

## GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO E A ANÁLISE DO SISTEMA DE CONTAS AMBIENTAIS DE ENERGIA - SCEA

### *GENERATION OF CARBON CREDITS AND ANALYSIS OF THE SCEA ENVIRONMENTAL ENERGY ACCOUNTING SYSTEM*

**Washington Moreira Cavalcanti**

Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Campus Passos

[washington.moreira@ifsuldeminas.edu.br](mailto:washington.moreira@ifsuldeminas.edu.br)

<https://orcid.org/0000-0001-8179-31422>



DOI: 10.18406/2359-1269v11n32024411

Recebido em: 25/04/2024

Aprovado em: 22/06/2024

## Resumo

O presente artigo apresenta e discute como o Sistema de Contas Econômicas Ambientais de Energia (SCEA) no Brasil pode ser empregado como indicador de suporte a geração de créditos de carbono nas análises de sistemas energéticos. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), o SCEA estabelece as relações entre diversos setores de atividades econômicas e a utilização de recursos naturais de energia, de modo a estimar os estoques e fluxo de energia, desde sua geração até a aplicação final. Esta pesquisa descreve ainda as vantagens desta aplicação, que resulta na produção de informações que possam subsidiar políticas públicas voltadas à conservação do meio ambiente, como também a avaliação das atividades econômicas quanto ao seu impacto nas contas de energia, ao planejamento energético da economia brasileira, cálculo do Produto Interno Verde (PIV) e a mensuração para a Geração de Créditos de Carbono.

**Palavras-chave:** Contas Ambientais; Sistemas de contas econômico ambientais; Planejamento energético; Geração de Créditos de Carbono.

## Abstract

*This article presents and discusses how the System of Environmental Economic Energy Accounts (SCEA) in Brazil can be used as an indicator to support the generation of carbon credits in the analysis of energy systems. According to the United Nations (UN), the SCEA establishes relationships between different sectors of economic activities and the use of natural energy resources, in order to estimate the stocks and flow of energy, from its generation to final application. This research also describes the advantages of this application, which results in the production of information that can support public policies aimed at conserving the environment, as well as the assessment of economic activities regarding their impact on energy bills, energy planning for the Brazilian economy, calculation of the Green Domestic Product (PIV) and measurement for the Generation of Carbon Credits.*

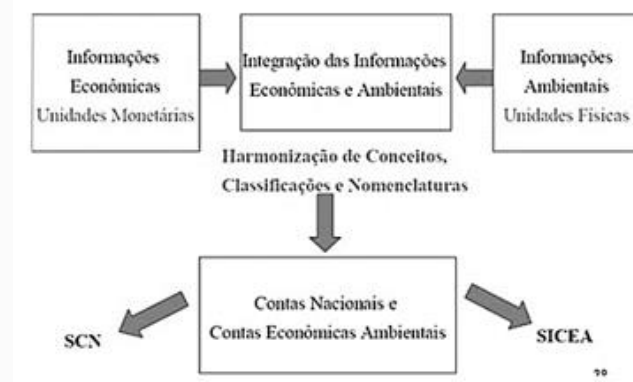
**Keywords:** Environmental Accounts; Environmental economic accounting systems; Energy planning; Generation of Carbon Credits.

## Introdução

A Organização das Nações Unidas (ONU), na Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), apresenta a criação de um sistema de contas específico para a área ambiental, que seria incorporado ao SCN de cada país (DIAS & AMIN, 2016). Porém, somente a partir de 2012, foi possível consolidar o Sistema de Contas Econômicas Ambientais (SCEA). Este sistema de Contas compreende uma metodologia que permite contabilizar os recursos naturais envolvidos na geração de bens e serviços (UNSD, 2012).

Ao utilizar o SCEA, é possível identificar a relação existente entre recursos naturais utilizados e a riqueza gerada pelos diferentes setores da economia. Elas permitem entender melhor a interrelação entre a economia e o meio ambiente, de forma a auxiliar o planejamento e a tomada de decisão em políticas públicas e na gestão empresarial sustentável. Desde as sociedades mais complexas às mais singulares, a dependência destes recursos se mantém, pois continuamos a precisar de água e de energia.

FIGURA 1: Integração de Contas Nacionais e Contas Econômicas Ambientais.



Fonte: Brasil, (2020)

Já na segunda metade do século passado, diversos estudos têm demonstrado que a crença de que a natureza tudo suporta não se sustenta (MOTTA, 1995). Assim, nestas últimas décadas, o modo de vida moderna tem colocado em risco as bases da sociedade humana, das quais a economia faz parte. A contabilização do capital natural se faz necessária na medida em que os sistemas tradicionalmente utilizados para elaboração, implementação e monitoramento de políticas públicas baseiam-se unicamente em dados físicos ou monetários, sem que haja compatibilização entre ambos (DIAS & AMIN, 2016). As metodologias elencadas e os indicadores do SCEA fornecem instrumentos essenciais para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), entre eles, a mensuração para a Geração de Créditos de Carbono, bem como para o cálculo do Produto Interno Verde (PIV) no âmbito da nova legislação federal (Lei nº 13.493/2017).

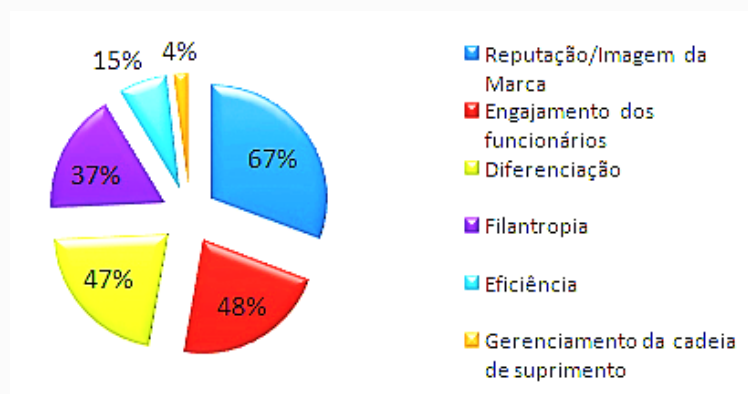
Associado a preocupação com o uso dos recursos naturais, tem-se a adoção de todo um processo de redução de emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera com o objetivo de alcançar uma economia global de neutralidade climática, a partir da transição energética. Com a mudança estrutural nos processos de geração dessas emissões, através da utilização de energias alternativas limpas e renováveis, sendo uma grande oportunidade para a geração de empregos (IBERDROLA, 2022).

A edição do Protocolo de Quioto, documento internacional assinado em 1997, que trouxe a alternativa do Mercado do Crédito de Carbono. O protocolo definiu regras e procedimentos que permite alcançar a estabilização da concentração de gases na atmosfera e determinou metas para a diminuição das emissões, estimulando o desenvolvimento de tecnologias menos prejudiciais e colaborando para o desenvolvimento sustentável (RODRIGUES e SILVA, 2014).

Ainda, segundo os autores, o tratado para ser efetivado, deveria ocorrer a negociação dos países entre si de parte das reduções de emissões, desde que fossem através dos três instrumentos de facilitação: Comércio de Emissões, Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e Implementação Conjunta. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL é o único que se aplica ao Brasil. O Crédito de Carbono, que advém desse mecanismo, é denominado Redução Certificada de Emissão – RCE, regido pelo art. 2º do projeto de lei nº 3.552 de 2004.

De acordo com o Protocolo de Quioto, os países signatários do acordo, comprometeram-se a reduzir em 5% seus níveis de emissões dos gases do efeito estufa (GEE), de acordo com a situação da época em cada país. Segundo Ribeiro (2006), os créditos de carbono surgiram nos países desenvolvidos, como meio de inibir a produção de diversos tipos de poluentes. Os Créditos de carbono são certificados por agências de proteção ambiental reguladoras que emitem certificados autorizando emissões de toneladas de dióxido de enxofre, monóxido de carbono e outros gases poluentes na atmosfera. As empresas recebem bônus cotado em dólares negociáveis na proporção de suas responsabilidades (KHALILI, 2003).

GRÁFICO 1: Setores que compram Créditos de Carbono.



Fonte: Adaptado de BMF Brasil (2007).

Para que se ocorra a emissão do Certificado de Redução de Emissão dos Gases Efeito Estufa é necessário que seja adotado cada um dos passos no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), como a elaboração do documento de concepção do projeto, a validação e aprovação, o registro, o monitoramento, a verificação e certificação de todo o processo. Os créditos de carbono serão emitidos sob a forma de “Títulos” chamados de “Reduções Certificadas de Emissões”, que permitem ser utilizados por cada país em questão, seja para alcançar suas próprias metas de compromisso de redução, ou na negociação no comércio de emissões (SILVA, 2010).

Foi convenionado que um crédito de carbono equivale a uma tonelada de dióxido de carbono emitido e que pode ser considerado como um ativo ambiental/financeiro de redução ou remoção de uma tonelada CO<sub>2</sub> equivalente, mas que tenha sido reconhecido como crédito no mercado de carbono (BRASIL, 2022).

Diante do exposto, se faz necessário compreender e responder a um questionamento: *Como a geração de créditos de carbono reflete na análise do sistema de contas ambientais de energia – SCEA?*

Assim, como resultados, foi possível identificar que o mercado de carbono está regulamentado em diversos países como União Europeia e América do Norte, com os valores de créditos já bem definidos (SENDCO<sub>2</sub>, 2021). Mas na grande maioria como no Brasil, esse mercado ainda é identificado como voluntário. O governo brasileiro publicou um decreto com o objetivo de regulamentar o mercado de carbono e instalar o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SINARE) (BRASIL, 2022).

## OBJETIVO

Este artigo tem a premissa de apresentar o Sistema de Contas Econômicas Ambientais (SCEA) no Brasil, abordando a base teórica e relatando os procedimentos a serem adotados para sua implementação e a respectiva divulgação de resultados periódicos. A abordagem pretende ainda correlacionar o SCEA como indicador de suporte a geração de créditos de carbono nas análises de sistemas energéticos, evidenciando as vantagens da implementação do sistema como apoio às políticas de conservação do meio ambiente, avaliação das atividades econômicas no consumo de energia e a geração de créditos de carbono no País.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para este artigo adotou-se a metodologia de análise documental e bibliográfica que favorece a observação do processo de maturação ou de evolução de indivíduos, grupos, conceitos, conhecimentos, comportamentos, mentalidades, práticas e processos, entre outros. (CELLARD, 2008). A técnica documental, segundo Helder (2006) vale-se da busca de documentos originais, que ainda não receberam tratamento analítico por nenhum autor. Compreende ser uma

das técnicas determinantes para serem aplicadas à pesquisa em ciências sociais e humanas.

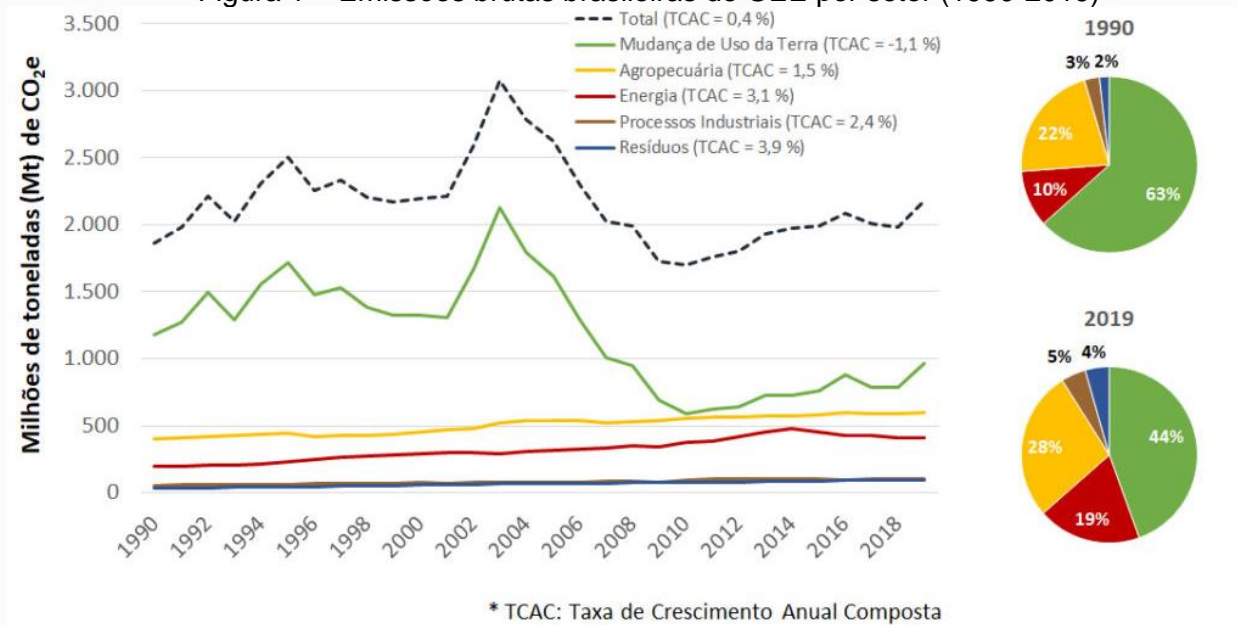
A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa usou do levantamento qualitativo, através da análise de documentos bibliográficos e governamentais de livre acesso, de modo a entender o Sistema de Contas Econômicas Ambientais (SCEA) e o processo de comercialização de créditos de carbono.

Para a apresentação dos resultados e da interpretação de dados bibliográficos da disponibilização do crédito de carbono e dados do SCEA para serem utilizados como um indicador de suporte a geração e validação de créditos de carbono nas análises de sistemas energéticos, elencar critérios para obtenção, elaboração, mensuração, prazo de execução, viabilidade e procedimento de recebimento do crédito de carbono.

## Emissões de gases de efeito estufa (GEE)

O Brasil emitiu 2,2 bilhões de toneladas de gases de efeito estufa (GEE) em 2019. O setor de Energia foi responsável por 19% dessas emissões, enquanto o de Processos Industriais e Uso de Produtos (PIUP) teve responsabilidade por 5% do total emitido no país. Esses dois segmentos totalizaram, portanto, 24% das emissões nacionais, caracterizando uma participação bastante menor do que aquele referente às atividades de uso do solo, que compõem a maior parte das emissões brasileiras. Essas atividades de uso do solo – correspondentes aos setores de Mudança de Uso da Terra e de Agropecuária – representaram 72% das emissões brasileiras de 2019 (SINARE, 2020).

Figura 1 – Emissões brutas brasileiras de GEE por setor (1990-2019)



Fonte: Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SINARE), 2020.

Por outro lado, as emissões de Energia e PIUP vêm crescendo e, com isso, elevando suas respectivas participações no total nacional. Essas participações tendem a ser ainda mais importantes no futuro, principalmente em um cenário desejável em que o Brasil volte a diminuir, chegando a zerar, suas emissões por desmatamento. Nesse contexto, destaca-se o setor de Energia que, de 1990 a 2019, teve suas emissões elevadas em 114%, passando de 10% das emissões brasileiras do início da década de 90 para 19% dessas emissões em 2019.

De acordo com SINARE (2020), no setor de Energia são alocados os gases de efeito estufa provenientes do uso ou da produção de combustíveis. Já em Processos Industriais e Uso de Produtos é alocado aquilo que foi emitido devido ao uso ou à transformação físico-química de materiais na indústria, do total de de Emissões de Gases de Efeito Estufa, 72% das emissões em 2019 tiveram relação com atividades rurais, como a agropecuária e mudanças no uso do solo.

O Brasil é historicamente um dos maiores emissores de gases de efeito estufa do mundo, principalmente devido ao desmatamento na Amazônia e no Cerrado, bem como à agricultura e à pecuária intensivas. No entanto, a posição exata do Brasil em termos de emissões de gases de efeito estufa pode variar dependendo do ano, das fontes de dados e das metodologias de cálculo utilizadas (DUARTE, TUPIASSE e NOBRE, 2020). O país frequentemente se destaca devido ao desmatamento, que é uma fonte significativa de emissões devido à conversão de florestas em áreas agrícolas, pastagens e outros usos da terra.

## **O SCEA E O PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO**

As SCEA descrevem de modo claro quais os estoques de recursos naturais disponíveis e os seus fluxos entre setores da economia e entre regiões, contabiliza tanto os recursos naturais físicos (estoques e fluxos) quanto em valores monetários (relações de geração de riqueza com uso).

A utilização do SCEA permite a criação de contas para fluxos vinculados a produtos/atividades ambientalmente benéficas e ambientalmente prejudiciais, por exemplo, contas de impostos ambientais (que são na verdade contas de impostos sobre produtos ambientalmente prejudiciais), de subsídios fornecidos a atividades ambientalmente benéficas ou de subsídios potencialmente prejudiciais ao meio ambiente. Desta forma, alguns instrumentos econômicos podem ser registrados diretamente nas contas de atividades ambientais.

A correlação entre o uso de recursos naturais e a geração de riquezas apresenta dados como para cada R\$ 1,00 de riqueza produzida no país são utilizados 6 litros de água (ANA, 2020). É possível com esses dados apurar se

o consumo está aumentando ou diminuindo em todas as regiões do país. Deste modo, será possível identificar se o andamento está mais eficiente ou não no uso da água para gerar riquezas. No caso de geração de energia o mesmo raciocínio se aplica. Conforme apresentado na Tabela 1.

TABELA 1: Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas

Setor	2020 (Tendência)	Redução em 2020 (milhões de t CO <sub>2</sub> )		Proporção de Redução	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior
<b>USO DA TERRA</b>	<b>1 084</b>	<b>669</b>	<b>669</b>	<b>24,7%</b>	<b>24,7%</b>
Redução Desmatamento Amazônia (80%)		564	564	20,9%	20,9%
Redução Desmatamento Cerrado (40%)		104	104	3,8%	3,8%
<b>AGROPECUÁRIA</b>	<b>627</b>	<b>133</b>	<b>166</b>	<b>4,9%</b>	<b>6,1%</b>
Recuperação de Pastos		83	104	3,1%	3,8%
Integração Lavoura Pecuária		18	22	0,7%	0,8%
Plantio Direto		16	20	0,6%	0,7%
Fixação Biológica de Nitrogênio		16	20	0,6%	0,7%
<b>ENERGIA</b>	<b>901</b>	<b>166</b>	<b>207</b>	<b>6,1%</b>	<b>7,7%</b>
Eficiência Energética		12	15	0,4%	0,6%
Incremento de Uso de Biocombustíveis		48	60	1,8%	2,2%
Expansão da Oferta de Energia por Hidrelétricas		79	99	2,9%	3,7%
Fontes Alternativas (PCH, Bioeletricidade, Eólica)		26	33	1,0%	1,2%
<b>OUTROS</b>	<b>92</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,4%</b>
Siderurgia - Carvão de Desmate		8	10	0,3%	0,4%
<b>TOTAL</b>	<b>2 704</b>	<b>975</b>	<b>1 052</b>	<b>36,1%</b>	<b>38,9%</b>

NOTA: Período Base - 2o Inventário Brasileiro de Emissões, a ser concluído em 2010.

Fonte: UNDESA, 2015.

A destinação dos resíduos gerados na produção de energia, bem como as descargas de efluentes e as emissões atmosféricas resultantes como consequência de processos de geração energética, por exemplo, se a emissão de CO<sub>2</sub> (em toneladas) por MWh de energia gerada ao longo dos anos cresceu ou diminuiu.

Esta análise energética poderá ser beneficiada pelo uso de dados das SCEA, que integra os dados monetários advindos do Sistema de Contas Nacionais (SCN) ao consumo de produtos energéticos primários e secundários pelos agentes econômicos no Brasil. Como utilizar os dados das SCEA como indicador de apoio à geração de créditos de carbono (Brasil, 2020):

- Apresentar dados e indicadores da demanda de insumos energéticos renováveis e não renováveis na economia.
- Permite identificar a disponibilidade de bens energéticos no País.
- Demonstrar quais os níveis de consumo de energia de cada atividade produtiva.
- Estimar o desempenho energético das atividades econômicas por meio de indicadores que contemplem dados monetários e físicos de intensidade e

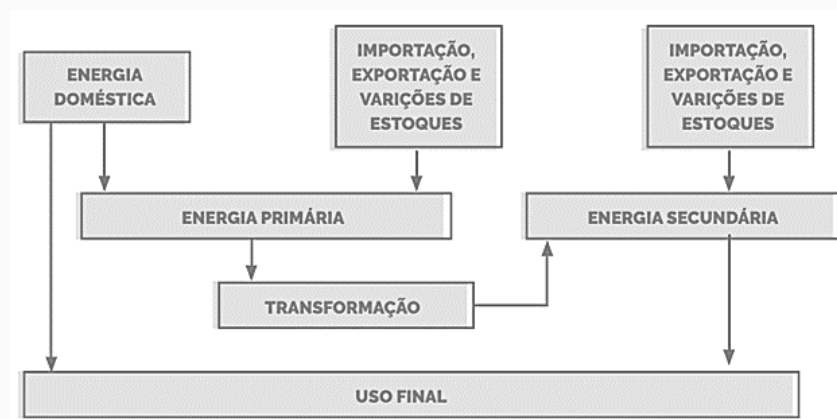


produtividade (indicadores híbridos) de modo a reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEE).

- Identificar e quantificar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) que cada atividade econômica libera na atmosfera, com olhar específico relacionado à geração de créditos de carbono.
- Quantificar a deterioração ambiental causada pela extração dos recursos energéticos e pelo consumo de energia nos indicadores macroeconômicos e de geração de emissões de CO<sub>2</sub>.

As Contas Econômicas Ambientais consistem em possibilitar uma análise da dependência dos setores econômicos em relação ao uso dos recursos naturais (renováveis e não renováveis) e seus impactos em termos de lançamento de emissões de CO<sub>2</sub> e efluentes. Os balanços energéticos mapeiam o fluxo de energia, desde o início na produção de energia primária tais como petróleo, gás natural, carvão mineral, energia hidráulica, biomassa etc., inclusive com os valores de importações, exportações e variação de estoques; a transformação desta em energia secundária (como derivados de petróleo, eletricidade, etanol, carvão vegetal etc.), acrescentando também importações, exportações e variação de estoques; até o uso final de energia.

FIGURA 2: Fluxos da energia



Fonte: Battacharya, 2012.

A elaboração de políticas públicas com foco a alcançar uma produção e um consumo sustentáveis de energia e com redução de CO<sub>2</sub> desenvolvidas em diferentes graus, dependendo das características e necessidades específicas de cada país, é a meta do uso das SCEA. Em geral, os objetivos gerais das políticas energéticas dos países se enquadram em três principais categorias:

- I. Melhorar a distribuição e o acesso à energia para a economia;
- II. Gerenciar a oferta e a demanda de energia,
- III. Reduzir as pressões ambientais da oferta e da demanda de energia.

O Brasil tem forte presença de fontes renováveis em sua matriz energética. Dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2018) descreve que no ano de 2017, as fontes renováveis representavam 43% da oferta interna de energia do

País, que resulta em grande redução de CO<sub>2</sub> no processo de geração de energia.

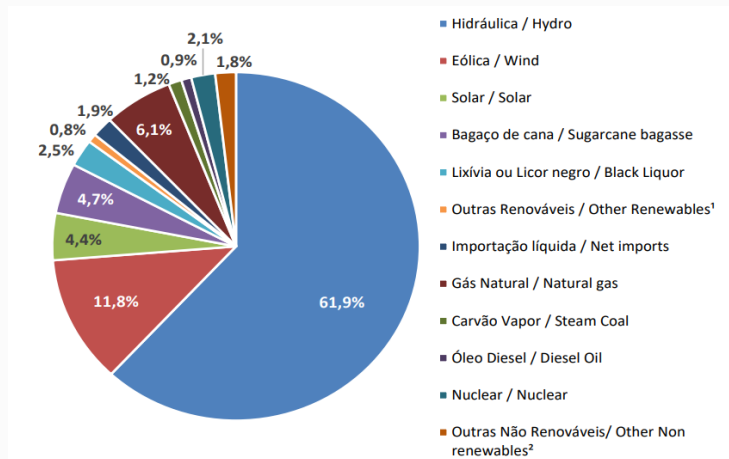
O uso das informações da SCEA pode beneficiar outras políticas no Brasil. As políticas ambientais como a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), que pode passar a contar com indicadores mais precisos e subsídios técnicos para os estudos de impacto ambiental mais ágeis. A Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC), a partir de dados de Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) definidas dentro do escopo do Acordo de Paris, ou ainda com dados do Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa, além de outras ações públicas que interagem com o setor de energia como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

A geração de energia elétrica no Brasil em centrais de serviço público e autoprodutores atingiu 677,1 TWh em 2022, resultado 3% acima de 2021. O Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a fonte hídrica (Gráfico 2). Considerando que quase a totalidade das importações são oriundas da usina de Itaipu, a fonte hídrica participou com 64% da oferta interna de energia elétrica em 2022. As fontes renováveis representam 88% da oferta interna de eletricidade no Brasil.

O consumo total em 2022 foi de 586,1 TWh, o que representou uma expansão de 2,3% frente ao ano anterior, com destaque para os setores industrial e residencial, que participaram com 37% e 27% respectivamente. Deste montante os setores industrial, residencial e comercial demandaram 80,4% da energia elétrica disponibilizada no país em 2022. Em 2022, a capacidade total instalada de geração de energia elétrica do Brasil incluindo as centrais de serviço público e autoprodutoras, alcançou 189.127 MW.

Com os dados do SCEA integrados ao de geração/consumo de energia, é possível calcular estimativas de “pegada” de carbono em setores chaves e realizar simulações na busca de soluções alternativas de uso que possibilitem reduzir as emissões de GEE e aumentar o estoque de carbono, assim como identificar padrões de geração que produzam bons resultados, contribuindo para a mitigação das emissões e para a geração de um balanço líquido positivo que poderá ser convertido em créditos de carbono.

GRÁFICO 2: Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte



Fonte: Balanço energético nacional 2023, ano base 2022

A análise da dimensão econômica demonstra que a intensidade energética tem a tendência a se reduzir e a produção de energia tende-se a se tornar mais eficiente. Embora o acesso à eletricidade esteja quase universalizado, grande parte da população brasileira possui baixa capacidade de ter condições de usufruir de modernas formas de energia.

Arelado à importância desses indicadores, é preciso destacar a relação existente entre a utilização da energia e seus aspectos conexos ao aumento ou redução de pressões ambientais que são resultantes da produção e do consumo de produtos energéticos. Assim, é preciso destacar dois aspectos que exigem análise mais aprofundada:

- A análise dos efeitos do consumo energético sobre as emissões atmosféricas e de gases de efeito estufa;
- Análise da capacidade de fornecimento/geração de energias renováveis e não renováveis.

Em geral, as informações sobre economia inseridas neste sistema e nas Matrizes de Insumo-Produto (MIP)<sup>18</sup> do SCN, que é o método que permite a identificação da interdependência das atividades produtivas no que concerne aos insumos e produtos utilizados e decorrentes do processo de produção, podem ser expandidas com parâmetros ambientais e socioeconômicos diretamente relacionados à produção e ao consumo, o que possibilita o uso das SCEA para este fim (DUARTE, TUPIASSE e NOBRE, 2020).

O uso de dados oriundos das SCEA permite extrair grande variedade de indicadores híbridos sejam monetários e/ou físicos. Tais dados indicam a intensidade com que as atividades econômicas fazem uso de produtos energéticos, a estrutura da demanda final que justifica a produção energética. A importância desses indicadores se concretiza em apontar a relação existente entre o uso de energia e os aspectos associados ao aumento ou diminuição das pressões ambientais que são resultantes da produção e do consumo de produtos energéticos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Há crescente reconhecimento da importância de se reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e organizações estão cada vez mais valendo-se das compensações geradas no mercado voluntário de carbono para o alcance da neutralidade de emissões. A redução das emissões de gases de efeito estufa é crucial para enfrentar os desafios das mudanças climáticas, proteger o meio ambiente, promover a saúde pública, garantir a segurança alimentar e promover o desenvolvimento econômico sustentável.

Se faz necessário investir em tecnologias limpas e energias renováveis para reduzir as emissões de gases de efeito estufa pode impulsionar a inovação, criar empregos verdes e promover o desenvolvimento sustentável. Além disso, a transição para uma economia de baixo carbono pode reduzir os custos associados aos impactos das mudanças climáticas no longo prazo.

No setor de energia, o SCEA é uma ferramenta que permite avaliar o impacto ambiental da produção e consumo de energia que se apresenta útil para quantificar e monitorar as emissões de GEE associadas às atividades energéticas.

As análises de dados de geração de energia agregados, apresentam os destaques de energia em 2021/2022, além dos dados consolidados de produção, consumo, dependência externa de energia, a composição setorial do consumo de energéticos e o resumo da oferta interna de energia.

Para usá-lo como um indicador de suporte à geração de créditos de carbono em análises de sistemas energéticos, este estudo sugere oito etapas a serem percorridas que são mostradas no Quadro 4.

QUADRO 2: Indicadores SCEA no suporte à geração de créditos de carbono

ETAPAS E INDICADORES			
Nº	ETAPA	AÇÃO	RESULTADOS
1	Definir o escopo da análise	Análise da geração de energia, da distribuição, do consumo e os setores de uso final.	Listar e apresentar os valores quantitativos de cada um dos itens.
2	Coleta de dados	Análise de consumo de eletricidade, consumo de combustíveis fósseis, uso de energias renováveis e eficiência energética.	Listar e apresentar os valores quantitativos referentes a geração e consumo de energia.
3	Identificação das emissões de GEE	Quantificar as emissões de carbono, metano e outros gases de efeito estufa decorrentes da queima de combustíveis fósseis, processos industriais, uso de eletricidade, entre outros.	Listar e apresentar os valores quantitativos das emissões de GEE associadas ao sistema energético.
4	Avaliar a pegada de carbono	Apurar a soma de todas as emissões de GEE quantificadas no passo anterior.	Listar e apresentar os valores quantitativos de todas as emissões de GEE.
5	Identificação de quais oportunidades de redução de	Identificar a adoção de fontes de energia mais limpas, melhorias na eficiência energética e a implementação de tecnologias de captura e armazenamento de carbono.	Listar e apresentar as áreas onde as emissões GEE podem ser reduzidas.

ETAPAS E INDICADORES			
Nº	ETAPA	AÇÃO	RESULTADOS
	emissões		
6	Geração de créditos de carbono	Isso geralmente envolve a implementação de projetos de mitigação das emissões, como a instalação de energias renováveis, reflorestamento ou ações de eficiência energética.	Listar e apresentar as áreas e propostas de implementação de projetos de mitigação das emissões de GEE.
7	Verificação e validação	Certificar-se de que o projeto de redução de emissões atende aos critérios estabelecidos pelos padrões de mercado de créditos de carbono, como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) ou o Registro de Emissões Reduzidas (ERR).	Atrelar e certificar os projetos de redução de emissões atendem aos critérios estabelecidos pelos padrões de mercado de créditos de carbono.
8	Registro e comercialização	Após a aprovação e validação do projeto, solicitar e registrar os créditos de carbono gerados e, em seguida, comercializá-los em mercados de carbono.	Aprovação, validação do projeto, registro os créditos de carbono gerados e comercialização nos mercados de carbono

FONTE: Dos próprios autores, 2023.

A regulamentação do mercado de crédito de carbono é de extrema importância para a busca de sustentabilidade e redução de emissões de GEE, tendo a participação do governo e não apenas controlado pelas empresas. A geração de créditos de carbono é um processo complexo e regulamentado, e as regras podem variar de acordo com o mercado e a jurisdição.

As emissões de gases de efeito estufa têm implicações significativas para o Sistema de Contas Econômicas Ambientais de Energia - SCEA no Brasil, afetando os custos econômicos, o setor energético, as políticas governamentais e os mercados de carbono. Reduzir essas emissões é crucial não apenas para mitigar os impactos conforme descrito no Quadro 3:

QUADRO 3: Impactos das emissões de gases de efeito estufa podem ter vários impactos no Sistema de Contas Econômicas Ambientais de Energia (SCEA) no Brasil.

IMPACTOS DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA	
IMPACTO	RESULTADOS
Custos Econômicos	As emissões de gases de efeito estufa estão fortemente ligadas ao uso de combustíveis fósseis na produção de energia. Essas emissões podem resultar em custos adicionais para a sociedade, como custos de saúde relacionados à poluição do ar e custos associados aos impactos das mudanças climáticas. Esses custos podem afetar as contas econômicas, influenciando a produtividade, os custos de produção e o bem-estar econômico geral.

IMPACTOS DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA		
IMPACTO		RESULTADOS
	Impactos no Setor Energético	As emissões de gases de efeito estufa podem afetar o setor energético, especialmente em um país como o Brasil, onde grande parte da matriz energética ainda é baseada em fontes não renováveis, como o petróleo e o carvão. A transição para fontes de energia mais limpas e renováveis pode influenciar as contas econômicas, incluindo investimentos em novas tecnologias, mudanças nos padrões de consumo de energia e efeitos sobre a competitividade de setores industriais.
	Políticas e Regulamentações	A redução das emissões de gases de efeito estufa geralmente requer a implementação de políticas e regulamentações ambientais, como metas de redução de emissões, incentivos para energias renováveis e medidas de eficiência energética. Essas políticas podem ter impactos econômicos significativos, influenciando os investimentos, os custos de conformidade e a competitividade das empresas.
	Mercados de Carbono	Em alguns casos, os países podem implementar sistemas de mercado de carbono, nos quais as empresas podem comprar e vender créditos de carbono para cumprir suas metas de redução de emissões. Isso pode criar oportunidades econômicas para empresas que adotam práticas mais sustentáveis e eficientes em termos de emissões, enquanto impõe custos adicionais às empresas que continuam a emitir grandes quantidades de gases de efeito estufa.
I	Mitigação das Mudanças Climáticas	Os gases de efeito estufa, como dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), metano (CH <sub>4</sub> ) e óxido nitroso (N <sub>2</sub> O), são os principais impulsionadores das mudanças climáticas. Reduzir suas emissões ajuda a diminuir o aquecimento global e seus impactos associados, como aumento da temperatura média global, derretimento de geleiras, elevação do nível do mar e eventos climáticos extremos.
II	Proteção do Meio Ambiente	As mudanças climáticas causadas pelo aumento das emissões de gases de efeito estufa têm efeitos adversos sobre os ecossistemas, biodiversidade e habitats naturais. Reduzir essas emissões contribui para proteger os sistemas naturais e minimizar os danos ao meio ambiente.
III	Saúde Pública	A poluição do ar causada pela queima de combustíveis fósseis e outras atividades humanas contribui para problemas de saúde, como doenças respiratórias, cardiovasculares e câncer. Diminuir as emissões de gases de efeito estufa reduz a poluição do ar e melhora a qualidade do ar, beneficiando a saúde pública.
IV	Segurança Alimentar	As mudanças climáticas podem afetar a produção agrícola e a segurança alimentar, devido a eventos climáticos extremos, alterações nos padrões de precipitação e aumento da incidência de pragas e doenças. Reduzir as emissões de gases de efeito estufa ajuda a mitigar esses impactos e a proteger a segurança alimentar.

IMPACTOS DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA	
IMPACTO	RESULTADOS
V Economia e Desenvolvimento Sustentável	Investir em tecnologias limpas e energias renováveis para reduzir as emissões de gases de efeito estufa pode impulsionar a inovação, criar empregos verdes e promover o desenvolvimento sustentável. Além disso, a transição para uma economia de baixo carbono pode reduzir os custos associados aos impactos das mudanças climáticas no longo prazo.

FONTE: Dos próprios autores, 2023.

As emissões de gases de efeito estufa têm implicações significativas para o Sistema de Contas Econômicas Ambientais de Energia no Brasil, afetando os custos econômicos, o setor energético, as políticas governamentais e os mercados de carbono. Reduzir essas emissões é crucial não apenas para mitigar os impactos das mudanças climáticas, mas também para promover um desenvolvimento econômico mais sustentável e resiliente.

Como resultado deste estudo, foi possível identificar que o uso de informações estratégicas no setor de energia através dos dados do SCEA para oferecer alternativas de suporte à geração de créditos de carbono com foco na mitigação da emissão de gases de efeito estufa e no estoque de carbono em geral.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de dados das SCEA pode tornar mais ágil a elaboração de estudos de impacto ambiental por meio da utilização de indicadores específicos sobre a geração e uso energético. Da mesma forma, os planos de energia, de mudanças climáticas, de transportes e logística, de gestão de resíduos e os projetos de pesquisa e desenvolvimento também podem ser favorecidos com as SCEA.

As informações referentes à produção e ao consumo de energia podem subsidiar políticas públicas voltadas à conservação do meio ambiente e redução dos efeitos de gases estufa atreladas a geração de créditos de carbono nas análises de sistemas energéticos

Os dados e informações do SCEA podem, também, subsidiar uma análise custo-benefício de projetos de infraestrutura e de concessões, ao possibilitar a quantificação dos potenciais perdas ambientais resultantes da implementação dos projetos, e a incorporação nos seus custos. As potencialidades das CEA não se restringem às auditorias ambientais, mas a diversas outras áreas de atuação do controle externo, incluindo os setores econômicos e de infraestrutura.

Ao final da presente pesquisa ser possível identificar que o uso de dados do SCEA como um indicador de suporte à geração e o atendimento aos critérios de comercialização dos créditos de carbono no Brasil. Como limitações identificamos, a falta de uma regulamentação do mercado de carbono no país e a inexistência de orientações mais eficazes para os potenciais vendedores de créditos de carbono dificultem a consolidação de parâmetros das diversas regras que possam facilitar o entendimento e a aplicação das normas vigentes para um relevante, confiável e transparente comercialização de créditos de carbono. Como perspectivas futuras de pesquisa, elaborar estudos que visam fornecer uma estrutura para ajudar a informar a análise e o planejamento econômico-ambientais em nível macro, com informações sobre a relação entre o crescimento econômico nacional e a degradação ambiental e seu impacto potencial nas gerações futuras.

## Referências

ANA - **Agência Nacional de Águas**. (2020). Disponível em: [http://www3.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-spr/contas\\_economicas.pdf](http://www3.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-spr/contas_economicas.pdf). Acesso em: 28 de outubro de 2022.

BHATTACHARYYA, S. C. (2012). **Energy economics: concepts, issues, markets and governance**. Ed. Springer.

BMF - **Mercado de Carbono**, BMF Brasil, (2007, abril). Disponível em: [www.bmf.com.br/carbono](http://www.bmf.com.br/carbono).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. (2020). **Experiências em contas econômicas ambientais**. Disponível: <https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade/experi%C3%A2ncias-em-contas-econ%C3%B4micas-ambientais.html>. Acesso em: 10 de outubro de 2022.

BRASIL. (2022, março). **DECRETO No 11.075: Estabelece os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e altera o Decreto no 11.003**, de 21 de março de 2022.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2018). **Balanço Energético Nacional – BEM 2018**, ano base 2017. Rio de Janeiro: EPE, 2018.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2023). **Balanço Energético Nacional – BEM 2023, ano base 2022**. Rio de Janeiro: EPE, 2023.

BRASIL. **Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SINARE)**. Brasília, 2020.

CELLARD, A. (2008). **A análise documental**. In: POUPART, J. et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, Vozes.

DIAZ, M. del C. V.; AMIN, M. M. (2003) **Sistemas de Contas Ambientais (SCN): a inclusão da exaustão e degradação dos recursos naturais nas estimativas econômicas**. In: Encontro de Sociedade de Economia Ecológica – Eco Anais. Caxias



do Sul. Disponível em: <[http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/v\\_en/Mesa1/9.pdf](http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/v_en/Mesa1/9.pdf)>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

DUARTE, Beatriz; TUPIASSE, Lise; NOBRE, Simone. (2020) **O Mercado de Carbono na Política de Mitigação das Mudanças Climáticas**. Pará, 2020.

HELDER, R. R. (2006). **Como fazer análise documental**. Porto, Universidade de Algarve.

IBERDROLA. (2022). **Descarbonização: Princípios e ações regulatórias da descarbonização energética que contribuem para um marco sustentável e eficiente para combater as mudanças climáticas**. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/quem-somos/energetica-do-futuro/descarbonizacao-economia-principios-acoes-regulacao#:~:text=A%20descarboniza%C3%A7%C3%A3o%20exige%20passar%20por%20um%20processo%20de;emitam%20apenas%20aquilo%20que%20o%20planeta%20pode%20absorve>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.

KHALILI, Amyra El. (2003, janeiro). **O que são créditos de carbono?** Revista ECO 21, Rio de Janeiro, ano XII, n. 74. Disponível em: <http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=436>. Acesso em: 25 de outubro de 2021.

MOTTA, R. S. da. (Coord) (1995). **Contabilidade ambiental: metodologia e estudos de casos no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 1995. 125p.

RODRIGUES E SILVA, Roberto E. e GOMES, Beatriz. (2014). **Aspectos jurídicos do crédito de carbono e sua aplicação no ordenamento jurídico brasileiro**. Disponível em: <https://revistajuridica.presidencia.gov.br/index.php/saj/article/viewFile/116/108>. Acesso em: 18 de outubro de 2021.

RIBEIRO, Maisa de Souza. (2006). **Os créditos de carbono e seus efeitos contábeis**. Ribeirão Preto: USP, 2006. Tese (Livre docência apresentada à Faculdade de Economia), FEA, Universidade de São Paulo.

SENDECO2 **Precio Emisiones de CO2 (2021)**. Disponível em: <https://www.sendeco2.com/es/>. Acesso em: 28 de outubro de 2022.

SILVA, Luciano B. da (2010). **A Inclusão do Crédito de Carbono na Contabilidade Com Base nos Projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo**. Monografia de conclusão de curso de ciências contábeis. Fundação Universidade Federal de Rondônia.

UNITED NATIONS. Department of economic and social aff airs (UNDESA) (2015). **System of Environmental Economic Accounting for Energy – SEEA-Energy**. Final draft. Department of Economic and Social Aff airs. Statistics Division.

UNITED NATIONS. Department of economic and social aff airs (UNDESA) (2012). **System of Environmental Economic Accounting for Energy – SEEA-Energy**. New York, USA.

YOUNG, C. E. F., PEREIRA, A. A. e HARTJE, B. C. R (2000). **Sistema de Contas Ambientais para o Brasil: estimativas preliminares**. Rio de Janeiro, IE/UFRJ, Texto para discussão, n. 448.