42 l/km
Caminhões médios	$10 \text{ t} \leq C \leq 15$ t	0,42 l/km
Caminhões pesados	> 15 t	0,67 l/km

Fonte: (CETESB, 2019)

Para cálculo das emissões de CO₂ no transporte rodoviário, e no transporte ferroviário, foi considerada a porcentagem de biodiesel presente no diesel brasileiro. Portanto, 13% das emissões da categoria foram consideradas como biogênicas, pois são oriundas da queima de biomassa.

3.2 Transporte ferroviário

Para calcular o consumo de combustível do modal ferroviário, utilizamos como base a Agência Nacional de Transporte Terrestre - ANTT (ANTT, 2013) apud (NOVO, 2016). O consumo total de óleo diesel no modal em 2012 foi equivalente a 1.257.166.000 litros (A). A carga transportada multiplicada pela distância útil no mesmo período foi igual a 294.909.000.000 TKU (B). Dividindo o consumo de óleo diesel pela tonelada quilômetro útil transportada (A/B) encontramos o consumo específico de 0,0042 l/t.km.

3.3 Transporte aquaviário

Barcaça - hidrovía

Para calcular o consumo específico de barcaças, utilizamos como base (DEPARTAMENTO HIDROVIÁRIO, 2009) apud (NOVO, 2016). Consideramos que para cada mil TKU transportada em barcaças, consumiu-se 5 litros de óleo diesel (DEPARTAMENTO HIDROVIÁRIO, 2009). Desta forma, foi considerado o consumo específico de óleo diesel igual a 0,005 l/t.km. Por simplificação, foi considerado como combustível o óleo diesel convencional ao invés do óleo diesel marítimo, visto que não há diferenças significativas entre os dois combustíveis.

Navio

Para calcular o consumo específico de óleo combustível em navios utilizamos como base (IEA, 2022). Consideramos a intensidade de energia do transporte por navio igual 0,09 MJ/t.km (IEA, 2022) e o poder calorífico do combustível de 40,15 MJ/l (EPE, 2021). Realizando uma regra de três simples foi possível concluir que o consumo específico para esta categoria é de 0,0022 l/t.km. Os dados se referem a dados internacionais, visto que o transporte por navio ocorre de maneira transnacional.

A Tabela 3 mostra o consumo específico de combustível para os diferentes tipos de transporte de cargas, sendo que apenas o navio utiliza o óleo combustível como combustível. Demais transportes foi considerado o uso óleo diesel.

*Tabela 3 - Tipos de transporte e volume de combustível consumido por t*km.*

Fluxo	Consumo específico de combustível (l/t.km)
Transporte rodoviário de cargas – van	0,2133
Transporte rodoviário de cargas - caminhão betoneira	0,0421
Transporte rodoviário de cargas - caminhão basculante toco (2 eixos)	0,0427
Transporte rodoviário de cargas - caminhão basculante truck (3 eixos)	0,0297
Transporte rodoviário de cargas - conjunto carreta 2 eixos + cavalo mecânico simples (4 eixos)	0,0288
Transporte rodoviário de cargas - conjunto carreta 3 eixos + cavalo mecânico simples (5 eixos)	0,0266
Transporte rodoviário de cargas - bitrem (7 eixos)	0,0166
Transporte aquaviário de cargas - barcaça (hidrovía)	0,0050
Transporte aquaviário de cargas - navio	0,0022
Transporte ferroviário de cargas	0,0042

Fonte: autores, 2022.

4. Fator de emissão da eletricidade

Para calcular os fatores de emissões de dióxido de carbono para geração de eletricidade no Brasil, foi utilizado como base a versão 1 do relatório do CB3F (Centro brasileiro de eficiência energética em edificações) (RUPP; LAMBERTS, 2017) e os dados do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI, 2020a).

Assim, o método utilizado para realizar o cálculo foi adaptado ao interesse do projeto, portanto foram utilizados e analisados apenas os dados de 2018 até 2020 disponibilizados pelo MCTI para realizar o cálculo dos fatores de emissão para eletricidade no Sistema Interligado Nacional. Os dados que foram coletados dos fatores de emissão médio de CO₂ para eletricidade são utilizados em inventários corporativos e tem como finalidade estimar a quantidade de CO₂ relacionada a uma certa produção de eletricidade. O cálculo do valor médio das emissões de geração de energia considera todas as usinas que estão gerando eletricidade, não apenas aquelas que estão operando na margem (MCTIC, 2021).

O valor utilizado como fator de emissão da eletricidade da rede pública foi a média dos últimos três anos. A Tabela 4 apresenta os dados dos fatores de emissão para a eletricidade no Sistema Integrado Nacional (SIN) de 2018 a 2020, bem como a média dos períodos.

Tabela 4 - Evolução dos fatores de emissão de dióxido de carbono para eletricidade (Sistema Integrado Nacional - SIN) –Brasil

Ano	Fator de emissão de CO ₂ (tCO ₂ /MWh)	Média últimos 3 anos
2018	0,0740	-
2019	0,0750	-
2020	0,0617	0,070

Fonte: MCTI, 2020a.

4.1 Cálculo do fator para emissão biogênica utilizado no cálculo do fator de emissão da eletricidade

Para o cálculo do fator biogênico foi utilizado o Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, onde os valores utilizados para as fontes de energia renovável foram retirados da Tabela 9 do citado documento (BRASIL, 2022, p. 43). A conversão para emissões de CO₂ foi feita a partir da multiplicação das emissões de carbono (valores presentes na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) pela razão entre a massa molecular do CO₂ e do carbono, portanto 44/12 (BRASIL, 2022).

Tabela 5 – Conteúdos de carbono empregados tC/mil tep pela razão entre o peso molecular do CO₂ e do carbono

Fontes de Energia Renovável	
Lenha	4235,37
Bagaço de cana	4191,00
Lixívia	3991,53
Biodiesel	2963,03

Fonte: autores, 2021.

Para chegar ao fator biogênico, portanto os valores presentes na Tabela 6, o cálculo foi realizado a partir da Tabela 8 calculada no projeto, portanto: consumo de combustível x 3,60x10⁶ x valor retirado da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 6– Cálculo para o fator biogênico

Fontes de Energia Renovável	2018	2019	2020
Lenha	2,38E+13	2,46E+13	1,83E+13
Bagaço de cana	6,49E+14	6,70E+14	6,68E+14
Lixívia	8,64E+13	8,04E+13	9,64E+13
Biodiesel	1,02E+13	1,35E+13	1,40E+13
Total	7,69E+14	7,89E+14	7,97E+14

Fonte: autores, 2021.

Feito todos os cálculos, para finalizar é realizado a somatória por ano, para logo em seguida o resultado final presente na Tabela 7, ser calculado a partir da divisão do valor total, pela geração de eletricidade por 10¹².

Tabela 7 – Resultado dos cálculos para o fator biogênico

	2018	2019	2020
kg/kWh	0,0700	0,0751	0,0660
Fe biogênico	0,0014	0,0014	0,0014

Fonte: autores, 2021.

4.2 Fator de consumo de energia primária

Para calcular os fatores de consumo de energia primária, foi utilizado como base o Anexo A do Relatório “Eficiência Energética em Edificações – Análise da Energia no Aquecimento de Água: Fatores de Energia Primária e Emissão” do CB3F, (RUPP; LAMBERTS, 2017). Esse método foi adaptado para estimar o fator de conversão de eletricidade em energia primária, a partir de valores do BEN de 2021, com o ano base de 2020 (EPE, 2021).

Primeiramente foi utilizada a Tabela 5.3 do Balanço Energético Nacional (EPE, 2021, p. 113), que fornece o balanço das centrais elétricas, sendo está dividida em duas partes. A superior é referente ao consumo de combustíveis utilizados para a geração de eletricidade, com uma unidade de 10³ tep. Já a inferior são os valores da energia elétrica gerada com cada combustível, na unidade de GWh. Inicialmente, todos os valores da Tabela superior, portanto do consumo de combustíveis foram convertidos para a unidade GWh. Segundo a Tabela VIII.5 do Balanço Energético Nacional dos fatores de conversão para energia (EPE, 2021, p. 229), uma tonelada equivalente de petróleo corresponde a 11,63 x 10³ kWh, convertendo esse valor chegamos ao fator 11,63 GWh/10³tep.

No entanto, os valores da Tabela 5.3 do Balanço Energético Nacional incluem todas as usinas elétricas (serviços públicos e autoprodução), e para ter fatores de geração relacionados à eletricidade na rede de energia, deve-se subtrair a energia produzida por autoprodutores que não é injetada na rede, sendo seu valor disponibilizado na Tabela 5.5a do mesmo documento (EPE, 2021, p. 116).

Da mesma maneira, é preciso converter os valores do consumo de combustíveis da Tabela 5.5a para GWh e subtrair, tanto do consumo de combustível quanto da geração de eletricidade, a autoprodução não injetada na rede. Após realizar a subtração da energia produzida por autoprodutores que não é injetada na rede, é necessário incluir a eletricidade importada

apresentada na Tabela 4.3 do Balanço Energético Nacional (EPE, 2021, p.106), a conversão para GWh também é necessária. Os valores calculados são apresentados nas Tabela 8 e Tabela 9.

Tabela 8 - Consumo de combustível nas Centrais Elétricas (serviço público mais autoprodução injetada na rede: subtraída a autoprodução não injetada)

Ano	2018	2019	2020
Consumo de combustíveis (GWh)	256.476,39	266.664,27	242.031,93
Não Renováveis	201.966,58	210.002,91	184.382,02
Gás Natural	94.889,17	101.960,21	91.423,43
Carvão Vapor	35.738,99	39.041,91	30.552,01
Óleo Diesel	9.455,19	11.688,15	11.083,39
Óleo Combustível	8.594,57	3.291,29	3.384,33
Gás de Coqueria	930,40	604,76	220,97
Outras Secundárias	569,87	348,90	500,09
Outras não renováveis	4.279,84	4.163,54	4.628,74
Urânio contido no UO ²	47.508,55	48.880,89	42.589,06
Renováveis	54.509,81	56.661,36	57.649,91
Lenha	1.558,42	1.616,57	1.197,89
Bagaço de cana	43.007,74	44.426,60	44.287,04
Lixívia	6.012,71	5.594,03	6.710,51
Biodiesel	953,66	1.267,67	1.314,19
Outras renováveis	2.988,91	3.756,49	4.151,91

Fonte: autores, 2021.

Tabela 9 - Geração de energia nas Centrais Elétricas (serviço público + autoprodução)

Ano	2018	2019	2020
Geração de eletricidade (GWh)	543.803	568.986	560.530
Não Renováveis	80.050	84.688	72.946
Gás Natural	42.409	47.932	40.773
Carvão Vapor	12.805	13.920	10.856
Óleo Diesel	3.311	3.532	4.149
Óleo Combustível	3.653	1.343	1.412
Gás de Coqueria	192	229	96
Outras Secundárias	250	153	219
Outras não renováveis	1.756	1.450	1.390
Urânio contido no UO2	15.674	16.129	14.053
Renováveis	463.759	484.304	487.584
Lenha	663	694	482
Bagaço de cana	21.583	22.564	22.778
Lixívia	2.766	2.566	3.083
Biodiesel	356	407	525
Outras renováveis	1.136	1.385	1.546
Eólica	48.466	55.972	57.047
Solar	3.242	5.992	8.452
Hidráulica	385.548	394.724	393.671
Total (sem importação)	543.809	568.992	560.530
Energia Importada	34,983	25,156	25,121
Total	578.792	594.148	585.651

Fonte: autores, 2021.

Os valores do consumo de combustível e da geração de energia correspondem à energia disponível na rede no ano correspondente. O rendimento médio é calculado dividindo a geração de eletricidade pelo consumo de combustíveis, sendo estes resultados apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Rendimento médio de geração (serviço público + autoprodução injetada na rede)

Ano	2018	2019	2020
Não Renováveis	0,396	0,403	0,396
Gás Natural	0,447	0,470	0,446
Carvão Vapor	0,358	0,357	0,355
Óleo Diesel	0,350	0,302	0,374
Óleo Combustível	0,425	0,408	0,417
Gás de Coqueria	0,206	0,379	0,434
Outras Secundárias	0,439	0,439	0,438
Outras não renováveis	0,410	0,348	0,300
Urânio contido no UO2	0,330	0,330	0,330
Renováveis	1	1	1
Lenha	1	1	1
Bagaço de cana	1	1	1
Lixívia	1	1	1
Outras renováveis	1	1	1

Fonte: autores, 2021.

A geração de eletricidade pode ser a partir de combustíveis que podem ser considerados fontes de energia primária e combustíveis que são considerados energia secundária. Geralmente, deve ser considerado todo o ciclo de vida do combustível. Porém seguindo a metodologia do Sidac: “Despreza-se a energia consumida para extrair, transformar e transportar os produtos primários que dão origem aos combustíveis.” Assim, na nossa abordagem não estamos levando em consideração o ciclo de vida da produção dos vetores energéticos.

No entanto, para se chegar ao rendimento total de cada combustível, ainda é preciso se obter os rendimentos para a transformação de uma fonte primária em secundária. Para este cálculo são necessários os valores de energia de cada combustível e suas perdas, deste modo foi utilizada a Tabela 5.1 de refinarias de petróleo do Balanço Energético Nacional (EPE, 2021, p. 112), a Tabela 5.2 das unidades de processamento de gás natural (EPE, 2021, p. 112), a Tabela 5.6 de coqueiras (EPE, 2021, p. 120) e a Tabela 5.9 do ciclo do combustível nuclear do mesmo documento (EPE, 2021, p. 121).

Para a transformação da energia primária em secundária o cálculo utilizado foi: (Energia primária - perdas) / Energia primária

Já para combustíveis derivados do petróleo o cálculo foi: (Petróleo e líquidos de gás natural (LGN) - perdas) / Petróleo e LGN.

Os resultados dos rendimentos dos centros de transformação são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Rendimento dos centros de transformação

Fontes	2018	2019	2020
Refinarias	0,998	0,994	0,994
Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN)	0,981	0,990	0,988
Coquearias	0,974	0,974	1
Ciclo Nuclear	0,984	0,984	0,984

Fonte: autores, 2021.

Sendo assim, para chegar ao cálculo do rendimento total, foi preciso calcular os rendimentos dos centros de transformação das cadeias dos combustíveis não renováveis utilizados na geração termelétrica no país. O cálculo é realizado a partir do produto do rendimento médio de geração e rendimento dos centros de transformação, pois como já mencionado não está sendo levado em consideração outros fluxos do ciclo de vida, o resultado é apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 - Rendimento total por fonte

Ano	2018	2019	2020
Não Renováveis			
Gás Natural	0,438	0,465	0,443
Carvão Vapor	0,358	0,354	0,353
Óleo Diesel	0,350	0,300	0,372
Óleo Combustível	0,424	0,405	0,415
Gás de Coqueria	0,201	0,369	0,423
Outras Secundárias	0,438	0,436	0,435
Outras não renováveis	0,410	0,346	0,299
Urânio contido no UO ²	0,325	0,325	0,325
Renováveis			
Lenha	1	1	1
Bagaço de cana	1	1	1
Lixívia	1	1	1
Biodiesel	1	1	1
Outras renováveis	1	1	1
Eólica	1	1	1
Solar	1	1	1
Hidráulica	1	1	1

Fonte: autores, 2021.

Para energia renovável, convencionalmente, o fator de geração de energia é 1, pois está sendo considerado que não existe perda na cadeia, apenas a perda na etapa de transmissão da eletricidade.

Para se obter o consumo de energia primária de cada fonte, deve-se dividir a geração de eletricidade produzida pelo respectivo rendimento total. Para a eficiência de transmissão para o Brasil, foi realizado o cálculo a partir da Tabela 2.28 do Balanço Energético Nacional (EPE, 2016,

p. 71), que fornece os dados da eletricidade. Foram utilizados apenas os valores das perdas e do consumo total para chegar no resultado das perdas pela transmissão em cada ano. Primeiramente foi realizado a subtração das perdas pelo consumo total, já para chegar nas porcentagens foi preciso dividir as perdas pelo valor obtido no cálculo anterior da subtração. Assim, cada porcentagem obtida foi utilizada como perda na transmissão para o resultado da energia importada na Tabela 13 e para a eletricidade na Tabela 14. Os resultados do consumo de energia primária são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Consumo de energia primária na geração da eletricidade

Ano	2018	2019	2020
Gás Natural	96732,35	102991,85	91964,19
Carvão Vapor	35794,12	39290,74	30732,72
Óleo Diesel	9469,77	11762,64	11148,95
Óleo Combustível	8607,83	3312,27	3404,35
Gás de Coqueria	954,88	620,64	226,79
Outras Secundárias	570,75	351,12	503,05
Outras não renováveis	4286,44	4190,08	4656,12
Urânio contido no UO²	48276,07	49672,74	43284,26
Lenha	663	694	482
Bagaço de cana	21583	22564	22778
Lixívia	2766	2566	3083
Biodiesel	356	407	525
Outras renováveis	1136	1385	1546
Eólica	48466	55972	57047
Solar	3242	5992	8452
Hidráulica	385548	394724	393671
Energia Importada	43188,94	31056,41	31013,58
Total	711641,15	727552,48	704518,00

Fonte: autores, 2021.

O consumo de energia primária dividido pela geração, subtraída das perdas é o fator de conversão da eletricidade para energia primária. Sendo assim, os valores do fator de energia primária e média dos últimos 3 anos são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Fator de emissão da energia primária e eletricidade

Energia/Ano	2018	2019	2020	MÉDIA (GWhprim/GWhelet.)
Eletricidade	1,45	1,46	1,44	1,45

Fonte: autores, 2021.

Para obter o fator de conversão da eletricidade de kWh para energia primária em MJ, multiplicamos o fator médio da Tabela 14 por 3,6 MJ/kWh e obtemos 5,22 MJ/kWh. A soma da energia primária renovável e não renovável na Tabela 15, foi utilizada a fim de identificar o fator de emissão de ambas a partir da seguinte equação:

Fator de emissão da energia renovável = Valor total do fator de emissão da energia primária * Média da soma dos 3 anos de consumo de energia renovável / Média da soma dos 3 anos do valor total de consumo de energia, totalizando em 3,75 MJ/kWh.

Fator de emissão da energia não renovável = Valor total do fator de emissão da energia primária - Valor total do fator de emissão da energia primária renovável, resultando em 1,47 MJ/kWh.

Tabela 15 - Fator de emissão da energia primária

	MJ/kWh	Renovável	Não renovável
Fator de emissão da energia primária	5,22 MJ/kWh	3,75 MJ/kWh	1,47 MJ/kWh

Fonte: autores, 2021.

5. Referências

ANP. **Mistura de biodiesel ao diesel passa a ser de 13% a partir de 1/03/2021**, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/canais_atendimento/imprensa/noticias-comunicados/mistura-de-biodiesel-ao-diesel-passa-a-ser-de-13-a-partir-de-1-3>

ANTT. **Acompanhamento das Concessões Ferroviárias - Relatório Anual**, 2013. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/4994/Relatorios_Anuais.html>

BRASIL. **Cronologia da Mistura Carburante (Etanol Anidro e Gasolina)**, 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos/cronologia-da-mistura-carburante-etanol-anidro-gasolina-no-brasil.pdf/view>>

BRASIL. **Relatórios de Referência Setorial**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-de-referencia-setorial>>.

BSOFT. **Entenda mais sobre os tipos de veículo e sua capacidade de carga**. Disponível em: <<https://bsoft.com.br/blog/tipos-de-veiculo-e-capacidade-de-carga>>. Acesso em: 13 out. 2021.

CETESB. **Emissões veiculares no estado de São Paulo 2018**. São Paulo: [s.n.].

DEPARTAMENTO HIDROVIÁRIO. **Hidroanel Metropolitano & Dinamização da Hidrovia Tietê - Paraná**, 2009. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/palestras/seminariobrasilholanda/painel1/palestrafrédericobussinger.pdf>>

EPE. **Demanda de Energia 2050**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-458/DEA_13-15_Demanda_de_Energia_2050.pdf>.

EPE. **Balço Energético Nacional 2021**. p. 01–268, 2021.

GESTRAN. **Tipos de caminhões: conheça os principais tamanhos e capacidades**. Disponível em: <<https://gestran.com.br/2017/04/principais-tipos-de-caminhoes/>>. Acesso em: 13 out. 2021.

IEA. **International Shipping**. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/international-shipping>>. Acesso em: 21 jan. 2022.

IPCC. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**, 2006. Disponível em: <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>>

MCTIC. **Fator médio - Inventários corporativos**. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html>. Acesso em: 25 nov. 2021.

MERCEDES-BENZ. **Ficha Técnica - Caminhão Betoneira Atego 2730**São Bernado do Campo,

2019. Disponível em: <[https://m.mercedes-benz.com.br/resources/files/documentos/caminhoes/atego/dados-tecnicos/2019/Atego_2730_6x4_Betoneira - V1_19_site.pdf](https://m.mercedes-benz.com.br/resources/files/documentos/caminhoes/atego/dados-tecnicos/2019/Atego_2730_6x4_Betoneira_-_V1_19_site.pdf)>

NOVO, A. L. A. **Perspectivas para o Consumo de Combustível no Transporte de Carga no Brasil: uma Comparação entre os Efeitos Estrutura e Intensidade no Uso Final de Energia do Setor.** [s.l.] UFRJ, 2016.

RUPP, R. F.; LAMBERTS, R. **Fatores de conversão de energia elétrica e térmica em energia primária e em emissões de dióxido de carbono a serem usados na etiquetagem de nível de eficiência energética de edificações,** 2017. Disponível em: <[https://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Relatório Fatores de Conversão.pdf](https://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Relatório_Fatores_de_Conversão.pdf)>

STABELINI, D. **Tipos de Caminhões: Tamanhos e Capacidades.** Disponível em: <<https://blog.texaco.com.br/ursa/tipos-de-caminhoes-e-capacidades/>>. Acesso em: 13 out. 2021.