

GRUPO DE ESTUDO DE DESEMPENHO AMBIENTAL DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GMA

PRECIFICAÇÃO DE CARBONO: UMA REVISÃO CRÍTICA DEDICADA AO SETOR ENERGÉTICO

FERNANDO A. DE ALMEIDA PRADO JR. (*)
SINERCONSULT Consultoria treinamento e Participações Limitada

DOREL SOARES RAMOS
MRTS Consultoria

ROBERTO CASTRO
MRTS Consultoria

MUNIR YOUNES SOARES
MRTS Consultoria

RAFAEL GIRARDI PULGAR
Escola Politécnica da USP

RESUMO

O agravamento da questão climática, requer ações dos Governos e agentes econômicos. Entre outras, ações encontram-se mecanismos para precificar o custo das emissões. Isto pode ocorrer via impostos ou por mecanismos de permissão associadas a comercialização de excedentes. Estas políticas causam efeitos colaterais na competitividade das Nações envolvidas. Apesar desses efeitos, mais de 20% de todas as emissões Globais já se encontram sob alguma iniciativa precificadora do carbono emitido. O artigo apresenta revisão crítica das iniciativas do setor energético, dedicando atenção aos cenários do Brasil, que com matriz especialmente limpa possui condição de protagonista na geopolítica das Mudanças Climáticas.

PALAVRAS-CHAVE: mudanças climáticas, precificação de carbono, mercado, política pública, iniciativas voluntárias.

1.0 INTRODUÇÃO

O tema das Mudanças Climáticas vem ganhando cada vez mais destaque quanto a sua importância para a segurança da humanidade, como bem destacou o relatório AR6- Climate Change 2021- The Physical Science Basis (IPCC, 2021), esse fenômeno observa-se, inclusive, nas mídias não especializadas.

Embora a possibilidade de efeitos climáticos tenha sido antecipada já no século XIX por Fourier (Kaper, 2021), primeiro pesquisador que entendeu o papel da atmosfera na dispersão do calor, foi o pesquisador sueco Svante Arrhenius (Barral, 2021) que antecipou o papel da queima de combustíveis fósseis no aumento médio da temperatura da terra. Na época, no entanto (1896), Arrhenius antecipava problemas apenas em um futuro 3.000 anos à frente como decorrente do consumo de energia fóssil e sua influência no aumento de CO₂ na atmosfera. Somente a partir dos anos 70 no século XX, o tema voltou a ser abordado pela Ciência com destaque, e na década de 90 passou a integrar as discussões diplomáticas em busca de soluções consensuais, em especial com a realização das Conferências das Partes - COPs, a partir de 1995.

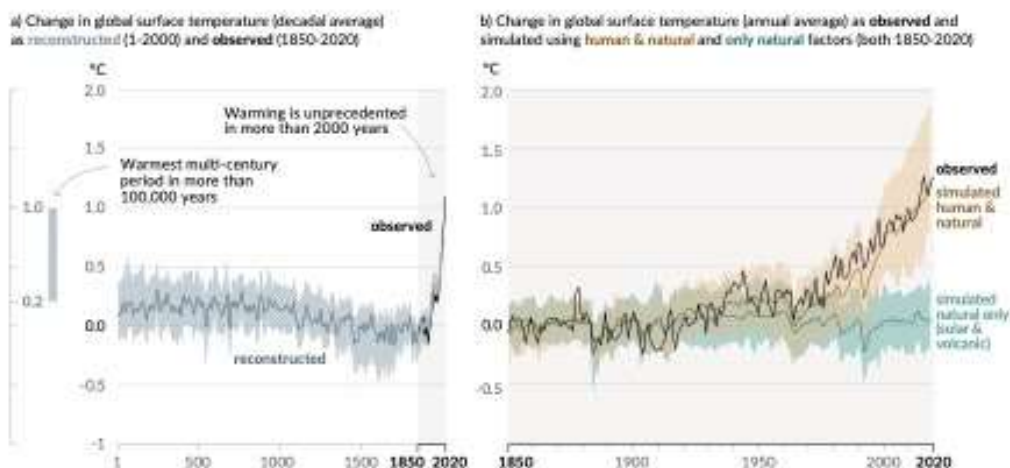
Essa sequência de encontros diplomáticos registrou avanços e muitas discussões sobre as estratégias que possam enfrentar o problema, equilibrando as necessidades globais e as diferenças econômicas dos países desenvolvidos e aqueles que ainda precisam encontrar suas trajetórias de enfrentamento da pobreza da desigualdade.

Como fato concreto, o relatório AR-6 evidencia que os avanços registrados são insuficientes para evitar o agravamento das questões climáticas. Para exemplificar esta insuficiência, apresenta-se na Figura 1 (a) e (b) os seguintes achados publicados pelo AR-6 (IPCC, 2021).

O citado relatório ainda apresenta uma série muito grande de evidências da gravidade do tema, cuja análise mais aprofundada foge aos objetivos deste artigo. Apenas para pontuar alguns pontos de relevância cabe no entanto citar que: (i) os últimos 8 anos foram os mais quentes já registrados cientificamente, (ii) a temperatura média do Planeta já subiu 1,07 °C em relação ao período 1850-1900, sendo inequívoca a tendência de aumento das temperaturas, (iii) a longevidade da permanência dos Gases de Efeito Estufa na atmosfera pode levar a períodos de mais de 3 décadas antes de uma estabilização segura, mesmo com uma redução bastante robusta de novas emissões, e (iv) em alguns cenários mais críticos estudados pelo IPCC, como por exemplo SSP5-8.5, as temperaturas médias¹ poderiam subir 2,4 °C (2050) e 4,4 °C (2090).

¹ Importante registrar que a temperatura média do Planeta hoje gira em torno de 15 °C.

Changes in global surface temperature relative to 1850-1900



Fonte: AR6- Climate Change 2021- The Physical Science Basis.

FIGURA 1 - (a) Alterações na temperatura da superfície terrestre e 1 (b) O mesmo efeito simulado a partir de causas naturais e aquelas decorrentes de ações do homem

Este contexto demonstra que as iniciativas até agora desenvolvidas, em especial aquelas consideradas mais abrangentes como o Protocolo de Quioto (COP 3- 1997) e o Acordo de Paris (COP21- 2015) não tem sido suficientes. Um tema que vem sendo cada vez mais considerado refere-se a mecanismos de precificar as emissões, ou seja, de maneira simplificada e didática colocar preço no carbono. É este o tema deste artigo.

Ele ganha importância em especial no Brasil por diversas razões, entre elas:

- O Brasil ocupa a sexta posição do ranking dos maiores emissores².
- A matriz de energia elétrica brasileira é uma das mais “limpas” do mundo no que tange emissões de Gases de Efeito Estufa e, portanto, a precificação de carbono pode constituir mais uma oportunidade do que uma ameaça.
- Lei 14.121/21 abre caminho para a discussão da precificação das emissões no Brasil.
- As sistemáticas de precificação do despacho por modelos matemáticos e não por preços podem penalizar as usinas térmicas caso algum mecanismo de precificação de carbono seja desenvolvido, especialmente em momentos de crise como o vivenciado no segundo semestre de 2021.
- Considerando as características da matriz energética brasileira, alternativas de fiscalização mais vigorosa do uso da terra podem apresentar custos de oportunidade bastante favoráveis, inclusive mais vantajosos que alternativas energéticas.

2.0 HISTÓRICO DE ALTERNATIVAS DE PRECIFICAÇÃO DO CARBONO E PRIMEIRAS OBSERVAÇÕES

Iniciativas de precificar emissões se iniciaram antes mesmo da realização das COPs e do Protocolo de Quioto. A Tabela 1 seguinte demonstra o pioneirismo de alguns países, em especial os países nórdicos da Europa. No entanto estas iniciativas pioneiras vêm sendo seguidas em diferentes taxonomias por outras economias representativas. Todas estas iniciativas foram influenciadas pelos Mecanismos Econômicos do Protocolo de Quioto enquanto estes estiveram vigentes.

TABELA 1 - Países com iniciativas de precificação de carbono

País	Data da primeira intervenção de Precificação do carbono
Finlândia	1990
Suécia	1991
Noruega	1991
Dinamarca	1992
Polônia	1990

² Deve-se dar o devido destaque que ao contrário da maioria dos países nossa contribuição negativa de emissões deve-se mais ao uso indevido das Florestas e alterações no uso da terra para fins da economia agrícola.

Comunidade Econômica Europeia ³	2005
Suíça	2008
Nova Zelândia	2008
Austrália	2012
Reino Unido	2013
França	2014

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Bose e outros, 2019.

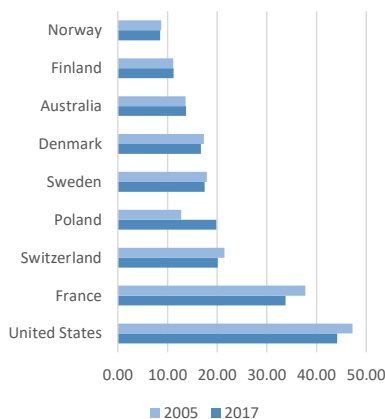
O Banco Mundial indica que que cerca de 22% das emissões globais já se encontram sujeitas a algum arranjo de precificação do carbono, tendo sido relatadas 64 iniciativas já implementadas (World Bank, 2021).

As iniciativas de forma simplificada se configuram como a aplicação de taxas e ou impostos, ou ainda mecanismos de licenciamento atrelados à possibilidade de comercialização de excedentes (“cap and trade”).

O tema é muito abrangente e pode considerar em sua concepção, além dos critérios econômicos “per se”, um atrelamento a critérios demográficos o que configura uma maior estabilidade dos impactos produzidos pela iniciativa (por exemplo associados ao crescimento da renda do país, levando em conta o PIB/capta).

Os primeiros estudos relatados por Bose e outros (2019) indicam dificuldades em proteger as camadas mais pobres da população que gastam parcela mais elevada de sua renda nas necessidades energéticas (em especial nos países mais frios). Não existem estudos relevantes a respeito dos efeitos multisetoriais (transbordo de efeitos entre indústrias) decorrentes da precificação do carbono.

Um aspecto que vem ganhando importância na discussão das negociações multilaterais diz respeito a comportamentos oportunistas (free rider behavior), em especial o efeito denominado “vazamento de carbono”. Os microeconomistas explicam este comportamento (indivíduos, empresas ou mesmo governos) sobre agentes que buscam se valer de benefícios produzidos por terceiras partes pelos quais eles não pagam em sua totalidade. No caso da precificação de carbono por alguma metodologia, pode-se identificar o efeito de vazamento, ou seja, a “exportação de atividades intensivas em emissões” para regiões onde não existam estes mecanismos. Claro que esta iniciativa pode ser identificada, e como reação alguns países procedem a ajustes para taxar o carbono que chega embestado em produtos com competitividade alavancada pela ausência do impacto desses mecanismos, através de mecanismos de ajuste de fronteira, usualmente referidos na literatura como “Border Carbon Adjustments - BCA” (Almeida Prado Jr, 2020). Apesar do registro desse efeito e da criação de BCA, Bose e outros (2019) identificam que este tende a ser reduzido pois os países com precificação de carbono mais madura já possuem em essência perfis exportadores mais elevados do que a média mundial, aparentemente sem que sua competitividade tenha sido afetada, inclusive podendo ainda fazer uso do marketing de soluções ambientalmente corretas. A Figura 2 evidencia que muitos países não foram prejudicados em seus mercados exportadores em que pese a adoção de estratégias de precificação do carbono emitido.



Fonte: Bose e outros, 2019.

FIGURA 2 – Indicadores de penetração de exportações

Outros mecanismos econômicos podem ser usados, a Suécia por exemplo propôs recentemente que os critérios de BCA seriam utilizados exclusivamente para países que não fizessem parte do acordo de Paris.

3.0-ESTRATÉGIAS DE PRECIFICAÇÃO DE CARBONO - A VISÃO POLÍTICA EM NÍVEL MUNDIAL

³ Corresponde a 28 países da comunidade econômica europeia além da Noruega, Groenlândia e Liechtenstein. Correspondendo a 45% de todas as emissões a Europa.

As estratégias são as mais diversas, mas basicamente contemplam duas alternativas centrais: impostos sobre as emissões ou estratégias regulatórias que definem permissões de emissão limitadas a partir de uma linha de base reduzida de um percentual que se deseja alcançar. Os agentes que conseguirem uma melhor performance em relação a suas permissões podem comercializar direitos criando alternativas para mercados secundários de carbono, que inclusive podem ser transnacionais a depender da “credibilidade” dos certificados de redução de emissões. Obviamente estas alternativas são sempre complexas pela necessidade de critérios regulatórios robustos e transparência nas informações.

A criação desses mecanismos quando na modalidade de taxação requerem para sua melhor estruturação que os recursos advindos dessa arrecadação tenham um destino coerente com as políticas climáticas, por exemplo em mecanismos que substituam subsídios de fontes de combustível fóssil. Países com baixa infraestrutura de redes de transmissão podem substituir subsídios do diesel destinados a geradores por mecanismos de financiamento de painéis fotovoltaicos. Aliás esta tem sido uma recomendação bastante forte do Fundo Monetário Internacional- FMI que entende como ineficazes as políticas destinadas a subsidiar energéticos fósseis para as camadas mais pobres da população, Alleyne e outros (2013) indicam que os recursos que chegam efetivamente aos mais pobres pode ser inferior a 10% dos recursos alocados. Esta ineficácia pode ser justificada por razões políticas, por corrupção, pela necessidade de controle burocrático e por conta de interesses corporativos, muitas vezes de empresas estatais. No entanto a retirada dos subsídios e sua substituição por outras políticas de fomento a geração distribuída de fontes renováveis precisam ser feitas cuidadosamente para evitar-se a perda de competitividade de economias (muitas vezes já de baixa performance) atrelado ao surgimento de processos inflacionários.

No entanto os recursos amealhados em taxação de carbono podem se destinar além da retirada de subsídios para fomentar ações transversais, por exemplo financiar uma melhor fiscalização de desmatamentos ilegais ou atividades de desenvolvimento tecnológico relacionados com captura e estocagem de emissões.

Outros autores recomendam cuidados na condução de políticas públicas de taxação de emissões. Por exemplo Stoft (2008) recomenda para melhor eficácia administrativa que o carbono seja taxado nas grandes empresas, refinarias ou grandes usinas elétricas que emitem gases de efeito estufa. O mesmo autor ainda sugere um mecanismo de distribuição de renda através da devolução integral do valor arrecadado nos impostos sobre emissões, mas de forma equânime entre toda a população, criando o incentivo para que seja auferido um ganho tanto maior quanto menor for o consumo dos energéticos.

Outro autor (Rydge, 2015) chama a atenção que um projeto de precificação de carbono deve aproveitar para tal implementação momentos onde as janelas de preço dos combustíveis sejam declinantes evitando-se oposição política. Rydge (2015) ainda observa que mecanismos de comercialização necessitam ter um piso mínimo regulatório para se evitar que metas de atendimento a um limite de permissão não sejam obtidos por meio de crises econômicas, como foram os créditos de carbono da Rússia⁴, proveniente da grave crise econômica que sucedeu o esfacelamento da União Soviética

4.0- ESTRATÉGIAS DE PRECIFICAÇÃO DE CARBONO - A VISÃO EMPRESARIAL EM NÍVEL MUNDIAL

A crença de que a precificação das emissões é uma tendência inexorável para atender as necessidades de novos comportamentos em relação ao uso de recursos naturais e energia em específico tem levado a que múltiplas empresas adotem um preço de referência para seu planejamento empresarial. O relatório do Carbon Disclosure Project de 2015, conforme citação de Rydge (2015), relata alguns exemplos dessa precificação preventiva, embora os números apresentados mostrem uma grande não uniformidade de critérios.

TABELA 2 - Preços de carbono utilizados no Planejamento empresarial

Empresa	US\$/ Ton CO _{2eq}
Shell	40
Conoco Phillips	6-51 (a depender do projeto)
Exxon	80
Google	14
Microsoft	4,4
Disney Corporation	10-20 (a depender do projeto)
Nestlé	15,47

Fonte: CDP, 2015 *apud* Rydge, 2015.

O relatório da CDP Internacional de 2021 relata sem identificar empresas de forma individual um quadro global dos preços considerados no planejamento empresarial. Relata ainda que 90% das empresas que consideram preços para suas emissões, quer por razões regulatórias já consolidadas ou por decisão estratégica publicam inventário de emissões do escopo (1).

TABELA 3 - Indicativo de preços empresariais – Visão regional

Região	Valor médio	Valor máximo observado
--------	-------------	------------------------

⁴ Foram inclusive apelidados de “hot air”.

	US\$/ Ton CO _{2eq}	US\$/ Ton CO _{2eq}
África	8	120
Ásia	28	918
Europa	28	532
América Latina	8	100
América do Norte	23	760
Oceania	17	297

Fonte: CDP, 2015 *apud* Rydge, 2015.

Relatório da McKinsey Company relata pesquisa feita com 100 maiores representantes de diferentes indústrias da carteira de referência da Consultora (Fan e outros, 2021). A Tabela 4 apresenta a proporção das empresas que já adotam preços de referência, aquelas que pretendem fazer iniciativas nos próximos 2 anos, aquelas que ainda não contemplam essa consideração e um percentual elevado onde não se obteve resposta ou a empresa não soube responder.

TABELA 4 - Empresas com preços de referência de carbono e previsão de sua adoção (%)

Indústria ou setor da economia	Já adotam preços de referência (%)	Irão tomar a iniciativa nos próximos 2 anos (%)	Não consideram ainda esta possibilidade (%)	Não responderam ou não souberam responder (%)
Energia	40	2	6	52
Materiais	30	9	14	47
Serviços Financeiros	29	10	26	35
Mídia/ Telecom	27	15	24	34
Real state	4	2	6	88
Indústria de base	26	15	22	37
Infraestrutura	16	13	20	51
Seguradoras	12	6	29	53
Farmacêuticas	11	15	31	43
Saúde e hospitalar	1	3	19	77

Fonte: McKinsey & Company (2021).

É evidente que o cenário mais competitivo, as relações pessoais, o ambiente tecnológico e os modelos de gestão mudaram com a digitalização e a conectividade. Muitas atividades econômicas perderam espaço (como livrarias físicas) ou deixaram de existir (como locadoras de vídeos), enquanto outras surgiram (como a Amazon e a Netflix, por exemplo). Da mesma forma, um novo personagem ganhou destaque no cenário da sociedade – o influenciador digital, que atua nas redes sociais por meio das mídias sociais. É preciso destacar que não é possível falar de influenciadores digitais, nos moldes de hoje, em nenhum outro tempo que não seja o atual. Nesse cenário, torna-se pertinente que as organizações se atentem a esse novo fenômeno de comunicação, que os permite estarem mais próximos de seus consumidores. Não mais reféns de uma relação vertical com as organizações, os influenciadores digitais ressignificaram a forma como as empresas dialogam com seus clientes, horizontalizando essa relação e colocando no mesmo nível consumidores e empresas.

O influenciador digital é o indivíduo produtor de conteúdo que, por meio das redes sociais, é capaz de inspirar e persuadir pessoas provocando transformações de pensamento e de comportamento nas vidas virtual e real de seus seguidores (Felix, 2017 *apud* Souto e outros, 2021). Karhawi (2017) define os influenciadores digitais como aqueles indivíduos com influência no processo de decisão de compra de um sujeito; poder de colocar discussões em circulação; influência em decisões em relação ao estilo de vida, gostos e bens culturais daqueles que estão em suas redes. É fundamental que o influenciador conheça bem o seu público, sua linguagem, suas opiniões, seus hábitos de consumo e por quais conteúdos se interessam. Da mesma forma, os influenciadores devem produzir conteúdos verídicos, diferenciados e impactantes, mantendo-se sempre atualizados sobre tudo o que acontece e se comunicando de forma atrativa e transparente (Ribeiro, 2017 *apud* Brito, 2018).

A classificação dos influenciadores digitais varia de literatura para literatura e é definida em função do alcance de sua audiência, da proximidade com seus seguidores, de seu poder de engajamento e do que publicam nas redes sociais. Singh (2015) divide os influenciadores digitais em três grandes grupos: referentes, especialistas e posicionais (*apud* Faria e Benazzi, 2017). Os influenciadores referentes são ativos nas redes sociais, compartilham suas experiências relacionadas a compras e serviços, além de darem dicas de moda, alimentação e estilo de vida. Podem ou não conhecer sua audiência. Alguns estão presentes em outros meios de comunicação, como TV, rádio e jornal

impresso. Neste grupo, incluem-se os influenciadores celebridade, jornalista, informante, trendsetter, ativista e agitador (Farias, 2020). Os influenciadores especialistas são conhecedores de uma área específica, sendo, muitas vezes, autoridades no assunto. Possuem uma grande audiência e, geralmente, não conhecem seus seguidores. Tal como os referentes, também se apresentam em outros meios de comunicação. Integram esse grupo os influenciadores autoridade, expert e analista (Farias, 2020). Os influenciadores posicionais são aqueles mais próximos de sua audiência, atuando no círculo de convivência de seus seguidores. São familiares, amigos, vizinhos, colegas de trabalho, entre outros.

A classificação de influenciadores digitais definida por Singh (2015 apud Faria e Benazzi, 2017) e Farias (2020) foi selecionada para incorporar a metodologia de trabalho da pesquisa e será analisada para as personas apresentadas no próximo item deste artigo. Mais detalhes sobre cada um dos influenciadores são apresentados na Tabela 1, a seguir.

5.0- A POSSIBILIDADE DE PRECIFICAÇÃO DE CARBONO NO CONTEXTO NACIONAL

Em dezembro de 2015, durante a 21ª Conferência das Partes (COP21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), governos de cerca de 190 países se reuniram em Paris para buscar um acordo sobre mudança do clima no âmbito da Convenção. Desse esforço concentrado e articulado decorreu o “Acordo de Paris”, registrando metas a serem cumpridas por todos os signatários, onde o Brasil apresentou a sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), comprometendo-se a reduzir em 37% as emissões de gases de efeito estufa até 2025 e de 43% até 2030, em relação aos níveis de 2005.

Apesar do compromisso nacional referir-se ao conjunto de todas as atividades econômicas (“economy wide”), para o setor de Energia, o País mencionou medidas de ampliação da participação de fontes renováveis para o suprimento de combustíveis e de eletricidade, bem como pelo aumento da eficiência energética, entre outras medidas. Esses compromissos refletem a escolha do país em prol de uma trajetória que privilegia a expansão de fontes renováveis no consumo e na produção de energia. A nível nacional, mais especificamente no contexto regulatório do setor elétrico, as discussões sobre a modernização setorial trouxeram à tona a necessidade de valorização dos atributos ambientais das fontes renováveis, com a consequente necessidade de quantificação através de métricas adequadas, como instrumento focado na substituição ao subsídio às fontes renováveis. De fato, esses últimos já implicam em valores elevados na Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), que é custeada pelos consumidores, sendo importante sublinhar que a CP MME 033, voltada à modernização institucional do setor elétrico, foi o primeiro documento a citar a criação de um mercado de atributos ambientais.

Decorrente dessa proposta, o Projeto de Lei do Senado (PLS232/2016), atualmente em tramitação, menciona um plano de valorização dos benefícios ambientais. Mais recentemente, a Lei 14.120 de 01 de março de 2021 sugeriu a adoção de mecanismos para consideração dos benefícios ambientais das fontes energéticas cujas diretrizes devem ser apresentadas em até 12 meses a partir da publicação da Lei. Nesse mesmo texto também há a citação de possibilidade futura de integração do setor energético com outros setores da economia, abrindo um importante leque de oportunidades para atuação articulada entre setores da economia na busca da captura potencializada dos benefícios ambientais que cada setor poderia individualmente proporcionar. Essa possibilidade também abre uma grande oportunidade para que o setor elétrico, devido a seu caráter de baixa emissão, transforme-se num vetor de descarbonização. Essa tendência aceleraria, por exemplo, o processo de eletrificação dos transportes como também facilitaria o desenvolvimento do hidrogênio verde.

Ainda em 2021, o projeto de Lei 528 de 2021 do Deputado Marcelo Ramos regulamentou o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões e também prevê um plano de alocação de emissões para setores contingenciados. Ainda não há menção específica ao setor elétrico, mas se espera que esse setor esteja entre os setores contingenciados. Essa afirmação substantia-se na experiência internacional.

Além das iniciativas presentes no setor elétrico, há também iniciativas em outros setores, dentre essas, a mais importante é o Projeto PMR Brasil (Partnership for Market Readiness), financiado pelo Banco Mundial e coordenado pelo Ministério da Economia. Esse projeto avaliou distintos desenhos de instrumentos de precificação de carbono em diferentes setores da economia e concluiu pela efetividade de um mercado de redução de emissões para setores selecionados, dentre outros resultados. O Ministério da Economia decidiu não prosseguir com a fase de implementação.

Diante desse cenário, os autores deste artigo sugerem conciliar e avaliar tempestivamente as distintas possibilidades atualmente em discussão tanto no setor elétrico quanto no âmbito de outros segmentos da economia, de utilização de instrumentos que possam reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Desse modo, faz-se oportuno avaliar a pertinência de se propor ao setor elétrico brasileiro um instrumento econômico de política ambiental em benefício de uma matriz de geração elétrica limpa e renovável, sem degradação das condições operativas e confiabilidade de suprimento do sistema.

6.0- CONCLUSÕES

Diante da necessidade de mitigação das mudanças climáticas torna-se oportuno avaliar possíveis instrumentos de precificação de carbono, ou valoração dos atributos ambientais, que busquem a redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) da economia brasileira. Neste contexto, o Setor Elétrico Brasileiro (SEB) poderá desempenhar o

importante papel de vetor de descarbonização de outros setores, tanto por apresentar uma matriz de geração elétrica ainda bastante renovável, quanto por conta da tendência de maior eletrificação da economia e crescimento do consumo.

7.0- REFERÊNCIAS

ALLEYNE, T. e outros. **Energy Subsidy reform in Sub-Saharan Africa: Experience and Lessons**. International Monetary Fund, 2013.

ALMEIDA PRADO JR., F. A. **Environmental Paradox. The carbon leakage case**. 2020. Disponível em: <https://medium.com/@fernandoalmeidapradojr/environmental-paradox-the-carbon-leakage-case-6d90b2cabd07>. Acesso em: 30 ago. 2021.

BARRAL, M. **Svant Arrhenius, the man who foresaw climate change**. Disponível em: <https://www.bbvaopenmind.com/en/science/leading-figures/svante-arrhenius-the-man-who-foresaw-climate-change/>. Acesso em: 30 ago. 2021.

BOSE, S.; BRIDGES, A. L.; DE FRANCIA, K. **Carbon Pricing as a Policy instrument to decarbonize economies**. The Earth Institute - Columbia University, 2019.

CARBON DISCLOSURE PROJECT. **Putting a price on carbon. The state of internal carbon pricing by corporate globally**. Disponível em: https://6fefcbb86e61af1b2fc4-c70d8ead6ced550b4d987d7c03fcd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/reports/documents/000/005/651/original/CDP_Global_Carbon_Price_report_2021.pdf?1618938446. Acesso em: 30 ago. 2021.

FAN, J.; REHM, W.; SICCARDI, G. **The state of internal carbon pricing**. McKinsey & Company, 2021.
IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **AR6 - Climate Change 2021- The Physical Science Basis**. 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>. Acesso em: 25 ago. 2021.

KAPER, H. **The Discovery of global warming**. Disponível em: <http://mpe.dimacs.rutgers.edu/2013/01/19/the-discovery-of-global-warming/>. Acesso em: 30 ago. 2021.

RYDGE, J. **Implementing Effective Carbon Pricing**. The New Climate Economy - Working Paper. 2015.
STOFT, S. **Carbonomics: how to fix the Climate and charge it to OPEC**. New York: Diamond Press, 297p., 2008.
WORLD BANK. **Carbon Pricing Dashboard**. 2021. Disponível em: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>. Acesso em: 07 set. 2021.

DADOS BIOGRÁFICOS



FERNANDO AMARAL DE ALMEIDA PRADO JR.: engenheiro civil pela Unicamp (1977), curso de especialização em Administração Contábil e Financeira – CEAG/FGV-SP (1989), mestrado (1994) e doutorado (1999) em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp e pós-doutorado pela Universidade de São Paulo (2006) e pela Unicamp (2014). É professor colaborador de pós-graduação da USP. Desde 2001, é sócio gerente da empresa Sinerconsult – Consultoria e Treinamento, onde atua como consultor de empresas além de atuar em projetos de pesquisa e desenvolvimento.

DOREL SOARES RAMOS: possui graduação, mestrado e doutorado em engenharia elétrica pela Universidade de São Paulo, onde é professor concursado do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da USP, sendo ainda sócio administrador da MRTS Consultoria. Com mais de 45 anos de experiência no setor elétrico, exerceu cargo de Diretor de Regulação do Grupo EDP Energias do Brasil, tendo sido ainda Diretor das Distribuidoras do Grupo. Participou das principais reformas do setor elétrico, possui 5 livros publicados, 250 artigos em periódicos e conferências nacionais e internacionais, orientou 31 Dissertações de Mestrado e 10 Teses de Doutorado. E-mail: dorelram@usp.br.

ROBERTO CASTRO: engenheiro eletricitista pela Escola de Engenharia Mauá, mestrado e doutorado em engenharia elétrica pela Unicamp e pós-doutorado na POLI/USP. Desenvolveu carreira no setor elétrico, onde acumula experiência de cerca de 35 anos, em empresas como CESP, Elektro e CPFL. Foi membro do Conselho de Administração da CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, exercendo o cargo de conselheiro e de diretor da área de Gestão de Mercado. Atualmente, atua em consultoria independente e projetos de pesquisa e desenvolvimento na MRTS Consultoria. E-mail: roberto@mrtscsultoria.com.

MUNIR YOUNES SOARES: engenheiro eletricista com diplomas pela Unicamp (2005) e de especialista pelo Ecole Centrale de Lyon (2004), mestrado em Energia pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (2008), doutorado em Planejamento de Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica de São Paulo (2020). É consultor para diversas organizações e governos na área de Mudanças Climáticas, Ativos Ambientais e ESG com orientação para o setor de energia, onde atua como consultor de empresas e organizações e Projetos de P&D. E-mail: munir@systemica.digital.

RAFAEL GIRARDI PULGAR: possui graduação em engenharia mecânica (1999) pela Universidade Federal de Santa Catarina, mestrado em Sustainable Energy Engineering (2002) pelo Royal Institute of Technology. Atualmente é doutorando em Planejamento de Sistemas Elétricos pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Possui experiência na área de energia com ênfase no setor elétrico brasileiro e setor de gás natural, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento e implantação de projetos de geração, termodinâmica aplicada a sistemas térmicos, planejamento energético, economia da energia, precificação de carbono, formação de preços de energia elétrica, regulação de serviços de energia elétrica. Desenvolve pesquisa científica no tema integrado de Energia – Economia – Clima. E-mail: rafael.pulgar@usp.br.