

TRIBUTAÇÃO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: A POSSIBILIDADE DE TRIBUTAR A PEGADA DO CARBONO DA IA BASEADO NA EXTRAFISCALIDADE

*Roselaine Carvalho Rocha*¹

INTRODUÇÃO

O jornal L'Officiel Hommes Brasil, divulgou a notícia de que o tempo está passando mais rápido no planeta Terra, em meados de agosto do ano de 2022 (L'Officiel Hommes Brasil, 2022). A razão para tal afirmação, consiste no fato de que o planeta Terra está com o movimento de rotação mais rápido, afirmam os cientistas.

Os cientistas, apontaram vários fatores, mas dentre eles estão as alterações climáticas, provocadas pelas emissões de gases de efeito estufa, o derretimento e descongelamento das calotas polares, além da lua que exerce influência sobre o movimento do planeta, e o desvio no ponto de rotação da Terra, denominado como “oscilação de Chandler” (L'Officiel Hommes Brasil, 2022).

A notícia sobre o movimento de rotação acelerado da Terra, desperta um alerta a nível mundial a respeito da necessidade de conter a degradação ambiental, bem como acelerar o processo de descarbonização do planeta e a redução de emissão de CO₂ é mais que urgente, e inadiável.

A questão da degradação ambiental é motivo de preocupação entre as populações do mundo. As causas são diversas, mas uma delas identificadas pelos especialistas resulta da ação dos seres humanos, como fonte principal, associados ao desenvolvimento da ativi-

1 Mestranda em Direito Público pelo Programa de Pós-graduação em Direito-Unisinos; Pós-graduada em Direito Empresarial e Tributário. Pós-graduanda em Direito Público, pela Esmafe/RS, Graduada em Direito pela Scholl Business IBGEN. E-mail: rocha.rradv@gmail.com.

dade econômica, a partir do processo de industrialização, bem como a gestão inadequada dos recursos naturais, os quais são os grandes responsáveis pela deterioração do meio ambiente (Guitarrara, 2023).

Estima-se, que a atividade econômica global cresceu em torno de cinco vezes, nas últimas cinco décadas, em consequência do aumento da extração de recursos naturais e atividade energética que aumentou a industrialização e o consumo, segundo o relatório chamado de O PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), divulgado pela ONU, em 2021 (ONU, 2022).

Nesse contexto econômico, a globalização trouxe grandes benefícios e possibilidades para a economia, com abertura de novos mercados, aceleração do consumo, em face dos avanços tecnológicos em termos de comunicação, porém contribuiu para os malefícios e aumento na degradação do meio ambiente, com aumento dos gases de efeitos estufas, decorrente do desenvolvimento acentuado crescimento dos meios de transportes (Coelho, 2023).

Por outro lado, o emprego de novas tecnologias de forma exacerbada, é um assunto que tem trazido grandes discussões acerca dos impactos provocados no meio ambiente, em especial a Inteligência Artificial (IA). A razão, para tal, reside entre os sistemas mais avançados com grande capacidade computacional e a quantidade de eletricidade necessária, para manter essa engenharia.

A inteligência artificial, tem sua base de existência em algoritmos que comandam os programas, principalmente os mais avançados, e por isso exigem computadores com grande capacidade de processamento para serem treinados, requerendo do sistema de energia, grande quantidade de energia elétrica e por conseguinte aumentando a quantidade de emissões de gases na atmosfera. E isso, por sua vez, faz com que aumente a preocupação com a pegada do carbono da inteligência artificial, que tem o seu uso como nocivo ao meio ambiente.

Nesse sentido, o documento assinado em 2015, em Paris, estabelece o compromisso, das Nações de reduzir a degradação do ecossistema e frear o esgotamento dos recursos naturais, criação de novas fontes de energias renováveis, além da erradicação de outros problemas (Sachs, 2017). Para cumprir com as metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, do Acordo de Paris, as nações precisam diminuir as emissões dos gases de efeito estufa, até o ano de 2030, como foi estipulado, pelo o relatório PNUMA, pelos próximos oito anos (ONU, 2022).

Sendo assim, o problema da pegada do carbono da inteligência artificial, pode ser um obstáculo para uso das novas tecnologias como instrumento de redução dos gases de efeito estufa e a redução da degradação ambiental.

Diante disso, a utilização da métrica da pegada do carbono, para os casos de emissões de gases de efeito estufa pela inteligência artificial, para fins de criação de um tributo ambiental, demonstra ser um instrumento de mensuração de CO₂ eficaz, como fonte auxiliar na mudança comportamental de toda a sociedade mundial.

O presente trabalho, tem por objeto de pesquisa a seguinte indagação: A contabilidade, aferida através da pegada do carbono da inteligência artificial pode ensinar a incidência de tributo verde?

A hipótese adotada, decorre da função extrafiscal do imposto, e de sua capacidade de responsabilização dos danos causados ao meio ambiente, em detrimento da ação que gerou o dano, que tem como fundamento principiológico o princípio do poluidor pagador, a partir do crescimento exponencial da utilização da inteligência artificial na vida societal, sem um plano ambiental adequado.

A presente pesquisa adotará o método analítico descritivo, isto porque resta pautada na coleta e na análise de referências específicas (artigos, filosofia, doutrina do direito), bem como o que vêm sendo proposto pela sociedade, como projetos de leis e divulgação de material de imprensa/ redes sociais.

O presente trabalho foi dividido em quatro partes: A primeira busca apresentar, minimamente, a descrição da pegada do carbono, permitindo uma visão do objeto da pesquisa. A segunda, pretende descrever como a pegada do carbono no caso da tecnologia chamada inteligência artificial e como é a tecnologia contribui para o aumento das emissões dos gases de efeito estufa. Já a terceira parte, aborda a possibilidade de tributação com base na extrafiscalidade, alinhado com o instrumento principiológico do poluidor pagador. E por fim, na quarta parte, busca-se fazer uma correlação entre a pegada do carbono e a tributação com base nos critérios de aferição das emissões.

DESVENDANDO A PEGADA DO CARBONO

As afirmações de François Ost (2005), sobre o tempo não ser alheio aos acontecimentos da vida, em seu livro o tempo do direito, parece ser bem adequado a questão da aceleração do tempo, em ra-

ção do movimento de rotação acelerado do planeta, provocado pelas mudanças climáticas.

A partir do compromisso assumido pelas nações, em 2015, pelo Acordo de Paris, muitas foram as alternativas encontradas nesse processo de erradicação dos combustíveis fósseis, dentre eles a questão da descarbonização dos processos industriais das empresas, agricultura, transportes, o uso da inteligência artificial para reduzir as emissões de CO₂, enfim.

As emissões de gases de efeito estufa, no planeta, são um motivo de grande embate entre as nações e alvo de grandes discussões nas pautas climáticas a nível mundial. A razão, para tanta preocupação reside no fato de que os maiores índices de emissões de gases nocivos à atmosfera, advém das emissões provocadas pelas usinas elétricas de combustíveis fósseis, que contribuem veemente para o aumento dos níveis de emissões de CO₂, além do aumento na prosperidade das pessoas, intenso consumo de produtos, aumento da população global que duplicou para 7,8 bilhões, contribuindo para a degradação ambiental (Ruhl; Salzman, 2020).

O contexto do desenvolvimento econômico e da contínua expansão da globalização, demonstram que o crescimento da tecnologia é a principal ferramenta de crescimento e desenvolvimento das economias, o qual estão em constante evolução por meio das melhorias em seus processos.

A partir do surgimento do ChatGPT, que é uma espécie de inteligência artificial, estima-se que o número de empresas que passaram a utilizar essa tecnologia, aumentou para 1310% entre o fim de novembro de 2022 e o início de maio de 2023, o que leva ao aumento das emissões de gases na atmosfera, através de redes de computadores com grande capacidade de processamento de dados e uso de energia elétrica (Databricks, 2023).

Um dos meios de se mensurar as emissões de CO₂, na atmosfera, são os protocolos e procedimentos adotados, criado por cientistas dedicados à causa ambiental em todo o planeta, que possibilita o monitoramento das emissões e a sua quantificação emitida por cada país. Isso porque, as projeções para o aumento da população implicam no aumento das alterações climáticas, antropogênicas e nas emissões de gases de efeito estufa (Araujo; Medeiros; Cohim, 2022).

Dentre as metodologias adotadas, por estudiosos do assunto, está a pegada do carbono, que serve para quantificar o valor que cada pessoa, empresa, produtos de consumo, hábitos, produz de gases, e assim valorar a quantidade de gases de efeito estufa emiti-

do na atmosfera (Engie, 2022). Em outras palavras, trata-se de uma contabilidade acerca das emissões diretas e indiretas dos gases de efeito estufa, como por exemplo, o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), entre outros, gases emitidos, oriundos de uma atividade de fabricação, comercialização ou consumo, bem como descarte do produto (Engie, 2022).

Apesar da grande evidência nos dias atuais, a métrica, chamada pegada de carbono, foi criada nos anos 1990 pelos pesquisadores William Rees, canadense, e Mathis Wackernagel, suíço, através do documento científico que considerava o impacto produzido pelo consumo, para fins de quantificar o impacto produzido no sistema ecológico, pelo homem e todo o movimento societal, o qual o termo, pegada de carbono, deriva do termo em inglês (*carbon footprint*). Contudo, somente em 2005, a expressão, pegada de carbono, ganhou visibilidade (Engie, 2022).

A metodologia, de aferição da pegada de carbono, considera como premissa que todo indivíduo é responsável pela emissão dos gases, até mesmo no que concerne a sua alimentação, pois o cálculo abrange as etapas de produção do alimento, até chegar ao consumidor final (Engie, 2022). Logo, dentro da métrica, estabelecida pela pegada do carbono, todos os habitantes do planeta são responsáveis por todas as emissões dos gases da nossa atmosfera.

Sob esse olhar, a pesquisa divulgada pelo já mencionado, relatório PNUMA, descreve que todos da sociedade exercem papéis importantes para a consecução dos objetivos sustentável, o que se conclui que não há pessoas desobrigadas a quando se trata de redução da degradação ambiental, ainda que em escala menor, daqueles que são os grandes poluidores (ONU, 2022).

Essas considerações, são de grande valia, a respeito da pegada de carbono, porque uma das formas de evitar a degradação ambiental e resguardar a herança intergeracional antropogênica das gerações futuras, é agilizar o processo de descarbonização, o qual a pegada de carbono pode instrumentalizar a mensuração dos grandes emissores de gases poluentes, para efeitos de uma possível tributação.

DESPICIENDO A PEGADA DO CARBONO DA IA

Se por um lado a inteligência artificial é considerada a nova eletricidade do século XXI, nas reduções das emissões de carbono, pe-

los mais diversos setores da sociedade, por outro, a aceleração no emprego da inteligência artificial em grande escala nas indústrias, tem gerado apreensão perante a comunidade científica ambiental (Rolnick *et al.*, 2022).

A inteligência artificial, precipuamente, possui uma capacidade mais avançada de analisar grandes quantidades de dados em conjunto, desde a poluição do ar e da água, as mudanças no meio ambiente, entre muitos dados que a tecnologia é capaz de processar, sendo muito benéfico para toda a sociedade e as metas do Acordo de Paris (Engie, 2022). Porém, o uso da tecnologia, em larga escala no mundo é um mal, e isso é um paradoxo.

Em linhas iniciais, anteriormente, descreveu-se que toda a tecnologia da inteligência artificial, é pautada na existência de algoritmos que administram a atuação dos programas, e que por isso exigem máquinas que possam processar e treinam grandes quantidades de dados e para isso demandam muita utilização de energia etérica, que ainda , na maioria dos países advém de combustíveis fósseis.

Um dos desafios atuais da utilização da inteligência artificial é o seu emprego de forma menos onerosa para o meio ambiente, de forma a trazer um equilíbrio entre os benefícios e malefícios.

Em vista disso, em agosto de 2023, foi divulgado um artigo do analista Tim Culpan (2023), que analisou um modelo de inteligência artificial, em relação ao crescimento no interesse pela inteligência artificial, que tende a aumentar e a exigir mais das redes elétricas a nível mundial. O argumento para tal, consiste no fato de que os chips utilizados para o processamento da inteligência artificial consomem em torno de 1.000 watts, o equivalente a um aquecedor portátil, gerando um aumento na demanda por eletricidade e consequente aumento na pegada do carbono dessa tecnologia (Culpan, 2023).

Colabora com as inquietações de Culpan, um estudo da Universidade de Stanford, em meados de 2019, que revelou que o treinamento do sistema padrão de linguagem da inteligência artificial , produz quantidade similar de gás carbônico, o equivalente a de uma pessoa que vai e volta entre Nova York e São Francisco (Kaufman, 2020).

O analista Culpan (2023) explica, que o consumo de eletricidade aumenta pelo funcionamento de diversas unidades de processamentos de gráficos (GPU), pois tais unidades têm como função processar as imagens, vídeos e execução de jogos. Isso porque, a GPU recebe os dados da CPU e cria uma estrutura, preenchendo-a com informações de cor, textura, iluminação, dentre outras caracterizações.

A questão, da pegada do carbono da inteligência artificial, não se restringe ao uso em massa, quando os usuários efetuam comandos de uma simples busca de uma receita de bolo no ChatGPT, explica Culpan (2023), há o gasto com o treinamento da tecnologia, que é alimentada por combustíveis fósseis. O motivo é bem simples: os servidores não estão próximos de barragens hidrelétricas, ou aqueles paines de energias solares, pois há um atraso na comunicação da rede, e isso é um grande entrave, quando os comandos são recebidos via internet, porque a capacidade de resposta ao comando de busca, fica atrasado. Por isso, os servidores dessa tecnologia precisam estar sediados em locais próximo aos destinatários finais (Kaufman, 2020), gerando um aumento no consumo de energia elétrica.

Os especialistas, afirmam que muitos são os fatores que colaboram para as emissões de gases nocivos ao meio ambiente geradas pelos sistemas de inteligência artificial, não podendo ser subtraída desta questão nem os sistemas de refrigeração que servem para a manutenção da temperatura dos servidores. Nesse cenário, é indispensável aferir a Eficiência do Uso de Energia (PUE, na sigla em inglês), através de uma métrica que gradua os gastos de energia dos servidores onde acontecem os treinamentos do GPT-3, Gopher, OPT, Bloom, exemplos esses de linguagem de programação que impactam a área da inteligência artificial (Insper, 2023).

Tais preocupações, dos estudiosos, ocorrem pela forma em que a inteligência está construída. Para a criação de da inteligência artificial são necessários a construção do processo completo, bem como treinar o sistema, o que pode gerar o dobro de emissão de CO₂, de uma pessoa durante toda a sua vida, conforme a fonte de energia utilizada (Kaufman, 2020). E essas emissões podem agravar!

A pesquisadora Emma Strubell, da Carnegie Mellon University, divulgou um estudo em 2019, o qual afirma que desde o ano de 2017, o consumo de energia e a pegada de carbono estão ultrapassando os limites já estabelecidos, pelos cientistas, conforme os sistemas de inteligência artificial são alimentados com mais dados. Na ocasião Strubell, apontou o modelo específico, que emitiu à época a métrica de dióxido de carbono, o que equivale a toda produção de dióxido de carbono de cinco carros americanos médios, durante toda a sua existência (Kaufman, 2020).

O modelo mais conhecido de inteligência artificial na sociedade e pelas economias dos países é a *deep learning*, redes neurais profundas, que constitui um modelo mais experimental, que não prescinde de ajustes, e isso reivindica um exercício de tentativa e

erro, o que significa, que o processo será iniciado muitas vezes, com diferentes desenhos arquitetônicos de códigos, estruturas, algoritmos. E ao contabilizarmos, um período de seis meses serão emitidos, pelo sistema, o equivalente a mais de 78.000 libras de emissões de CO₂, mais do que um adulto nos EUA, produz, durante o período de dois anos (Kaufman, 2020). Logo, o uso da inteligência artificial, de forma indiscriminada, pode gerar um impacto muito maior no meio ambiente, em um curto espaço de tempo, se ocorrer a intensificação no seu uso pelas economias, em comparação com as métricas já existentes de emissão. E isso, é contrário aos objetivos do acordo de Paris, que exige das nações uma corrida contra o relógio, para cumprir com as diretrizes estabelecidas, em 2015.

Em suma, incorporar, a inteligência artificial, aos processos da sociedade, de forma desmedida, sem um plano de ação estratégico, para reduzir ao máximo possível os impactos provocados, pelas emissões de CO₂ da inteligência artificial, deverá ser um dos grandes desafios dos próximos cinco anos.

DA POSSIBILIDADE DE TRIBUTAR AS EMISSÕES DOS GASES DE EFEITO ESTUFA POR MEIO DA EXTRAFISCALIDADE

O processo de descarbonização no planeta é um dos maiores desafios que os governos, certamente, encontrarão e continuarão a encontrar nos próximos anos. Essa é uma visão não pessimista e sim realista, quando o assunto é a emissão de gases de efeito estufa na sociedade mundial, principalmente, pela explosão das novas tecnologias no dia a dia dos seres humanos e das economias, que nos dias atuais são globalizadas.

Dentre as premissas assumidas pelos 197 países, no documento assinado em 2015, o Acordo de Paris, está o compromisso de reduzir a degradação do ecossistema e frear o esgotamento dos recursos naturais, criação de novas fontes de energias renováveis, além da erradicação de outros problemas (Sachs, 2017).

Com isso, a descarbonização da economia, baseada nos combustíveis fósseis, tende a aumentar nos próximos anos. No último ano, a economista-chefe da OCDE, Laurence Boone, afirmou que para descarbonizar a economia, as Nações necessitam adentrar à questões mais sensíveis dos Estados e isso, passa pela regulação e políticas fiscais (Marinho, 2022),

Diante da crise climática e da necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa, para conter a degradação ambiental e garantir a herança intergeracional, das gerações futuras, é que o mercado do carbono ganhou uma especial atenção nas pautas das cúpulas de reuniões dos países. O objetivo é transformar a descarbonização em um grande e atrativo mercado, para que assim todos os países possam se comprometer com as metas estabelecidas pelo Acordo de Paris (2015), e assim limitar as emissões de CO₂ no planeta.

Os autores, Ruhl e Salzman (2020) citam três mudanças diferentes, voltadas à erradicação do uso de combustível fóssil, nos EUA, mas que também podem ser aplicadas às demais nações, vejamos:

A descarbonização profunda requer três mudanças fundamentais na Sistema de energia dos EUA: (1) uso final altamente eficiente de energia em edifícios, transporte e indústria; (2) descarbonização de eletricidade e outros combustíveis; e (3) troca de combustível de usos finais para eletricidade e outros suprimentos de baixo carbono. Todas essas mudanças são necessárias, em todos os setores da economia, para atingir a meta de um 80% de redução de GEE abaixo dos níveis de 1990 até 2050 (Ruhl; Salzman, 2020).

A justificativa, dos autores, com relação às três mudanças apontadas, é que para potencializar a descarbonização entre os países, e para que o processo seja mais eficaz em termos de redução das emissões de combustíveis fósseis, mas também reduzir a sua utilização no cotidiano, reside no fato de que toda a matéria prima empregada é oriunda de resíduos provenientes da agricultura, florestas, algas, entre outros materiais orgânicos, entre outros materiais orgânicos (Blake, 2017). Em termos societais, a descarbonização deve ser a missão de todos.

O modelo econômico da sociedade está estruturado no emprego dos combustíveis fósseis, como fator preponderante dos meios de produção, e havendo um esgotamento dos recursos disponíveis, pode gerar tensão a nível mundial.

A métrica da pegada do carbono, como outrora mencionado, é uma metodologia que afere as emissões diretas e indiretas dos gases de efeito estufa, método esse que reforça o dever de empenho de todos da sociedade como um todo em contribuir com a descarbonização de todos os setores da sociedade.

Em sentido prático, a descarbonização, por meio da tributação extrafiscal, se torna um grande instrumento impulsionador, para que a sociedade possa aderir, mais facilmente, às novas formas de energias renováveis. No mesmo sentido, Caliendo afirma, que o processo de descarbonização, através dos incentivos fiscais, são muito vantajosos e eficazes, quanto aos seus efeitos, pois os valores são elevados no mercado, e isso pode ser de grande valia para acelerar a diminuição do processo de degradação ambiental (Caliendo, 2016). A extrafiscalidade das emissões de CO₂, perpassa pela responsabilidade das empresas e nações, em termos de uso de inteligência artificial, pois a tecnologia é um instrumento de desenvolvimento econômico.

Segundo Sachs (2017, p. 535-536), a boa governança relaciona-se com a responsabilidade das empresas e dos governos, porque ambos respondem perante aos mercados e ao Poder Judiciário, mas além disso, a análise da opinião pública, já que os governos são eleitos pelo sistema democrático, e isso atribui o dever de prestar contas aos seus cidadãos. Porém, não afasta o dever de prestar contas, daqueles sistemas, o qual não há a presença de sistemas democráticos.

Essa responsabilidade em conjunto, é em detrimento do fato de que as grandes empresas, multinacionais, estão situadas em países, que a legislação ambiental não é flexível, no entanto, possuem filiais em países em que a legislação é mais flexível, no que tange às emissões de gás carbono, dentre outros gases nocivos ao meio ambiente, e muitas dessas empresas, nesses países, com suas emissões, contribuem para os desastres climáticos, inclusive para o desaparecimento de ecossistemas, que são indispensáveis a sobrevivência de espécies e à vida humana.

A responsabilidade dúplice, apontada por Sachs, encontra amparo no Princípio do Poluidor Pagador e serve com vetor e norte para instituição de tributos relacionados às questões ambientais *stricto sensu* voltados para sustentabilidade, e tem o objetivo de impactar, o reais poluidores pela lesão aos danos causados na sociedade (Peralta, 2015).

O suporte legislativo, para aplicação do princípio poluidor pagador, no caso brasileiro, advém da interpretação do texto constitucional brasileiro, precisamente no art. 170, inciso VI², o qual prevê de forma expressa a defesa do meio ambiente.

2 “Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios: [...]VI – defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação”. (Brasil, 1988).

A tutela esculpida na base principiológica, permite, no caso Brasil, alterações legislativas, nos sistema tributário e incluir na matriz de incidência tributária a tributação das novas fontes energéticas com tratamento diferenciado em termos de incidência, isto é, pela extrafiscalidade (Caliendo, 2016).

Na visão de Peralta (2015), o princípio do poluidor pagador (PPP) desenha o fato gerador, bem como a gradação do tributo, pois serve como critério balizador em consonância com parâmetros estabelecidos pelo princípio da proporcionalidade e equivalência, afastando a aplicabilidade do princípio da capacidade contributiva. Com isso, é possível mensurar a gradação do tributo, com base na relação do agente econômico com o meio ambiente e não com o critério patrimônio.

Neste cenário, três são os vetores que ancoram a criação de um tributo voltado a descarbonização, que limitam a atuação estatal: a) Idoneidade: a finalidade do tributo é alcançar o resultado, para o qual foi criado, ou seja, extrafiscal; b) necessidade: deve haver uma ponderação entre o bem da vida que se pretende proteger; c) Proporcionalidade: a incidência do tributo está limitada pelo não -confisco, mesmo nos casos em que as ações do sujeito causem dano à sociedade e ao meio ambiente (Peralta, 2015). Em outras palavras, o legislador deve respeitar a proporcionalidade e a isonomia, ainda que o agente cause graves prejuízos com as ações degradadoras ambientais.

A tributação extrafiscal, permite que o Estado se valha de uma postura mais firme para que possa cumprir o seu papel perante a sociedade, pondera Alfredo Becker (2010, p. 633):

[...] o silêncio da regra jurídica (sobre aquele fato social) não equivale à abstenção da intervenção do Estado naquele fato social, visando o bem comum, pois há muitas maneiras do Estado alcançar um mesmo resultado. Por exemplo: o Estado para impedir ou desestimular determinado fato social, tem dois caminhos a escolher: (a) ou regra jurídica que declare ilícito aquele fato social; (b) ou tributo extrafiscal 'proibitivo'. Optando pelo segundo, a intervenção do Estado será indireta porque, mediante o tributo extrafiscal, aquilo que pode ser exigido juridicamente é só o tributo e este é, precisamente, o objeto secundário (Becker, 2010, p. 633).

Neste contexto brasileiro, a questão ambiental, bem como o próprio direito ambiental, são resultados da incorporação de princí-

pios ecológicos, em nosso ordenamento jurídico, resultando em uma justiça sócio ambiental. Todavia, há um grande desafio do Estado, à medida em que tem o dever de manter a legislação e atuação em conformidade com a própria evolução do direito ambiental e seus temas correlatos (Caliendo; Rammê; Muniz, 2014). Ante aos desafios de cumprir a agenda de Paris (2015) e atento a necessidade de descarbonização, a Comissão de Meio Ambiente do Senado Brasileiro, no início do mês de outubro de 2023, aprovou o projeto que regulamenta o mercado brasileiro de redução de emissões de CO₂, de autoria do ex-senador Chiquinho Feitosa, porém, com a retirada, do projeto, as atividades primárias do setor agrícola do mercado regulado de emissões (Caliendo; Rammê; Muniz, 2014).

Outro exemplo de atuação, em prol da descarbonização é lei do Parlamento Europeu, ao criar uma legislação sobre o clima, que aumenta a meta de redução das emissões dos gases para 55%, que antes era de 40%, e assim vinculando todos os países da UE, para uma neutralidade de emissões até 2050 (União Europeia, 2018).

Devido a urgência em reduzir as emissões de gases em nosso planeta, foram ainda, adotadas medidas muito restritivas pela a UE como elevar o preço das importações de produtos advindos de países que não estão comprometidos com a redução das emissões dos gases de efeito estufa, emissão de licenças de CO₂, que adquiridas no mercado mobiliário de valores europeu, criação de um imposto sobre a emissão de carbono para o transporte rodoviário e aquecimento (União Europeia, 2018).

Note-se que há uma relação direta entre tributação e responsabilidade, no que se refere a redução das emissões dos gases de efeito estufa, para o Parlamento Europeu. Com a abertura dos mercados e o rompimento das barreiras geográficas, em termos econômicos, a economia se tornou globalizada, o qual as ações de indivíduos distintos, em locais geográficos diferentes, têm impacto na vida do globo.

Essa dinâmica, das ações de sujeitos distintos, em espaços físicos diferentes, produzem impacto na vida um do outro, assemelha-se ao entrelaçamento quântico, que descreve o comportamento das partículas, na ciência da física atômica (física, quântica ou ciência quântica). Uma das áreas de estudo da física quântica, chama-se o entrelaçamento quântico, que consiste no emaranhamento entre duas ou mais partículas de átomos, elétrons, prótons, que se mantêm interligadas mesmo quando estão distantes fisicamente, uma pode sentir e refletir o movimento uma da outra. Esse movimento

pode ser refletido, porque elas compartilham a energia ou seu giro. O cientista Albert Einstein, denominou tal fenômeno de “ação assustadora à distância” (Prêmio...2022).

Essa simples relação entre os efeitos da globalização e o entrelaçamento quântico, são importantes, ao refletirmos a respeito do compromisso em reduzir as emissões de CO₂ e ações mais severas dos países comprometidos com o Acordo de Paris (2015) e os países que possuem uma legislação mais flexível quanto ao tema, pois em termos de emissões de gases poluidores ou redutores, todos são responsáveis para mais ou para menos. Por isso, que o aumento no preço das importações de produtos advindos de países que não estão comprometidos com a redução das emissões dos gases de efeito estufa, formulado pela UE é plenamente possível em termos de globalização. O intuito nessa situação, é compelir os países que são mais flexíveis em termos de legislação a respeito da redução das emissões de gases nocivos na atmosfera, a se tornarem mais rígidos, quando o assunto é descarbonização, porque ao final todos arcaram com a matemática da degradação ambiental.

A MÉTRICA DA PEGADA DO CARBONO DA IA PODE SER UTILIZADA COMO PARÂMETRO NA INSTITUIÇÃO DO IMPOSTO VERDE?

A função da tributação dentro do direito ambiental é sustentável, e encontra a sua plenitude de existência em proveito da sociedade, do meio ambiente e da economia. Qualquer coisa diferente disso, não se consubstancia em tributação sustentável, pois se assim fosse, o agente público não poderia se furtar de tributar as condutas que causam prejuízos ao meio ambiente e a sociedade (Freitas, 2016).

No mesmo sentido, Caliendo (2014) defende que as funções de extrafiscalidade do tributo corresponde ao objetivo de disciplinar as situações que extrapolam o fato gerador de incidência de um imposto.

Em resumo, a extrafiscalidade sob o aspecto tributário busca compatibilizar as ações de degradação ambiental, com o atributo da responsabilidade pelas emissões, em uma espécie de binômio, ação e impacto causado, ancorado no princípio do poluidor pagador.

Diante disto, o processo globalizado atravessa o processo da transnacionalização das normas e repercute também em todas as áreas da sociedade, como o direito ambiental. Para Shaffer (2012), as

influências do direito transnacional vai desencadear uma modificação econômica, como forma de resposta, como a questão das reduções dos gases de efeito estufa, decorrente do Acordo de Paris (2015) assinado, pelas Nações.

Com base nesta perspectiva, as ações de combate à degradação ambiental e a preservação da herança antropogênica percorrem um caminho em direção ao direito tributário, que tem um papel coercitivo, neste caso, mas também educativo e consciencial, pois o tributo deixa de exercer uma função meramente arrecadatório, para algo muito maior.

Conforme abordou-se, a pegada do carbono é uma métrica criada que serve para mensurar a quantidade que cada pessoa, empresa, produtos, etc, produz e emite de gases de efeito estufa, uma espécie de contabilização das emissões diretas e indiretas. Através dessa metodologia, já é possível aferir que o uso da inteligência artificial no cotidiano aumentou a quantidade de emissões de CO₂ na atmosfera e que tende a aumentar nos próximos anos.

A arquitetura da inteligência artificial está desenhada a partir dos algoritmos que executam o programa e efetuam o treinamento de uma enorme quantidade de dados, e para isso demandam uma carga muito grande de energia elétrica, o que é prejudicial para o planeta, pois um número muito elevado de países, tem o fornecimento de energia elétrica oriundo dos combustíveis fósseis.

Sob tais aspectos, a tributação pelos critérios da pegada do carbono da inteligência artificial envolve dois aspectos, conforme Caliendo (2016). O primeiro é pela indução tributária positiva que impõe a adoção de medidas legais que decorrem supressão ou redução do encargo tributário; que consiste em adoção de tecnologias, que levem a neutralidade de emissão de CO₂, como defendem os cientistas em seus estudos. E o segundo é por meio da indução tributária negativa que decorre da extrafiscalidade como instrumento de coerção, para a inobservância à condutas em benefício do meio ambiente (Caliendo, 2016). Ou seja, para os casos de emprego de tecnologias tais como a *deep learning*, que reivindicam um exercício de tentativa e erro, isto é, que o processo é iniciado diversas vezes, conforme repudia a pesquisadora Emma Strubell, há um percentual elevado na tributação.

Tais medidas se justificam pelo fato de que, no caso da tributação da pegada do carbono da IA, o princípio do poluidor pagador, atribui ao imposto uma função que ultrapassa a arrecadação. Em outras palavras, a incidência do tributo recai pelo ônus da responsabi-

lidade dos prejuízos causados à sociedade em geral, que arcará com as consequências das emissões.

Logo, pelo critério de aferição da pegada do carbono da inteligência artificial, para fins de incidência do tributo, as etapas de criação da tecnologia, o qual tem maior nível de emissão de CO₂, é a etapa do treinamento, que consome mais energia, pois é a fase em que há o processamento da aprendizagem do programa.

Neste caso, se justifica uma alíquota progressiva do imposto, que alcançaria seu ápice em termos de alíquota, quando fosse constatado um grande consumo de energia, por meio da Eficiência do Uso de Energia (PUE, na sigla em inglês).

A respeito da gradação na tributação, Caliendo (2016) escreve, que a cobrança de tributos verde, nessas situações, caracteriza um remédio de comando e controle, em que um modelo de conduta, também exige que haja a internalização dos impactos causados nas extremidades do sistema ambiental, impondo a uma atividade alíquotas mais elevadas que outra atividade. Observa-se, que a internalização dos custos dos prejuízos causados pelo grande consumo de energia, dos servidores, que processam os algoritmos da inteligência artificial, se dá pela aferição da eficiência do uso da energia.

Sendo assim, a extrafiscalidade implementa os critérios da métrica da pegada do carbono, principalmente no que tange as emissões de gases da inteligência artificial, e com isso é possível aferir que a incorporação da inteligência artificial sem estratégia ambiental, pode gerar prejuízos a toda herança antropogênica, o qual consiste em distribuir a responsabilidade para todas as nações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo Neves (2014), a medida em que a sociedade evolui os problemas aumentam, surge a necessidade dos diversos sistemas da sociedade criarem uma conexão com o seu entorno, para que sejam capazes de adaptar-se com as transformações da ordem social.

A partir da metodologia da pegada de carbono, é possível mensurar a quantidade de emissões de gases de efeito estufa que cada pessoa, empresa, processo industrial, consumo etc.

O Acordo de Paris (2015), estabeleceu como meta até o ano de 2030 a redução das emissões de CO₂, obrigando os Estados a elaborarem políticas públicas e tributárias para o processo de descarbonização.

A inteligência artificial, por sua vez, se tornou a principal ferramenta de expansão e desenvolvimento econômico das nações. Porém, a sua disseminação no cotidiano está contribuindo para o aquecimento global, decorrente do elevado número de emissões de CO₂ na atmosfera.

Nesse sentido, a inteligência artificial ganhou especial atenção, pela sua potencial capacidade poluidora, conforme os estudos científicos apontaram, através do consumo energético oriundo de fontes de combustíveis fósseis.

A partir da pegada do carbono da inteligência artificial, é possível aferir a quantidade de emissor de gases nocivos na atmosfera. E em decorrência do impacto sofrido, tem-se a hipótese de instituir um tributo, baseado na extrafiscalidade e o princípio do poluidor pagador, que incorpora ao sujeito causador do dano a responsabilidade pelos prejuízos sofridos pelo meio ambiente.

Dentro desta hipótese os critérios contidos na pegada do carbono da inteligência artificial, permitem duas respectivas medidas legislativas: indução tributária positiva, que consiste na redução ou supressão do imposto, pela adoção de tecnologias, que levem a neutralidade de emissão de CO₂ e através da indução tributária negativa que decorre da extrafiscalidade como instrumento de responsabilização do agente causador do dano, aplicáveis para os casos de emprego de tecnologias tais como a *deep learning*, que reivindicam um exercício de tentativa e erro, isto é, que o processo é iniciado diversas vezes, permitindo a progressividade no caso do consumo direto, pois o próprio Estado Democrático de Direito mais objetivo na sua existência. À sombra dessas novas transformações que a sociedade vem sofrendo é que cabe buscar novos arranjos tributários para questões em que o próprio sistema jurídico não analisou (Unger, 1999), sem dispensar o crescimento econômico e tecnológico das nações.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Monique Cerqueira; MEDEIROS, Diego Lima; COHIM, Eduardo. Desempenho energético e pegada de carbono de um sistema de esgotamento sanitário centralizado no nordeste brasileiro. **Eng. Sanit. Ambient.** v. 27, n. 1, p. 205-221, jan./fev. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/jf9fZs9d6f9hWMJvwbNWbWz/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 29 out. 2023.

- BECKER, Alfredo Augusto. **Teoria geral do direito tributário**. São Paulo: Noeses, 2010.
- BLAKE, Hudson. **Constitutions and the Commons: The Impact of Federal Governance on Local, National, and Global Resource Management** (Resources for the Future). Washington: RFF Press, 2017.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 28 out. 2023.
- CALIENDO, Paulo. Extrafiscalidade ambiental e o incentivo às energias renováveis. In: CALIENDO, Paulo; CAVALCANTE, Denise Lucena (orgs.). **Tributação Ambiental e Energias Renováveis**. Porto Alegre: Editora Fi, 2016. p. 11-33.
- CALIENDO, Paulo; RAMMÊ, Rogério; MUNIZ, Veyzon. Tributação e sustentabilidade ambiental: a extrafiscalidade como instrumento de proteção do meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, v. 76, p. 471-491, out./dez. 2014.
- COELHO, Joana. O que é globalização e suas consequências? **eCycle**. 2023. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/globalizacao/>. Acesso em: 28 out. 2023.
- CULPAN, Tim. Bitcoin's Dirty History Offers a Lesson for AI's Future. **VettaFi Advisor Perspectives**, 28 ago. 2023. Disponível em: <https://www.advisorperspectives.com/articles/2023/08/28/bitcoin-dirty-history-offers-lesson-ai-future>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- DATABRICKS. **Perspectiva de dados + IA 2023**. Fornecido pelo Databricks Lakehouse. Disponível em: <https://www.databricks.com/sites/default/files/2023-08/state-of-data-report-final-version-pt-br.pdf>. Acesso em: 28. out. 2023.
- ENGIE. **Transição energética**, 2 ago. 2022. Disponível em: <https://www.alemdaenergia.engie.com.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-a-pegada-de-carbono/>. Acesso em: 29 out. 2023.
- FREITAS, Juarez. O tributo e o desenvolvimento sustentável. **Revista Novos Estudos Jurídicos – Eletrônica**, v. 21, n. 3, p. 825-845, set./dez. 2016. Disponível em: https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11500/2/O_TRIBUTO_E_O_DESENVOLVIMENTO_SUSTENTAVEL.pdf. Acesso em: 31 out. 2023.

- GUITARRARA, Paloma. Degradação Ambiental. O que é, causas, efeitos. **Brasil Escola**, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://brasile斯科 la.uol.com.br/geografia/degradação-ambiental.htm>. Acesso em: 28 out. 2023.
- KAUFMAN, Dora. Consumo de energia e emissão de CO2 dos algoritmos de inteligência artificial: como evitar uma catástrofe climática. **Época Negócios**, Rio de Janeiro, 18 dez. 2020. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/colunas/IAgora/noticia/2020/12/consumo-de-energia-e-emissao-de-co2-dos-algoritmos-de-inteligencia-artificial-como-evitar-uma-catastrofe-climatica.html>. Acesso em: 29 out. 2023.
- INSPER. Treinamento de Inteligência Artificial deixa pegada de carbono profunda. **Insper**, São Paulo, 4 jul. 2023. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/noticias/treinamento-de-inteligencia-artificial-deixa-pegada-de-carbono-profunda/>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- L'OFFICIEL HOMMES BRASIL. Cientistas afirmam que o tempo está passando mais rápido. **L'Officiel Hommes Brasil**. 9 ago. 2022 Disponível em: <https://www.revistalofficiel.com.br/hommes/cientistas-afirmam-que-o-tempo-esta-realmente-mais-rapido>. Acesso em: 26 out. 2023.
- MARINHO, André. OCDE: descarbonização da economia demandará precificação da emissão de carbono. **CNN Brasil**, São Paulo, 8 fev. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/ocde-descarbonizacao-da-economia-demandara-precificacao-da-emissao-de-carbono/>. Acesso em: 30 out. 2023.
- NEVES, Marcelo. (Não) Solucionando problemas constitucionais: transconstitucionalismo além de colisões. **Lua Nova**, São Paulo, v. 93, p. 201-232, dez. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ln/a/MrhW55tXvNwHyZb4jWK6shB/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 31 out. 2023.
- OST, François. **O Tempo do direito**. Tradução Elcio Fernandes. São Paulo: Sagrado Coração, 2005.
- PRÊMIO Nobel de Física: o que é o entrelaçamento quântico. **CNN Brasil**, São Paulo, 4 out. 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-63138333>. Acesso em: 30 out. 2023.

- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **O PNUMA em 2021**. United Nations Environment Programme, 2022 Disponível em: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37946/UNEP_AR2021_PT.pdf. Acesso em: 28 out. 2023.
- PERALTA, Carlos E. Tributação ambiental no Brasil: Reflexões para esverdear o Sistema Tributário Brasileiro. **RFPTD**, v. 3, n.3, 2015.
- ROLNICK, David *et al.* Tackling Climate Change with Machine Learning. **ACM Computing Surveys**, v. 55, n. 2, article n. 42, p 1-96, fev. 2022. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3485128#Bib0591>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- RUHL, J. B.; SALZMAN, James. What happens when the Green New Deal meets the old green laws? **Vermont Law Review**, v. 44, p. 693-791. 4 fev. 2020, Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3531895>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- SACHS, Jeffrey D. **A Era do Desenvolvimento Sustentável**. Lisboa: Actual, 2017.
- SHAFFER, Gregory. Transnational legal process and state change. **Law & Social Inquiry**, v. 37, n. 2, p. 229-264, 2012.
- UNGER, Roberto Mangabeira. **Democracia realizada**: a alternativa progressista. São Paulo: Boitempo, 1999.
- UNIÃO EUROPEIA (UE). Redução das emissões de carbono: metas e iniciativas da União Europeia. **Temas Parlamento Europeu**, Bruxelas, 8 mar. 2018. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20180305STO99003/reducao-das-emissoes-de-carbono-metas-e-iniciativas-da-ue>. Acesso: 2 jan. 2024.