



## **PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL FACULTATIVA**

Ana Paula de Carvalho Iespa<sup>1</sup>  
Cleyton Martins da Silva<sup>2</sup>

### *Resumo*

O crescimento populacional e o desenvolvimento da humanidade trouxeram consigo um incremento na demanda de utilização dos recursos naturais e, conseqüentemente, um aumento nos impactos ambientais intensificados pelas atividades antrópicas. Recentemente, muitas medidas têm sido discutidas com a expectativa de mitigar e possivelmente compensar os danos causados no meio ambiente, principalmente devido ao aumento da conscientização ambiental, exigências do mercado e cumprimento da legislação. Todavia, a maior parte das medidas tomadas são direcionadas às grandes empresas e realizadas de modo compulsório, resultando em uma lacuna no que diz respeito ao alcance e acesso de grande parte das pessoas físicas e possibilidade de tomada de medidas facultativas, o que permitiria maiores e melhores resultados. Dentre as ações de compensação ambiental mais discutidas da atualidade, destacam-se aquelas relacionadas à mitigação dos impactos causados pela intensificação do efeito estufa e mudanças climáticas, sendo estas questões ambientais as mais discutidas no meio acadêmico e científico ao redor de todo o planeta. Desta forma, neste trabalho foi desenvolvida uma metodologia e ferramenta de cálculo de emissões de carbono equivalente e conversão deste em valor monetário, sugerindo o investimento deste valor em ações de compensação ambiental. Este trabalho e metodologia elaborada ainda permite o fomento das discussões ambientais e o desenvolvimento de sentimento de responsabilidade individual e pertencimento ao meio ambiente, caracterizando uma prática de educação ambiental.

**Palavras-chave:** Neutralização de carbono; Calculadora de CO<sub>2</sub>; Impactos ambientais; Aquecimento global; Sustentabilidade.

---

<sup>1</sup>Mestre em Ciências do Meio Ambiente, Universidade Veiga de Almeida – campus Tijuca – Pró-reitoria de Pós-graduação, [anapaula.prosperar@gmail.com](mailto:anapaula.prosperar@gmail.com).

<sup>2</sup>Prof. Dr. em Química Ambiental, Universidade Veiga de Almeida – campus Tijuca – Pró-reitoria de Pós-graduação, [martins.cleyton@gmail.com](mailto:martins.cleyton@gmail.com).



## INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial associado à crescente exploração e utilização dos recursos naturais, bem como as diversas atividades antrópicas intensificadas a partir da Revolução Industrial, são reconhecidos como os causadores dos principais impactos ambientais da atualidade (de GIACOMETTI & DOMINCHEK, 2019; RABELO & OLIVEIRA, 2020), resultando em uma preocupação com as questões ambientais e no surgimento da ideia de desenvolvimento econômico sustentável e sustentabilidade (DINIZ & BERMAN, 2012), implicando na necessidade de conservação ambiental.

Geluda & Young (2004) apontam que a conservação ambiental se justifica no valor intrínseco da natureza frente às questões de qualidade de vida dos diversos povos da humanidade, se estabelecendo como uma questão de ética e moral, o que leva à urgência de uma compensação ambiental como uma forma de “indenização” dos danos causados ao meio ambiente, permitindo o restabelecimento dos ecossistemas. Todavia, um dos maiores desafios para a “compensação ambiental” e a tomada de “medidas compensatórias” refere-se à valoração ambiental, ou seja, à atribuição de valores aos ativos ambientais, sendo essa necessária, do ponto de vista econômico, a fim de uma possível destinação de recursos para a efetivação de “indenização” e possibilidade de restauração dos danos realizados (FONSECA, 2015).

No Brasil, a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, dispõe em seu Art. 36 que “nos casos de licenciamento ambiental de significativo impacto ambiental [...] o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral”. Em continuidade, o § 10 deste mesmo Artigo dispõe que “o montante de recursos a ser destinado pelo empreendedor para esta finalidade não pode ser inferior a meio por cento dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento [...]”.

Destarte, o valor previsto para a compensação ambiental por um determinado empreendimento fomenta uma discussão sobre a assertividade e constitucionalidade deste valor, visto que alguns danos podem ser irreversíveis ou o valor estipulado ser insuficiente para a compensação dos possíveis danos causados (CAMPOLIM, 2010), sobretudo quando

nem todos os impactos ambientais conseguem ser precisamente dimensionados e mensurados, como é o caso do aquecimento global e mudanças climáticas, que se constituem os principais impactos ambientais da atualidade, sendo discutidos por diferentes países e promovendo ações adotadas internacionalmente, tais como o Protocolo de Kyoto (1997) e o Acordo de Paris (2015), ambos no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC), que têm a expectativa de reger medidas para a diminuição da emissão de gases de efeito estufa e contenção do aquecimento global abaixo de 2 °C.

Nessa perspectiva, um dos grandes desafios do mundo moderno no sentido de tomada de ações mitigadoras e compensatórias do meio ambiente é limitar o aumento da temperatura do planeta, com a diminuição das emissões de gases de efeito estufa, em especial o CO<sub>2</sub>, para a atmosfera - ou ainda, proporcionar meios para a captura e estocagem de CO<sub>2</sub>, tais como os processos de absorção de CO<sub>2</sub> pela vegetação, objetivados pelas atividades de reflorestamento (IPCC, 2007; MOREIRA, 2017).

As atividades de reflorestamento são reconhecidas como atividades de mitigação de danos e compensação ambiental, sendo, possivelmente, a modalidade mais difundida e mais estudada dentre as conhecidas, visto que, além da potencialidade de captura e estocagem de CO<sub>2</sub>, ainda promove a manutenção da integridade dos ecossistemas e a mitigação de outros impactos oriundos das atividades antrópicas sobre eles (MELLO et al., 2019).

No entanto, vale mencionar que diversas outras atividades e projetos podem ser executados como forma de mitigação de danos dos impactos ambientais e consequente compensação ambiental, e deveriam ser amplamente difundidos e aplicados, tanto por empresas quanto por pessoas físicas, já que cada indivíduo também deve ser considerado como responsável pelas próprias ações e suas consequências sobre o meio em que vive (de GODOY, 2020; MARQUES & XAVIER, 2019), discussão esta que incorre em outra limitação e desafio da compensação ambiental, como trata a Lei nº 9.985/2000, que diz respeito à ausência de dados e discussão para uma compensação ambiental a ser realizada por pessoas físicas.

Na ausência de legislação ou regulamentação específicas para uma compensação ambiental necessária para a mitigação das atividades individuais por pessoas físicas,



recorre-se à necessidade de uma conscientização socioambiental que permita ao indivíduo a tomada de decisões: tanto a respeito de suas atividades e a reflexão de como estas impactam o meio em que vive, quanto das diversas formas de mitigação e compensação dos danos ambientais oriundos destas atividades (FONSECA, 2011; FACCHINI & AGUIAR., 2015; MARQUES & XAVIER, 2019).

Ainda no que diz respeito às limitações e desafios de uma possível compensação ambiental, destaca-se a ausência de protocolos e metodologias que permitam ao indivíduo pessoa física a real tomada de conhecimento dos impactos causados pelas suas atividades individuais e que sejam de fácil acesso, compreensão e acreditação pela sociedade.

Nesse sentido, destaca-se a adoção de “inventários de emissões de CO<sub>2</sub>” para a contabilização de gases de efeito estufa de um estabelecimento, produto ou serviço, a fim de se estimar todas as emissões relacionadas à unidade ou atividade em estudo e que resultaria em uma determinada massa de CO<sub>2</sub>equivalente (CO<sub>2</sub>e). No entanto, esta ferramenta é, de modo geral, pouco disponível para as pessoas físicas, além de ser considerada complexa, sendo mais focada para atividades empresariais e industriais.

Os inventários de emissões possuem diferentes abrangências e escopos e são orientados por diferentes metodologias específicas, tais como o GHG Protocol e as normas ISO 14040, ISO 14044 e ISO 14067. Apesar de tais metodologias serem consideradas robustas e tecnicamente confiáveis, observa-se que elas atendem necessidades e expectativas distintas, o que eventualmente resulta em inconsistências em seus resultados (MEDEIROS et al., 2013).

Finalmente, esta ferramenta falha nas orientações pós-cálculo, visto que não define valores para uma possível compensação ambiental, tampouco a proposta de medidas e ações a serem tomadas que permitam a reparação dos danos causados pelas atividades antrópicas individuais. E, considerando o aumento no nível de conscientização ambiental da população, bem como uma nova tendência do mercado e quebra disruptiva de paradigmas, a determinação das emissões de GEE individuais e possibilidade de compensação se tornam cada vez mais urgentes.

Assim, o objetivo deste trabalho é propor uma metodologia preliminar para estimar o valor de compensação ambiental referente aos impactos oriundos das atividades

antrópicas individuais, com base na problemática das emissões de CO<sub>2</sub> e mudanças climáticas.

## METODOLOGIA

Em um cálculo de emissões de CO<sub>2</sub>e emitidos, e, posteriormente, determinação de valores para a sua compensação, diversas ações poderiam ser consideradas, desde que seja possível a identificação e seleção de suas fontes de emissão, bem como o estabelecimento de seus respectivos de fatores de emissão e conversão.

Considerando que a proposta deste trabalho destina-se a uma metodologia preliminar, este estudo se concentrou principalmente nas ações antrópicas individuais que são potenciais e relevantes fontes emissoras de GEE, em especial aquelas que dizem respeito à obtenção e utilização de energia: I) consumo de energia elétrica; II) consumo de gás natural domiciliar; e III) utilização de transporte (individual).

Neste contexto, para o desenvolvimento desta proposta, levou-se em consideração as orientações e diretrizes estabelecidas por órgãos e entidades de referência – IPCC; GHG Protocol; Ministério do Meio Ambiente; e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (IPCC, 2007; GHG PROTOCOL, 2020; MMA, 2011, MCTIC, 2020).

Para o consumo de energia elétrica, o MCTI (2020) orienta a utilização do fator de emissão em tCO<sub>2</sub>e/MWh ou kgCO<sub>2</sub>e.kWh, determinado pelo Sistema Interligado Nacional (SIN) e obtido da média das emissões da geração, levando em consideração todas as usinas que estão gerando energia e não somente aquelas que estejam funcionando na margem.

O SIN disponibiliza atualizações para o fator de emissão desde o ano de 2006. E, para fins deste estudo, de modo mais crítico e conservador, considerou-se o fator de emissão referente ao ano de 2014 (0,1355 kgCO<sub>2</sub>e/kWh), esse sendo o maior valor de fator de emissão observado para o período.

Em outra modalidade, a quantidade de CO<sub>2</sub>e emitida pode ser realizada considerando-se o valor retribuído pelo consumo de energia elétrico. Para tal, deve-se levar em consideração o valor de retribuição por kWh, que no Brasil depende de cada concessionária de fornecimento de energia elétrica.



Na cidade do Rio de Janeiro, a concessionária responsável pela distribuição de energia elétrica é a Light, e o valor de retribuição consultado no mês de agosto de 2020 é equivalente a 0,8877 R\$/kWh, já considerando as retribuições referentes a tributos, contribuição de custeio de iluminação pública e outras taxas. Neste caso, o fator de emissão a ser utilizado será 0,1526 kgCO<sub>2e</sub>/R\$.

O cálculo e determinação da quantidade de CO<sub>2e</sub> emitido por tipo de combustível fóssil considera o poder calorífico específico do combustível para posterior cálculo da quantidade de CO<sub>2e</sub>, conforme descrito por Rupp & Lamberts (2017). A Tabela 1 demonstra os fatores de emissão de CO<sub>2e</sub> por quantidade de combustível utilizado, seguindo as orientações do MCTI (2010), RUPP & LAMBERTS (2017) e GHG Protocol (2020).

**Tabela 1:** Fatores de emissão/quantidade de combustível

Combustível	Fator de emissão	Unidade
Gasolina	2,239	kgCO <sub>2e</sub> /L
Óleo diesel	2,632	kgCO <sub>2e</sub> /L
Gás natural	2,067	kgCO <sub>2e</sub> /m <sup>3</sup>
GLP	2,932	kgCO <sub>2e</sub> /kg
Etanol	1,526	kgCO <sub>2e</sub> /kg

**Fonte:** Os autores (2021), adaptado de MCTI, 2010; RUPP & LAMBERTS, 2017; GHG Protocol, 2020

Assim, o fator de emissão a ser utilizado neste manuscrito para o GN é o de 2,07 kgCO<sub>2e</sub>/m<sup>3</sup> e para o GLP 2,93 kgCO<sub>2e</sub>/kg - nesse último caso, considerando o botijão de gás como 13 kg de GLP, calcula-se um fator de emissão de 38,09 kgCO<sub>2e</sub>/botijão.

Ainda neste estudo, o cálculo da quantidade de CO<sub>2e</sub> emitida pode ser realizado ao considerar o valor retribuído pelo consumo de gás GN. Na cidade do Rio de Janeiro, a concessionária responsável pela distribuição de GN é a Naturgy Brasil, e o valor de retribuição, consultado no mês de agosto de 2020, é equivalente a 6,67 R\$/m<sup>3</sup>, já considerando as retribuições referentes a tributos públicos e demais taxas, resultando em um fator de emissão de 0,3101 kg CO<sub>2e</sub>/R\$.

Outra atividade de grande relevância para as emissões de CO<sub>2e</sub> é o transporte rodoviário, já que consome quantidades significativas de combustíveis fósseis (diesel, gasolina e GNV) e, conseqüentemente, é o responsável por cerca de 50% das emissões antrópicas de GEE (da SILVA, 2020).

As emissões de GEE associadas ao transporte estão obviamente relacionadas ao tipo e composição do combustível utilizado, conforme detalhado na Tabela 1. No entanto, outros fatores também podem ser levados em consideração, tais como o tipo de veículo, a potência e desempenho do motor, velocidade média, e até mesmo o modo de direção (da SILVA, 2020).

De um modo geral e segundo as orientações do IPCC (2007), o cálculo das emissões de GEE para o setor de transporte pode ser estimado tanto através do consumo de combustível quanto por meio da distância percorrida pelos veículos. Assim, considerando as orientações do IPCC (2007), bem como a especificidade dos combustíveis brasileiros (em especial a gasolina, cuja composição compreende 73% de gasolina e 27% de etanol anidro), são sugeridos os valores de conversão para quilometragem percorrida, tipo de combustível e veículo demonstrados na Tabela 2. Os valores foram definidos considerando a eficiência para motores no ano de 2019; e, para os veículos movidos somente a etanol, foram utilizados os dados referentes a 2014 (GHG Protocol, 2020).

**Tabela 2:** Fatores de conversão por tipo de veículo

<b>Veículo (tipo)</b>	<b>fator de conversão (kgCO<sub>2</sub>e/km)</b>
<b>Automóvel a gasolina</b>	<b>0,1867</b>
<b>Automóvel a etanol</b>	<b>0,2217</b>
<b>Automóvel flex a gasolina</b>	<b>0,1730</b>
<b>Automóvel flex a etanol</b>	<b>0,1800</b>
<b>Automóvel a GNV</b>	<b>0,1820</b>
<b>Motocicleta a gasolina</b>	<b>0,0567</b>
<b>Motocicleta flex a gasolina</b>	<b>0,0488</b>
<b>Motocicleta flex a etanol</b>	<b>0,0522</b>
<b>Veículo comercial leve a gasolina</b>	<b>2,1100</b>
<b>Veículo comercial leve a etanol</b>	<b>1,5300</b>
<b>Veículo comercial leve flex a gasolina</b>	<b>2,1100</b>
<b>Veículo comercial leve flex a etanol</b>	<b>1,5300</b>
<b>Veículo comercial leve a diesel</b>	<b>2,6753</b>

**Fonte:** Os autores (2020), adaptado de GHG Protocol (2020)

Como medida de compensação ambiental, foram consideradas neste trabalho as ações de plantio de árvores, visto que esses indivíduos são capazes de capturar e armazenar o CO<sub>2</sub> atmosférico para a constituição de sua biomassa, através do processo de fotossíntese,



tanto em seu ciclo de crescimento quanto em sua manutenção.

De um modo geral, o cálculo da massa de carbono que uma árvore é capaz de absorver é dependente da espécie e bioma do indivíduo, e tem como base o volume da árvore, a densidade da madeira e o teor de carbono médio de sua constituição (MAY et al., 2005). Assim, no presente artigo, levou-se em consideração o plantio de árvores nativas da Mata Atlântica que, segundo estudos, possuem uma estimativa média de taxa de sequestro ao longo de seus 20 primeiros anos de vida equivalente a 163,14 kg de CO<sub>2</sub>e (CICLO VIVO, 2013). Já em relação ao custo, tomou-se o preço médio de R\$25,00, praticado por ONGS e empresas do ramo para o plantio de unidade de espécie nativa (Iniciativa Verde, 2020; Projeto Plantar, 2020).

Diante do exposto, e assumindo os parâmetros e fatores de conversão para I) consumo de energia elétrica, II) consumo de gás natural domiciliar e III) utilização de transporte, bem como a taxa de sequestro de CO<sub>2</sub>e por árvores e o custo referente ao plantio dessas, foi possível a construção de uma planilha inteligente e automatizada, com o auxílio do editor de planilhas Microsoft Excel e suas funcionalidades, que permite a inclusão de dados de entrada (energia elétrica, consumo de GN e de transporte), e obtenção de resultados referentes à quantidade de CO<sub>2</sub>e emitida, ao número de árvores necessárias para a sua compensação e ao valor financeiro para tal plantio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no estabelecimento dos fatores de conversão e emissão para os parâmetros selecionados, foi possível a elaboração de uma planilha inteligente, automatizada e dinâmica para o cálculo das emissões totais de carbono equivalente mensais e/ou anuais. Adicionalmente, a planilha ainda permite o cálculo estimado dos valores necessários para compensação do CO<sub>2</sub>e emitido, levando-se em consideração os ditos parâmetros de emissão e com base na quantidade de árvores para a captura e estocagem do carbono equivalente e o custo para o plantio das mesmas. A planilha elaborada e mencionada se encontra disponível online, e com acesso gratuito, pelo link: <https://drive.google.com/file/d/1sPXtNDGfnWCpYkcCnq3jo5QlFjSl04h/view?usp=sharing>.



Através da planilha inteligente e conforme demonstrado na Figura 1, o usuário pode realizar a inserção dos dados de entrada (*input* dos dados de consumo), referentes às atividades antrópicas praticadas, permitindo, neste momento, uma reflexão acerca de seus hábitos de consumo, no que diz respeito à energia elétrica, consumo de gás natural e outros combustíveis fósseis para transporte, bem como dos impactos (quantidade de CO<sub>2</sub>e emitido por mês e ano) oriundos das suas respectivas atividades individuais.

Energia elétrica		Input de dados de consumo		Fatores de conversão estabelecidos		Quantidade de CO <sub>2</sub> e emitido por mês e ano		
	Parâmetro	Unidade	Consumo	Fator de conversão	kg CO <sub>2</sub> e/mês	kg CO <sub>2</sub> e/ano	Eficiência do Motor	
Combustível fóssil	Energia Elétrica	Kw/mês	0	Kg CO <sub>2</sub> e/kWh.mês	0,1355	0,000	Não Aplicável	
		R\$	0	Kg CO <sub>2</sub> e/R\$. mês	0,1526	0,000		
	Gás domiciliar	gás natural	m <sup>3</sup> /mês	0	Kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	2,067	0,000	Não Aplicável
		gás natural	R\$	0	Kg CO <sub>2</sub> e/R\$. mês	0,3101	0,000	
		GLP	botijão/ano	0	Kg CO <sub>2</sub> e/botijão	38,09	0,000	
	Transporte	Gasolina Comum	litro/mês	0	Kg CO <sub>2</sub> e/l	2,1100	0,000	
	Consumo de combustível	Óleo diesel	litro/mês	0	Kg CO <sub>2</sub> e/l	2,6753	0,000	Não Aplicável
		Gás natural	m <sup>3</sup> /mês	0	Kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	2,1844	0,000	
		Álcool	litro/mês	0	Kg CO <sub>2</sub> e/l	1,5300	0,000	
		Automóvel a gasolina	km/mês	0	kgCO <sub>2</sub> e/km	0,1867	0,000	11,3 km/litro - veículos 2019
		Automóvel a etanol	km/mês	0	kgCO <sub>2</sub> e/km	0,2217	0,000	6,9 km/litro - veículos 2014
		Automóvel flex a gasolina	km/mês	0	kgCO <sub>2</sub> e/km	0,1730	0,000	12,2 km/litro - veículos 2019
		Automóvel flex a etanol	km/mês	0	kgCO <sub>2</sub> e/km	0,1800	0,000	8,5 km/litro - veículos 2019
		Automóvel a GNV	km/mês	0	kgCO <sub>2</sub> e/km	0,1820	0,000	12 km/litro - veículos 2019
	Transporte km percorrido	Motocicleta a gasolina	km/mês	0	kgCO <sub>2</sub> e/km	0,0567	0,000	37,19 km/litro - veículos 2019
		Motocicleta flex a gasolina	km/mês	0	kgCO <sub>2</sub> e/km	0,0488	0,000	43,2 km/litro - veículos 2019
		Motocicleta flex a etanol	km/mês	0	kgCO <sub>2</sub> e/km	0,0522	0,000	29,3 km/litro - veículos 2019
		Veículo comercial leve a gasolina	km/mês	0	kgCO <sub>2</sub> e/km	0,1508	0,000	9,9 km/litro - veículos 2019
		Veículo comercial leve a etanol	km/mês	0	kgCO <sub>2</sub> e/km	0,1879	0,000	6,9 km/litro - veículos 2019
	Veículo comercial leve flex a gasolina	km/mês	0	kgCO <sub>2</sub> e/km	0,1209	0,000	9,1 km/litro - veículos 2019	
	Veículo comercial leve flex a etanol	km/mês	0	kgCO <sub>2</sub> e/km	0,1458	0,000	6,2 km/litro - veículos 2019	
	Veículo comercial leve a diesel	km/mês	0	kgCO <sub>2</sub> e/km	0,0674	0,000	10,5 km/litro - veículos 2019	
			Mensal	Anual	Observações			
Cálculo de CO <sub>2</sub> e total			0,000	0,000	← Quantidade de árvores necessárias para neutralização de CO <sub>2</sub> e / mês e ano			
Árvores necessárias			0,00	0,00	← Quantidade \$ necessário para compensação ambiental (valor a ser investido)			
Valor necessário (R\$)			0,00	0,00	Fator de sequestro = 163,14 kg de CO <sub>2</sub> e/árvore Custo médio: R\$ 25,00 por unidade			

**Figura 1:** Proposta de Planilha Inteligente para o cálculo de CO<sub>2</sub>e emitido, e seu preenchimento  
**Fonte:** Os autores (2021)

O cálculo da emissão de CO<sub>2</sub>e e posterior cálculo do valor necessário para a compensação ambiental através do plantio de árvores são realizados automaticamente durante a utilização da planilha, e o usuário observará, além do total de CO<sub>2</sub>e, o número de árvores necessárias para a sua neutralização e o valor necessário para o plantio de árvores.

Após a percepção dos impactos ambientais oriundos das atividades individuais, espera-se que o usuário compreenda a necessidade de compensação ambiental, e que o valor mínimo determinado seja destinado a ações de sustentabilidade e mitigação de impactos ambientais, sejam essas o plantio de árvores ou o emprego desse valor como um investimento ambiental em outras ações com a mesma finalidade.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As discussões ambientais e a necessidade de mitigação dos impactos causados pelas atividades antrópicas se tornam a cada dia mais relevantes no cotidiano. Estudos indicam que o desenvolvimento de políticas públicas e aumento da conscientização ambiental têm marcado a nova ordem da economia mundial, estabelecendo-se uma economia verde, em que os seus diferentes atores passam a ter novas necessidades, interesses e ações.

Neste sentido, a humanidade caminha em direção ao desenvolvimento sustentável e a busca por soluções sustentáveis vêm se estabelecendo como uma nova prática, tanto de pessoas jurídicas quanto de pessoas físicas; para o estabelecimento de uma responsabilidade ambiental e consequente mudança de comportamentos, ou para a tomada de ações que permitam uma compensação ambiental.

Assim, neste trabalho, foi possível o desenvolvimento de uma metodologia de cálculo de emissões de CO<sub>2</sub>, a partir da inserção de dados de consumo individuais, com a posterior determinação de valor a ser compensado. Essa metodologia foi possível a partir de outras, já conhecidas, que por vezes demonstram um elevado grau de complexidade e difícil acesso a grande parte da população. Para a metodologia proposta, também foi realizada uma adaptação ao cenário brasileiro, em especial à cidade do Rio de Janeiro, tanto na escolha dos parâmetros e dos seus respectivos fatores de conversão, como nos valores de mercado praticados e utilização de árvores nativas da Mata Atlântica para a compensação ambiental.

Finalmente, este trabalho permitiu não somente a elaboração de uma planilha inteligente e gratuita para a estimativa de valor mínimo para compensação ambiental, mas também possibilita a discussão, reflexão e mudanças de comportamento, por observar as questões e necessidades ambientais e a busca de soluções, fomentando, assim, os processos de educação e conscientização ambiental e promovendo, ainda, o desenvolvimento sustentável da sociedade e do mundo.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei 9985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza–SNUC. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, ano 112. 18 jul. 2000.

CAMPOLIM, J. de la R. Compensação Ambiental: a constitucionalidade do artigo 36 da lei 9.985/2000. **Revista Brasileira de Direito Constitucional**, v. 16, n. 1, p. 99-107, 2010.

CICLO VIVO. **Cada árvore da Mata Atlântica chega a retirar 163kg de CO2 da atmosfera**. 2013. Disponível em: <<http://ciclovivo.com.br/noticia/cada-arvore-damataatlantica-chega-a-retirar-163kg-de-CO2-da-atmosfera/>> Acesso em: 04 abr. 2021.

FACCHINI, Y. M. G. A.; AGUIAR, L. V. C. A pegada ecológica como instrumento de apoio para educação ambiental. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 2, n. 2, 2015.

FONSECA, I. A. Sustentabilidade: o consumidor ambientalmente responsável: da produção da culpa à compra de redenção. **Anuário de Pesquisa GV Pesquisa**, 2011.

FONSECA, R. O. Compensação ambiental: da contradição à valoração do meio ambiente no Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 27, n. 2, p. 209-221, 2015.

GELUDA, L.; YOUNG, C. E. F. **Financiando o Éden**: potencial econômico e limitações da compensação ambiental prevista na Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. In: IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. 2004. p. 641-651.

GHG PROTOCOL. **Programa brasileiro GHG Protocol**. Disponível em: <<https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol>> Acesso em: 04 abr. 2021.

de GIACOMETTI, K.; DOMINSCHEK, D. L. Ações antrópicas e impactos ambientais: industrialização e globalização. **Caderno Intersaberes**, v. 7, n. 10, 2019.

de GODOY, S. G. M. **Governança corporativa e responsabilidade socioambiental**. São Paulo. Senac. 2020.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC 2007. **Climate Change 2007: the physical science basis**. Cambridge University Press, Cambridge & New York, NY: 2007.

INICIATIVA VERDE. **Seja um apoiador**. Disponível em: <<https://www.iniciativaverde.org.br/programas-e-projetos-amigo-da-floresta.php>>. Acesso em: 04 abr. 2021.

MARQUES, R.; XAVIER, C. R. O desenvolvimento do senso analítico no processo de ensino e aprendizagem na Educação Ambiental. **RELACult - Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 5, n. 2, 2019.

MAY, P. H., BOHRER, C. B., TANIZAKI, K., DUBOIS, J. C. L., LANDI, M. P. M., CAMPAGNANI, S., da VINHA, V. G. Sistemas agroflorestais e reflorestamento para captura de carbono e geração de renda. **Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, v. 6, 2005.



MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Fator médio - Inventários corporativos.** Disponível em:

<[https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao\\_corporativos.html](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html)>. Acesso em: 04 abr. 2021.

MEDEIROS, D. L.; OLIVA, S. T.; KIPERSTOCK, A. **Inconsistências metodológicas em estimativas de emissões de gases do efeito estufa na matriz elétrica brasileira.** In: 4th International Workshop Advances in Cleaner Production. São Paulo: USP. 2013.

MELLO, A. A., MEIRA, A. C. S., SANQUETTA, C. R., & FERREIRA, R. A. Estimativas de biomassa e carbono em área de mata atlântica, implantada por meio de reflorestamento misto. **BIOFIX Scientific Journal**, 5(1). p.130-134. 2019.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **1º inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários.** Relatório Final. 2011.

MOREIRA JR., D. P., da SILVA, C. M., BUENO, C., CORRÊA, S. M., ARBILLA, G. Determinação de gases do efeito estufa em cinco capitais de diferentes biomas brasileiros. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 5, 2017.

PROJETO PLANTAR. **Faça a sua parte.** Disponível em:

<[https://www.projetoplantar.com.br/#faca\\_sua\\_parte](https://www.projetoplantar.com.br/#faca_sua_parte)>. Acesso em: 01 abr. 2021.

RABELO, A. M.; OLIVEIRA, D. B. de. Impactos ambientais antrópicos e o surgimento de pandemias. **Unifesspa: painel reflexão em tempos de crise**, v. 26, 2020.

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.** Florianópolis, SC: UFSC, 2017.

SILVA, C. M.; CORRÊA, S. M.; ARBILLA, G. Determination of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O: a case study for the city of Rio de Janeiro using a new sampling method. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 27, n. 4, 2016. p.778-786