

A Precificação do Carbono e a Transição Energética

CASTRO, Nivalde de; MOSZKOWICZ, Mauricio; LUDOVIQUE, Camila. “A Precificação do Carbono e a Transição Energética”. Agência CanalEnergia. Rio de Janeiro, 09 de agosto de 2019.

I - Bases Históricas e Científicas

Grandes tempestades, secas, incêndios e inundações arrasadoras passaram a ocorrer em uma frequência incrível, indicando um “estresamento” climático. Como exemplo: 7 dos 10 dias mais quentes já registrados ocorreram na última década e o mundo viveu, em 2019, o julho mais quente já registrado nos tempos modernos. Existem dezenas de provas e fontes que confirmam o processo de aquecimento do planeta e o decorrente aumento do risco ou probabilidade de eventos climáticos extremos. Entretanto, apesar de existir evidências de que o clima está mudando, este não seria o padrão vigente do clima de ser sempre mutável?

As evidências científicas indicam que há uma causa muito consistente que explica o aquecimento, vinculada diretamente aos seres humanos e às atividades econômicas. Esta é uma constatação séria e com impactos enormes. Para buscar entender melhor este prognóstico, será analisada nesta seção, brevemente, a evolução das principais pesquisas que começaram há 200 anos atrás.

No final do século XVIII, ocorreu o florescimento da exploração científica. Alguns cientistas da época investigavam o mundo natural e que fatores poderiam controlar o clima da Terra, sendo um dos fenômenos de interesse científico o calor. A comunidade de pesquisadores havia percebido que radiações invisíveis – atualmente denominadas de radiação infravermelho – eram responsáveis por transmitir calor, podendo ser sentidas quando se está diante do fogo, mas que são invisíveis aos olhos.

O francês Joseph Fourier, conselheiro científico de Napoleão Bonaparte, queria entender se essas radiações invisíveis de calor ajudavam a determinar a temperatura da Terra. Ele argumentou que, se a luz do sol apenas aquecesse a Terra, o calor se acumularia e o planeta seria insuportavelmente quente. Mas, se todo o calor irradiasse de volta para o espaço, o planeta ficaria frio. Fourier realizou um experimento simples, que utilizava uma caixa escura, um termômetro e um painel de vidro. Quando ele virava a faceta de vidro da caixa para o sol, a temperatura do termômetro subia e ao retirar o termômetro da caixa, o termômetro indicava queda na temperatura. Por que o ar dentro da caixa esquentava?

O vidro deveria permitir que o calor da luz do sol entrasse na caixa e aprisionasse um pouco dele, assim Fourier se pergunta se algo semelhante na atmosfera fazia o mesmo papel do vidro, ajudando a regular o termostato da Terra. Embora esta metáfora não descreva exatamente como o planeta funciona, foi o primeiro passo para entender o regime do clima ou do fenômeno conhecido como efeito estufa.

Fourier, em 1824, foi o primeiro a deduzir que a composição da atmosfera controla a temperatura, semeando a ideia de que a atmosfera prende um pouco do calor que vem do sol.

Quarenta anos depois, John Tyndall, outro cientista, descobriu uma pista sobre como a atmosfera da Terra é aquecida, exemplificada por uma experiência na famosa Royal Institution, de Londres. O experimento consistia em dois sensores internos que mediam o calor de um aparelho. Se ocorresse uma diferença na temperatura, entre um lado e outro, seria gerado voltagem, uma corrente elétrica iria fluir pelo fio e, então, seria medida através do uso de um voltímetro.

A ideia de Tyndall era utilizar esse sensor para medir a diferença de temperatura entre as duas fontes de calor. De um lado, ficava um tubo que ele podia encher com diferentes gases e o experimento iniciou-se com a injeção de ar, depois nitrogênio, oxigênio e vários outros gases. Para a surpresa, quando Tyndall

testou os 2 gases que compõem 99% da atmosfera, nitrogênio e oxigênio, a agulha do voltímetro não se moveu. Estes gases não tiveram efeito sobre o calor. Thynhall, então, testou um gás que existe em pouquíssimas quantidades na atmosfera, o dióxido de carbono. Ao utilizar este gás, ele percebe que o calor que irradiava de uma ponta não chegava até a termopilha, em outras palavras, o que ele encontrou foi uma substância que retinha o calor na atmosfera. Thynhall havia resolvido o mistério da caixa de vidro de Fourier. Era o dióxido de carbono e alguns outros vestígios de gases, como vapor de água, metano e óxido nitroso, que retêm o calor no planeta. Estes gases passaram a se chamar gases de efeito estufa (GEE).

Ao mesmo tempo da descoberta, a Inglaterra era transformada pela Revolução Industrial, tendo como principal recurso energético o carvão nacional e o petróleo. Thynhall descobriu que o dióxido de carbono aprisionava calor, mas, mais importante, percebeu que quando o carvão é queimado, são liberados mais destes gases que retêm o calor.

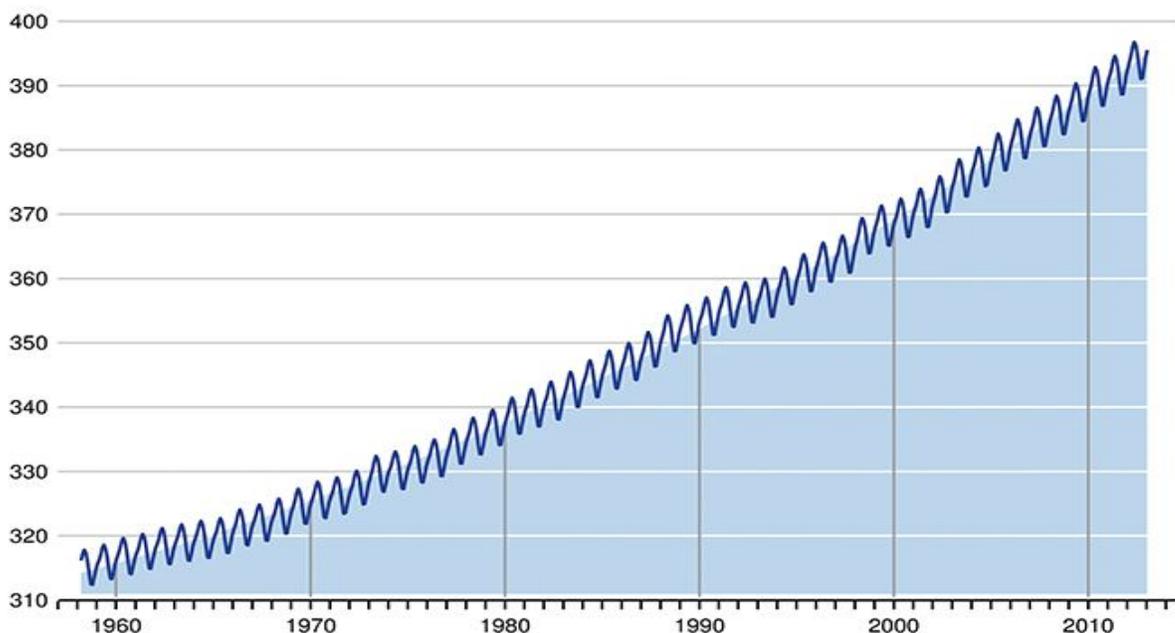
Carvão e óleo são formados a partir de pequenas plantas e algas, que são, basicamente, feitas de carbono. Quando o carvão ou o óleo são queimados, o carbono reage com o oxigênio e forma o dióxido de carbono, que é liberado na atmosfera, adicionando mais gases de efeito estufa. Estes gases, por sua vez, funcionam como um cobertor extra, aprisionando mais calor. A pergunta que restava era: quanto destes gases de efeito estufa existia na atmosfera e que impacto isto causaria? Para responder estes questionamentos, David Keeling, na década de 1950, desenvolveu um equipamento para medir com precisão a quantidade de dióxido de carbono no ar, o qual foi instalado no topo de uma montanha no Hawaii – Mauna Loa Observatory (MLO).

Após anos de coleta de dados, Keeling percebeu que havia uma variação na concentração: de tempos em tempos, a concentração de dióxido de carbono subia e descia. Estas oscilações coincidiam com as estações do ano – atingiam o máximo em outono e o mínimo em maio. Neste sentido, Keeling observou a interação existente entre as florestas e a atmosfera. As árvores respiram dióxido de carbono, retirando-o da atmosfera, e o usam para crescer folhas na primavera. No outono, quando as folhas morrem e se decompõem, parte deste carbono volta para a atmosfera. A respiração da floresta explicava o ziguezague da curva de Keeling, mas as medições também revelaram algo alarmante, a concentração estava aumentando inexoravelmente, conforme expressam os dados do Gráfico 1.

Evolução da Temperatura Média Global: 1881-2010

Monthly Carbon Dioxide Concentration

parts per million



Fonte: NOAA/ESRL, 2013.

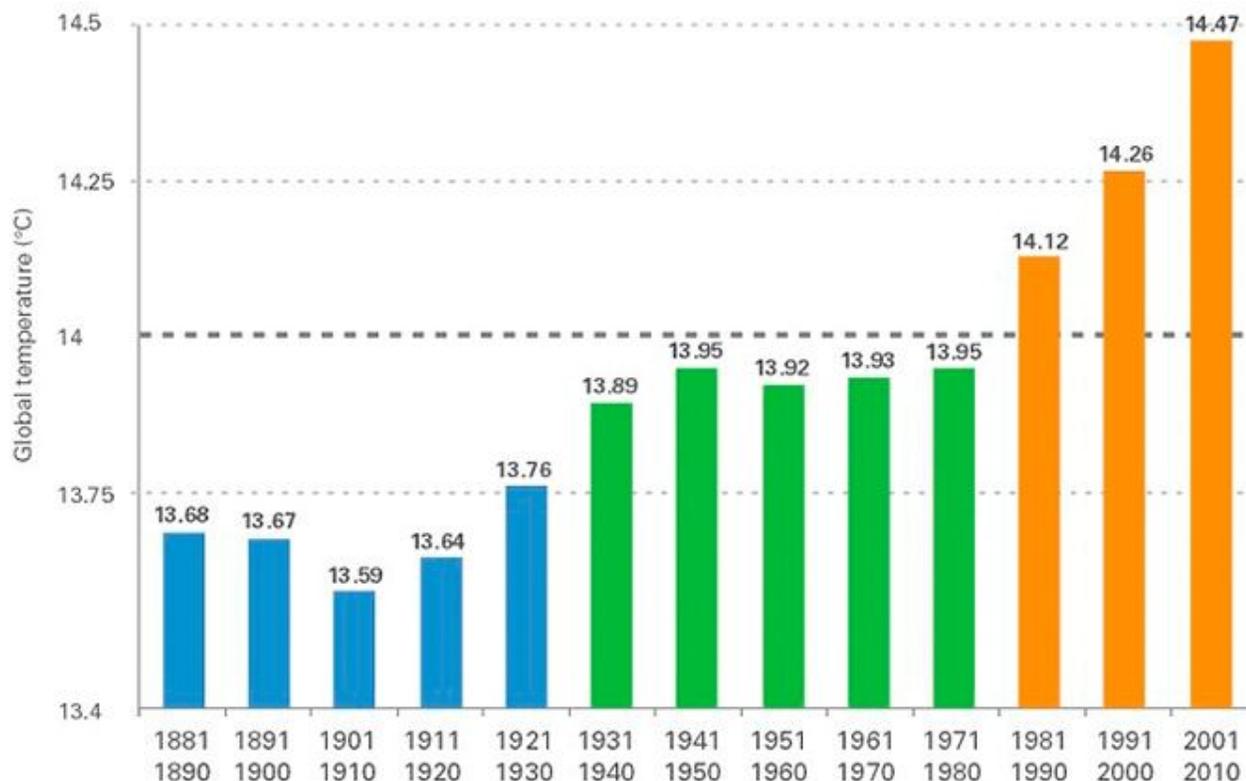
Como as medições de Keeling remontam há 60 anos, tratam-se de evidências empíricas insignificante temporalmente em relação à história climática da Terra. Para avaliar esses números em perspectiva histórica, é preciso uma cápsula do tempo do passado da Terra, a qual foi obtida no interior da Antártida, onde é possível encontrar amostras da atmosfera de tempos atrás, registradas e presas no gelo.

Neste sentido, ao se perfurar a camada de gelo, pode-se alcançar a neve que caiu no passado, permitindo a coleta de amostras da atmosfera. Nestas camadas, existem gases que estão presos, os quais são utilizados para entender como era o teor de CO₂ na atmosfera há milhares de anos. Na camada de gelo da Antártica, pode-se coletar amostras de até 800 mil anos atrás, dados muito importante para a ciência, uma vez que podem validar a hipótese científica da interferência antropogênica no clima. Nestes termos, os processos produtivos intensivos em carbono e a liberação de toneladas de dióxido de carbono derivada da atividade humana podem ser o grande diferencial histórico do ponto de vista climático.

As análises dos gases de efeito estufa realizadas com base nesta metodologia científica evidenciam que a concentração de CO₂ nunca esteve em patamares tão elevados. Em 2016, a concentração atmosférica de CO₂ alcançou 403,3 partes por milhão (ppm), segundo a OMM, o que representa 145% acima dos níveis pré-industriais (1750). Segundo Relatório Especial do IPCC, divulgado em 2018, estima-se que as atividades humanas tenham causado, aproximadamente, 1,0°C de aquecimento global acima dos níveis pré-industriais, com uma faixa provável de 0,8°C a 1,2°C, conforme pode ser observado no Gráfico 2. O aquecimento global deverá atingir mais 1,5°C entre 2030 e 2052, se continuar a aumentar na taxa atual.

Gráfico 2

Evolução da Temperatura Média Global: 1881-2010



Fonte: World Meteorological Organization, 2013.

II- Lógica Econômica para a Transição Energética

O conceito de externalidade, advindo da teoria econômica, define que alguns mercados podem ser incompletos, porque certos custos não são definidos, o que gera falhas de mercado e quebra dos axiomas

do Teorema do Bem-Estar. A externalidade, que pode ser negativa ou positiva, ocorre quando ações de um agente tornam a situação de outros agentes pior ou melhor, sem que o agente arque com os custos ou seja compensado pelos benefícios que gera. Um exemplo de externalidade negativa são as atividades econômicas que emitem gases de efeito estufa, entre eles o mais célebre e importante é o dióxido de carbono (CO₂). Como se procurou demonstrar na seção anterior, os GEE são responsáveis pela retenção de calor na atmosfera da

Terra e o aumento de sua concentração está ocasionando mudanças climáticas.

Uma forma de reduzir estas externalidades negativas e as emissões causadas pela queima de combustíveis fósseis, desmatamento, transporte, etc. seria dar um preço a tonelada de carbono emitido. Desta maneira, ficaria claro que estas atividades têm um custo e que este ônus deve ser arcado pelo emissor. Ao adotar instrumentos de mercado e medidas financeiras para os impactos das emissões de GEE, é possível corrigir estas falhas de mercado.

As iniciativas que endereçam uma solução de mercado para o problema das mudanças climáticas são denominadas de mecanismos de precificação de carbono, tendo dois sistemas mais importantes: a tributação de emissões e os sistemas de comércio de emissões. Estes dois instrumentos econômicos fomentam a implantação de soluções tecnológicas de baixo carbono e intensificam a transição energética necessária, uma vez que promovem o aumento do custo de produção de fontes à base fóssil e permitem a viabilização de fontes renováveis, dando o correto sinal de preço da tonelada de carbono. Entretanto, existem outros programas econômicos que auxiliam neste processo de transição para uma economia de baixo carbono, tais como: i) o fornecimento de subsídios e doações; ii) a remoção de subsídios prejudiciais; iii) a adoção de tarifas preferenciais; e iv) o financiamento a baixo custo.

Por exemplo, a transição energética, na Alemanha, foi massivamente fomentada por programas de subsídios às tecnologias de baixo carbono, ao invés de utilizar medidas de precificação de carbono. Atualmente, as energias renováveis são a fonte mais importante da matriz elétrica alemã, fornecendo um terço da energia consumida no país. Para efeito de contraste, há dez anos, as energias renováveis forneciam apenas 9%.

Este crescimento foi fomentado através de programas de incentivos que tiveram início em 1991 e possuíam três elementos fundamentais: (i) as tarifas de remuneração de geração garantidas para diversas tecnologias; (ii) a injeção prioritária na rede elétrica; e (iii) a distribuição dos custos adicionais, por meio de um regime de repartição entre os consumidores de eletricidade. A Alemanha obteve êxito no processo de incentivo à transição energética, adotando um modelo de subsídio cruzado, o qual determinou, no entanto, altíssimo custo para os consumidores não industriais.

Outra forma mais eficiente de internalizar as externalidades das atividades poluidoras seria a adoção de sistemas de comércio de emissões ou de sistemas híbridos, os quais combinam características do comércio e da taxa de carbono. Estes regimes de precificação de carbono buscam atender o objetivo de difusão de tecnologias de baixo carbono ao menor custo possível, ou seja, são soluções custo-efetivas.

Para a instalação de um sistema de precificação de carbono, uma iniciativa fundamental é o desenvolvimento de mecanismos de mensuração, reporte e verificação das emissões (MRV), o que implica em custos administrativos de monitoramento e relato, mas que definem as bases e diretrizes de quantificação, evolução das fontes emissoras e transparência das informações. Neste sentido, é essencial um sistema robusto e consistente de informações para o pleno desenvolvimento do mercado de carbono.

Além de um sistema MRV, a efetiva implantação de um mercado de carbono requer a adoção de regras de comercialização. O regime de negócios de carbono mais famoso é conhecido como Cap & Trade ou Limitar & Negociar. O Cap estabelece limites de emissão geralmente para um setor industrial e este limite de tonelada de dióxido de carbono equivalente (t CO₂e) é convertido em permissão de emissão. Se uma empresa emitir menos que as permissões que recebeu, ela ficará com permissões excedentes. Se uma empresa emitir mais que as permissões que recebeu, ela terá de analisar se é mais vantajoso (i) reduzir emissões através da substituição tecnológica ou de processos produtivos, (ii) ou comprar permissões de outras empresas. Quando as permissões de emissão são negociadas e ocorre a troca, acontece o Trad. Ou seja, as indústrias que reduziram emissões além de suas metas, podem negociar a redução excedente no formato de permissões.

Uma das vantagens do mercado de emissões é o incentivo à inovação tecnológica, à substituição de máquinas, à implementação de processos mais eficientes, à escolha de produtos menos intensivos em emissões pelos consumidores e à preferência de projetos de baixo carbono pelos investidores, que não seriam economicamente viáveis na ausência deste sistema.

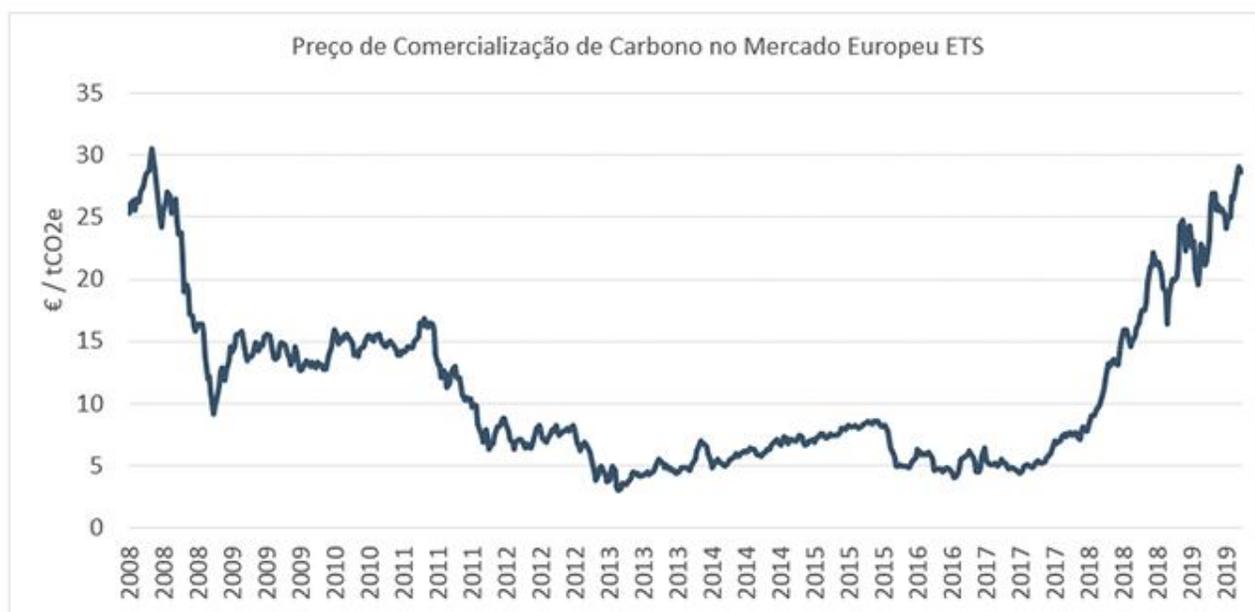
O maior mercado de carbono do mundo é o Regime de Comércio de Licenças de Emissão da União Europeia (European Union Emission Trading Scheme – ETS), que regula cerca de 45% das emissões totais de GEE da União Europeia e, aproximadamente, 11 mil centrais elétricas e fábricas.

O objetivo do mercado é reduzir as emissões de carbono em 43% em relação às verificadas em 2005, por meio de permissões para emissão que são concedidas às empresas através de leilões. Além deste, existem mais de 17 mercados em operação no mundo.

Introduzido em 2005, o mercado ETS foi impactado severamente com a crise de 2008. Como pode ser observado no Gráfico 3, o preço da tonelada de carbono equivalente caiu de 30 euros para 10 euros e, durante os últimos 5 anos, o preço esteve em uma média de 5 euros/tCO₂e. Com os preços em patamares muito baixos, as empresas deixam de ter incentivos para investir em tecnologias menos poluentes e o mercado de carbono perde sentido e eficácia.

Após uma série de reformas e a entrada operacional, em janeiro de 2019, de uma nova Reserva de Estabilidade de Mercado (MSR), ocorreu uma mudança nas expectativas do mercado em relação à reserva futura de permissões, elevando a cotação da tonelada de carbono. Os preços quadruplicaram de 2013 a 2018 e ultrapassam o patamar de 25 euros, valor considerado suficiente para incentivar mudanças no comportamento dos agentes. Inovações regulatórias estão sendo projetadas para entrar em vigor a partir de 2021 e a expectativa é de que os preços continuem a aumentar no curto prazo e no longo prazo.

Gráfico 3



Fonte: Sandbag.

Entretanto, de acordo com o relatório da Comissão de Alto Nível sobre preços de carbono, um estudo realizado por 13 economistas e coordenado por Joseph Stiglitz e Nicholas Stern, para cumprir as metas estabelecidas no Acordo de Paris, o preço da tonelada de carbono deveria estar entre 40 a 80 dólares, em 2020, e entre 50 e 100 dólares, em 2030. Segundo os economistas, este preço seria o sinal correto à introdução de novas tecnologias menos intensas em carbono e no ritmo necessário para evitar que o aquecimento global ultrapasse 2°C, até o final do século XXI.

III- Conclusões

A avaliação e adaptação a estas mudanças não será uma tarefa fácil para as cadeias produtivas, exigindo, assim, uma compreensão muito mais profunda de uma série de questões, incluindo o formato do

ambiente regulatório futuro, as implicações dos preços de carbono nas relações comerciais e as consequências para os investimentos, tanto em um nível industrial, quanto empresarial, no curto, médio e longo prazo.

Neste contexto, as empresas para operar sob restrições climáticas deverão desenvolver estratégias de comercialização e gestão de emissão, com participação ativa nos leilões, nos lances de abertura e na comparação do preço de carbono, analisando os valores primários versus os secundários e diversificando sua carteira de mecanismos de compensação de carbono (*offsets*), com a finalidade de reduzir suas emissões e sobreviver aos preços competitivos do carbono.

Por fim, pode-se assinalar que a precificação do carbono, através do sistema Cap & Trade, permite uma solução custo-efetiva das mudanças climáticas, sendo o mecanismo econômico mais eficiente para atingir o objetivo de manter o aumento da temperatura no limite seguro de 2°C. Nestes termos, a aplicação do mercado de carbono pode potencializar a inovação tecnológica e a pesquisa para soluções de baixo carbono, incentivando, via mercado, processos mais eficientes e elevando a competitividade das tecnologias mais limpas e renováveis, sem a aplicação de pesados subsídios.

Nivalde de Castro é Professor do Instituto de Economia da UFRJ e coordenador do GESEL – Grupo de Estudos do Setor Elétrico.

Mauricio Moszkowicz é Pesquisador Sênior do GESEL-UFRJ.

Camila Ludovique é Pesquisadora do GESEL-UFRJ.