

## **A EMISSÃO DOS GASES DO EFEITO ESTUFA PELA AVIAÇÃO CIVIL: ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DA ADOÇÃO DE PLANOS DE AÇÃO PELO SETOR**

**RESUMO:** Um dos maiores dilemas da Aviação Civil atualmente é a emissão dos gases do efeito estufa (GEE's) intensificada pelas suas atividades, que geram externalidades negativas em relação ao meio ambiente – embora sejam de caráter econômico. Portanto, o presente artigo buscará sintetizar a atuação da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) na mitigação dos gases do efeito estufa (GEE's) vinculados ao setor, destacando os principais mecanismos, especificamente o Plano de Ação da ANAC, para tal prática. Por conseguinte, será construída uma narrativa sobre o Plano de Ação para a mitigação dos GEE's, ressaltando a importância do engajamento dos agentes e servidores no fomento do plano, inclusive, estimando como a adoção da responsividade no setor promoveria melhores resultados. O estudo teve como metodologia a revisão de literatura e o método dedutivo para a efetivação das análises, objetivando trazer elementos indispensáveis para a compreensão da importância do comprometimento da Aviação Civil para a preservação do meio ambiente e dos impactos da falta desta intervenção, sobretudo com o apoio de lideranças do regime interno da ANAC durante as pesquisas desenvolvidas.

**Palavras-chave:** Aviação; Efeito estufa; Meio-ambiente; Regulação-Responsiva.

**ABSTRACT:** Nowadays one of the biggest dilemmas for the Civil Aviation is the greenhouse-gas emissions's increasement by their activities, which stimulate negative externalities regarding the environment – even though it's feature is very economic. Thus, the present article long for synthesize the ANAC-National Civil Aviation Agency's role in the mitigation of greenhouse-gases connected to the respective sector, emphasizing the meaningful mechanisms to achieve their major sustentable goals, specially the ANAC's Action Plan. Thereby, a narrative about the Action Plan as a pathway to mitigate the greenhouse-gases is going to be developed, highlighting the significance of aviation's agents to collaborate with the plan's progress, also, estimating how the adoption of a reponsive regulation in the sector would promote better results. The present study used as methodology the literacture revision plus deductive method to understand the important aviation's commitment with enviromental preservation and the impacts of a non-intervention - especially with the support of leadership within the internal ANAC regime during the conducted research.

**Keywords:** Aviation; Environment; Greenhouse-gas; Responsive-Regulation.

# SUMÁRIO

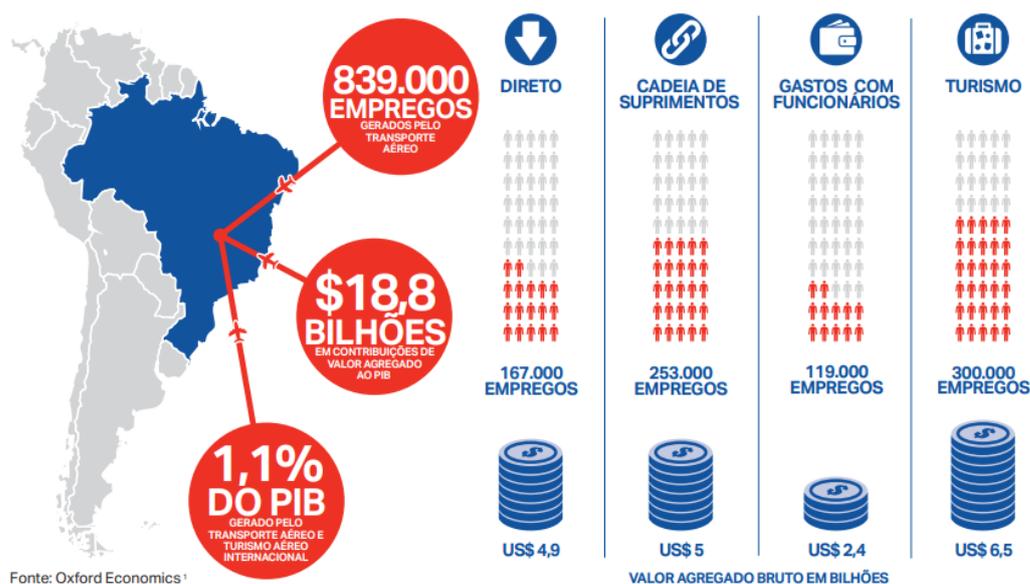
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. AVIAÇÃO CIVIL E MEIO AMBIENTE: EXTERNALIDADES .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Externalidades: Definição.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. As atividades da Aviação Civil e suas externalidades .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3. A emissão dos gases do efeito estufa pela aviação civil: Estatísticas.....</b>	<b>6</b>
<b>3. PLANO DE AÇÃO: ANAC X EFEITO ESTUFA .....</b>	<b>9</b>
<b>4. REGULAÇÃO RESPONSIVA .....</b>	<b>11</b>
<b>4.1. ANAC: Regulação Responsiva .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2. Regulação responsiva no Plano de Ação da ANAC.....</b>	<b>13</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>14</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>17</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A aviação civil desempenha um papel de extrema importância na economia brasileira e na vida dos cidadãos. Esse meio de transporte não apenas conecta o país, mas também promove a integração regional, torna-se fundamental para os negócios, impulsiona o desenvolvimento completo do turismo nacional e viabiliza a dinâmica da economia brasileira como um todo. Adicionalmente, a acessibilidade a regiões isoladas muitas vezes é viabilizada somente por meio do transporte aéreo, ressaltando a relevância estratégica da aviação civil para conectar segmentos mais remotos do país com a rede nacional de transporte (ANAC, 2013, p. 6, tradução nossa).

De modo geral, a aviação civil é responsável por exercer atividades excepcionais para a mobilização e deslocamento dos cidadãos em diferentes países, sendo importante nacional e internacionalmente. Desse modo, em âmbito nacional, a aviação tem sido, nos últimos anos, grande protagonista no desenvolvimento econômico brasileiro, chegando a ser responsável, em 2019, por cerca de 1,1% do PIB – segundo estudo realizado pela Associação Internacional de Transporte Aéreo (IATA). Ademais, a aviação tem, inclusive, se destacado em termos de contribuição para a geração de empregos no país, chegando a estimular cerca de 839 mil empregos de transporte aéreo e, assim, influenciando 18,8 bilhões em contribuições de valor agregado ao PIB (IATA, 2019).

Figura 1 – Contribuições econômicas da aviação civil.



Fonte: IATA, 2019.

No entanto, ao mesmo tempo em que estas atividades de produção beneficiam a economia do país, esses “bens e serviços econômicos, de forma geral, utilizam o meio ambiente - ar, água, solo – impactando sua capacidade assimilativa acima de sua capacidade de regeneração” (COMUNE; MARQUES, 2001, p. 25), ou seja, intensificam a não preservação do meio ambiente, isso porque toda atividade econômica acaba gerando algum impacto sobre o meio ambiente – algumas mais, outras menos.

Um impacto importante de algumas atividades econômicas sobre o meio ambiente é a emissão de gases causadores do efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o gás metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). O efeito estufa é, basicamente, uma radiação solar que, ao penetrar a atmosfera terrestre, gera instabilidades climáticas, principalmente, de aquecimento, ainda que seja um efeito essencial para a biosfera, sua intensificação é altamente prejudicial (KERR; XAVIER, 2004) para o próprio meio ambiente e a sociedade.

A emissão desses gases é um desdobramento indesejável de algumas atividades econômicas, mas que não costuma ser incorporada nos custos dessas atividades, ou seja, é um custo social, não um custo privado. A custos sociais externos às atividades econômicas, como da emissão de gases causadores do efeito estufa, os economistas chamam de externalidades negativas.

Assim, este estudo visa discutir como o problema da emissão dos gases do efeito estufa relaciona-se com a aviação civil, sobretudo analisando o desempenho e grau de efetividade da ação fiscalizadora da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) em relação ao Plano de ação para redução das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) da respectiva agência - o qual é um mecanismo de mitigação da propagação intensificada e constante dos GEE através das atividades de transporte aéreo.

Além disso, o presente trabalho discorrerá sobre o engajamento dos regulados e servidores da aviação civil nacional para o fomento do Plano de Ação, objetivando explicitar como a implementação da regulação responsiva poderia influenciar maior interesse mútuo para que os atuais impactos das atividades da aviação sob o meio-ambiente sejam revertidos.

Para tanto, o artigo será dividido em 5 (cinco) seções nomeadas como: (1) “Aviação civil e meio ambiente: Externalidades”; (2) “Plano de ação: ANAC X efeito estufa”; (3) “Regulação responsiva”; (4) “Considerações finais” e; (5) “Referências”.

## **2. AVIAÇÃO CIVIL E MEIO AMBIENTE: EXTERNALIDADES**

Nesta seção serão abordados os conceitos de externalidades, explicitando a vinculação destas à emissão dos gases do efeito estufa pela aviação civil brasileira.

### **2.1. Externalidades: Definição**

Ao tratar de externalidades, Ramon Ortiz e Sandro Ferreira (2005, p. 34) destacam que estas são originadas “sempre que a atividade econômica de indivíduos ou organizações gera um subproduto que afeta o bem-estar ou as possibilidades produtivas de outro (s) agente (s) econômico (s) sem a devida compensação”. As externalidades podem ser divididas em duas categorias: positiva (quando são promovidos benefícios para demais agentes econômicos) e negativa (quando são gerados custos excepcionalmente prejudiciais a terceiros).

### **2.2. As atividades da Aviação Civil e suas externalidades**

É notório que as externalidades negativas partem de atividades cujos custos sociais e ambientais não são levados em consideração, como acontece no exemplo do efeito estufa, “visto que a atmosfera abrange todo o planeta, sendo, por conseguinte, um bem público global, esta tem sido exaustivamente explorada e sub-regulamentada” (ANDRADE, 2008, p. 31).

Neste sentido, é lícito mencionar os chamados “*trade-offs*”, que representam o conflito de escolhas em determinadas situações em que agentes econômicos objetivam resolver algum problema, mas acabam acarretando outro. Um exemplo prático desta situação, em âmbito global, é o mercado da aviação civil que nos últimos anos se tornou responsável por grande parte da rotação de capital em todo o mundo, adotando práticas para estimular maior atividade do transporte aéreo.

Tal fato realmente funcionou para impulsionar o desenvolvimento econômico em diferentes localidades e um exemplo que ilustra isso, em contexto nacional, foi que, em 2019, a demanda por transporte aéreo aumentou em 4.5 bilhões, número muito mais expressivo do que no ano de 1960, cujo valor foi de 100 milhões (DING; MAYER, 2021). Em contrapartida, o que foi positivo e benéfico para o crescimento econômico, gerou problemas ambientais e sociais, pois o uso crescente de combustíveis não-renováveis para a execução contínua destas atividades, principalmente de Querosene, tem intensificado cada vez mais as emissões dos gases do efeito estufa, ou seja, é um *trade-off* que vem gerando, assim, externalidades negativas nas últimas décadas.

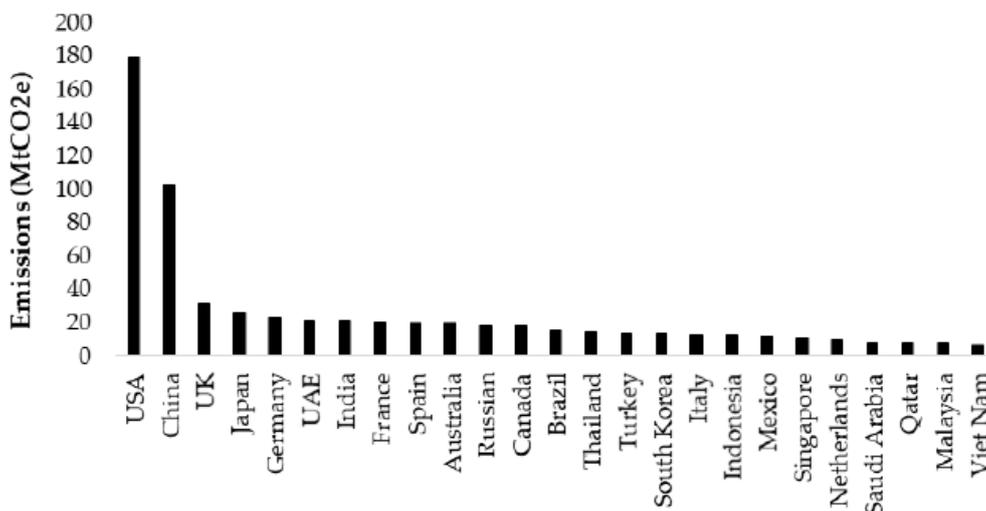
Considerando os impactos já mencionados, é lícito ressaltar que, além das catástrofes direcionadas ao meio ambiente, em termos de saúde, ainda há atividades econômicas responsáveis por gerar externalidades negativas ao instigar a emissão descontrolada dos gases causadores do efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), que acabam prejudicando a saúde pública ao fortalecer vetores de leishmanioses, arboviroses e filaríases, além de mosquitos de doenças como: febre Chikungunya e febre Zika, pois o aumento de temperatura é muito benéfico para eles e alavanca suas capacidades de contaminação (GALATI *et al*, 2015).

Portanto, diante de cenários como este, é comum que o Estado necessite intervir, seja por meio de regulação, como nos casos de abordagem de comando e controle, ou através de medidas de tributação, como os conhecidos impostos verdes - também são considerados regimes de tributação diferenciados que fomentam a adoção de tecnologias mais avançadas e ambientalmente menos prejudiciais. Além disso, como alternativa, existe a possibilidade de criar mecanismos de mercado que possam internalizar os custos externos e o Plano de Ação para a aviação civil, que tem como objetivo reduzir as emissões de gases do efeito estufa, é precisamente um exemplo desse tipo de mecanismo.

### 2.3. A emissão dos gases do efeito estufa pela aviação civil: Estatísticas

A emissão de gases do efeito estufa é uma realidade que tem se agravado nos últimos anos, sendo esta, inclusive, uma das grandes externalidades geradas pelas atividades da aviação civil, que, em 2019, chegou a responder por cerca de 12% das 915 milhões de toneladas das emissões de CO<sub>2</sub>, sendo o Brasil o 13º país mais emissor (DING; MAYER, 2021).

Gráfico 1: Emissões (MtCO<sub>2</sub>e).

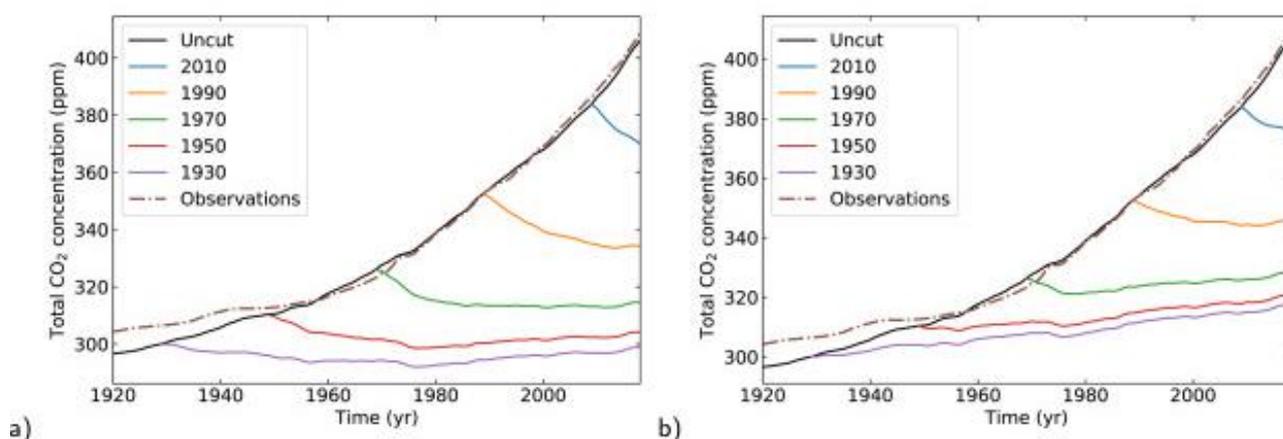


Fonte: Ding e Mayer (2021).

Atualmente há uma crescente preocupação deste setor com as mudanças climáticas, por conta de o efeito estufa estar se tornando uma pauta cada vez mais discutida e importante, sobretudo após a descoberta de que o mercado de aviação responde por cerca de 3,5% do impacto humano sobre o clima (OACI, 2010). Deste modo, a fim de compreender e reverter o cenário atual, é preciso analisar o passado para que, assim, possam ser tomadas melhores decisões sobre o futuro.

Neste sentido, considerando os impactos das atividades econômicas da indústria de aviação civil sob o meio-ambiente, os pesquisadores Simões e Schaeffaer (2005) estudaram a evolução das emissões dos gases do efeito estufa, por este setor, durante o período de 1920 até 2000, em âmbito nacional. O respectivo estudo evidenciou o crescimento contínuo das emissões radioativas, sobretudo de CO<sub>2</sub>, na atmosfera, pois, conforme já abordado anteriormente, essa é uma das consequências da constante busca por crescimento econômico e atropelamento das externalidades negativas que vão sendo impulsionadas – o que já é costume tanto em países desenvolvidos quanto nos que ainda estão se desenvolvendo. Ademais, os gráficos a seguir ilustram exatamente o avanço mútuo entre os anos e as emissões de CO<sub>2</sub> pela aviação civil.

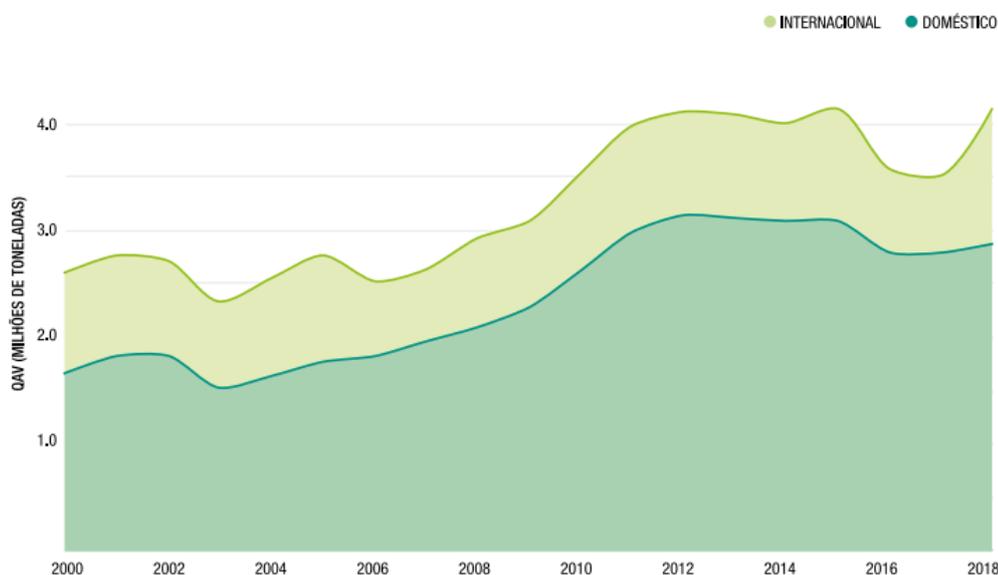
Gráfico 2: Força radioativa de CO<sub>2</sub> da aviação.



Fonte: Ding e Mayer (2021).

Em termos de atualização dos dados, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) registrou a evolução do consumo de Querosene por diversas empresas da área brasileira de aviação, tanto de voos internacionais quanto de voos domésticos, de 2000 até 2018, em que os dados coletados fornecem grandes e importantes informações sobre a participação da aviação civil na crescente emissão dos gases do efeito estufa – fato que se torna nítido a partir da análise da não-linearidade neste gráfico:

Gráfico 3: Evolução do consumo de querosene por empresas áreas brasileiras, voos domésticos e internacionais, 2000 a 2018.



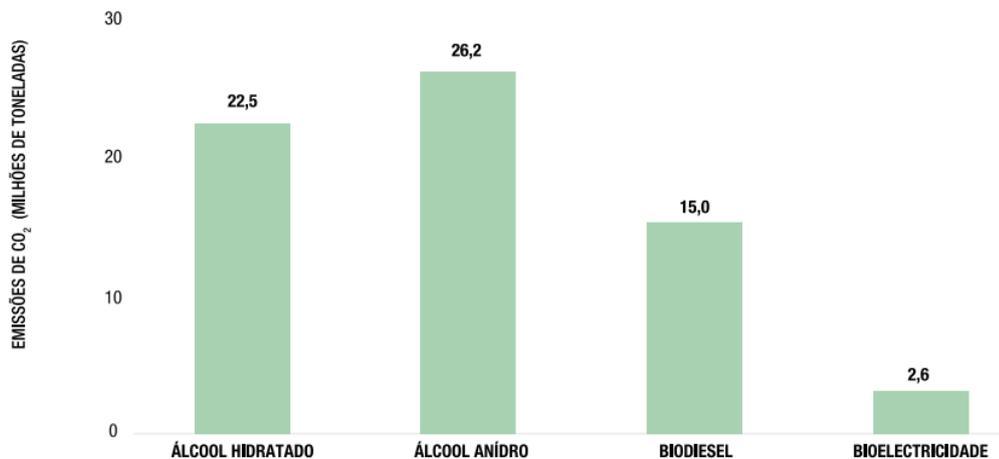
Fonte: ANAC (2019).

Assim, considerando a identificação da continuidade gradativa das emissões de GEE pela aviação civil, houve a intensificação das discussões sobre a mitigação desses gases em diferentes partes do mundo. Nesse sentido, podemos citar como um grande exemplo a resolução A38-18 da Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO), que “solicitou aos Estados para que considerem, evoluam e implementem iniciativas em relação a aos SAFs- Combustíveis Sustentáveis para Aviação” (ICAO, 2013, tradução nossa), objetivando maior engajamento dos líderes da aviação para a introdução de práticas mais sustentáveis em suas atividades, sobretudo pensando na substituição de combustíveis fósseis pelos mais sustentáveis.

Ademais, a iniciativa de inserir os Combustíveis Sustentáveis para Aviação (SAFs) no setor foi impulsionada pela Agência Internacional de Transportes Aéreos (IATA), após a definição dos comprometimentos da indústria em reduzir a emissão de carbono – que pode chegar a -80% através do uso dos SAFs (IATA, 2018).

Deste modo, a adoção de novos mecanismos para o alcance da mitigação dos GEEs tem ganhado cada vez mais relevância e, conforme divulgado pela ANAC (2019), isso já tem estimulado resultados positivos. Vale ressaltar que já em 2018 muito mais emissões foram evitadas devido a implantação de biocombustíveis nos transportes da aviação, sendo eles: Álcool Hidratado, Ácool Anidro, Biodiesel e Bioeletricidade.

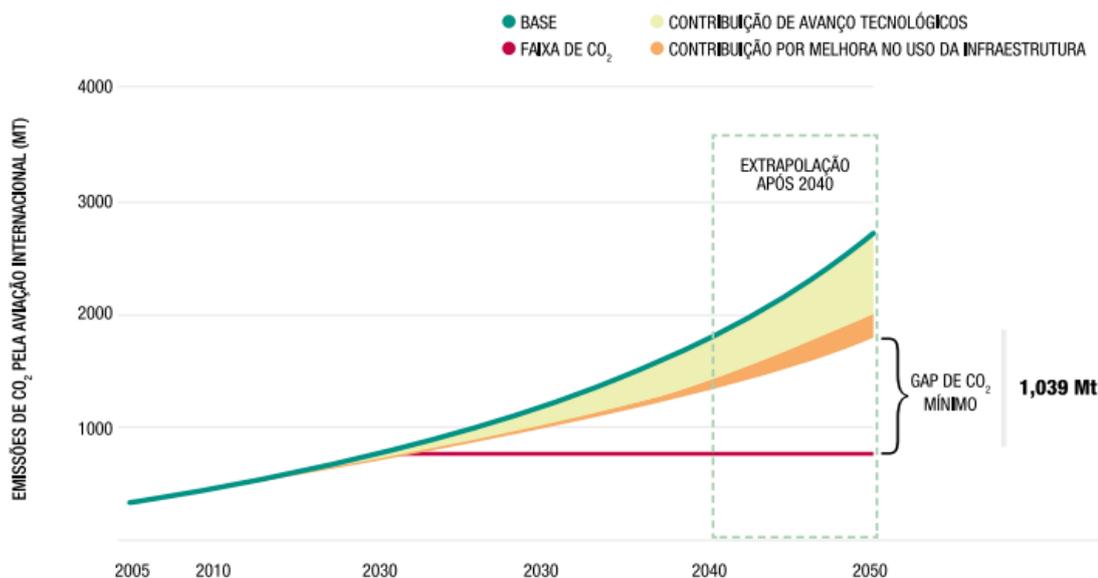
Gráfico 4: Emissões evitadas com biocombustíveis em 2018 – Brasil.



Fonte: ANAC (2019).

No entanto, ainda que haja indícios claros sobre os impactos positivos da adesão de atividades voltadas para maior sustentabilidade no setor de aviação civil, a Agência Nacional de Aviação Civil alerta que a tendência das emissões de CO<sub>2</sub> no setor é aumentar até 2050. Logo, caso o transporte aéreo não passe por transformações em sua usual estrutura e nem esteja alinhado com as metas de sustentabilidade, estima-se que haja uma extrapolação das emissões de CO<sub>2</sub> pela aviação internacional após o ano de 2040, como se observa no seguinte gráfico:

Gráfico 5: Tendências das emissões de CO<sub>2</sub> da aviação civil, de 2005 a 2050.

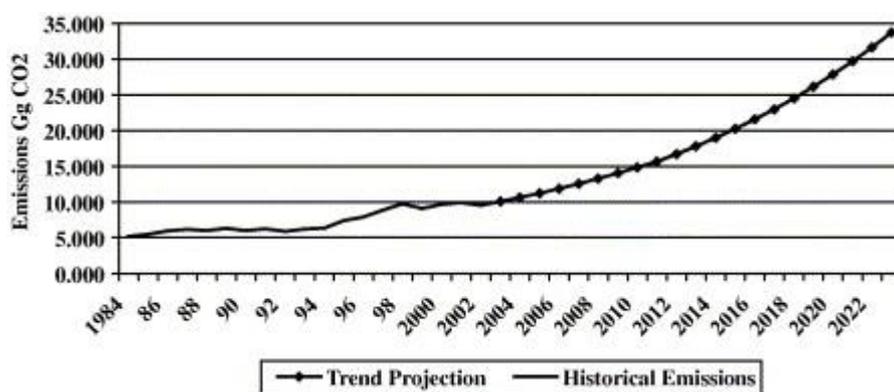


Fonte: ANAC (2019).

### 3. PLANO DE AÇÃO: ANAC X EFEITO ESTUFA

Durante a 37ª Assembleia da International Civil Aviation Organization (ICAO), em que representantes e *stakeholders* da indústria de aviação de diferentes países se reuniram, foi debatido a intensificação da emissão dos gases do efeito estufa em âmbito das atividades de transporte aéreo, destacando os principais parâmetros passíveis de modificações (DING; MAYER, 2021). Ademais, vale mencionar, uma análise estimativa sobre a evolução histórica da emissão de CO<sub>2</sub>, pelo setor, desde 1984 até 2022 – cujo gráfico ilustra o motivo da preocupação dos líderes da aviação em relação aos padrões que as atividades costumam seguir (SIMÕES; SCHAEFFER, 2005).

Gráfico 6: Histórico de emissões de CO<sub>2</sub> da aviação civil.



Fonte: Simões e Schaeffer (2005).

Tendo em vista os dilemas enfrentados, observou-se a estruturação da falta de ação coletiva, ou seja, que embora os efeitos nocivos da emissão dos gases do efeito estufa atinja a todos (inclusive a quem contribui para tal), esse custo acaba não sendo tão palpável para quem o estimula, diferentemente do ganho privado que a atividade exercida é capaz de viabilizar, esse sim é de interesse majoritário – o que Hardin (1968) explica indiretamente como a “tragédia dos comuns”.

O setor de aviação é responsável pela emissão de muitos gases do efeito estufa a cada ano e essa emissão depende expressamente dos tipos de combustíveis utilizados nas aeronaves (DING; MAYER, 2021, tradução nossa). Nesse sentido, “voar de maneira mais sustentável não é uma opção: é um compromisso que foi assumido pela indústria global de aviação” (UDOP, 2022, p. 1).

Logo, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) adotou um novo plano de ação para o alcance dos propósitos de maior sustentabilidade no setor objetivando, como alertado na assembleia da ICAO, reduzir a emissão dos gases que têm intensificado as mudanças climáticas, que além de causarem danos ambientais, também prejudicam a saúde populacional. O plano de

ação envolve um compilado de iniciativas para (1) melhorias operacionais, visando menor emissão de GEE através da maior eficiência de operações; (2) gestão de tráfego aéreo, implementando a forma de realizar-se rotas; (3) desenvolvimento tecnológico de aeronaves; fazendo o uso de matérias sustentáveis nas atividades; (4) desenvolvimento de biocombustível para aviação, com a produção/implantação de combustíveis menos poluentes e; (5) aeroportos, estimulando o uso de energia elétrica nos locais de embarque para desacelerar a queima de combustível.

Atualmente o plano de ação já possui quatro edições panorâmicas em relação às emissões de CO<sub>2</sub> pela aviação civil brasileira, as quais são submetidas a cada três anos para a Organização de Aviação Civil Internacional, detalhando a forma que “o Brasil reforça seus compromissos voluntários de eficiência energética, crescimento neutro de carbono e de continuamente aprimorar seus Planos de Ação. Ademais, o país envidará esforços que contribuam para consecução da Visão 2050 da OACI para Combustíveis Sustentáveis de Aviação” (ANAC, 2022, p. 50).

Em termos de resultados, o plano de ação, conforme seus respectivos relatórios apresentam, possui grande potencial para alcançar o maior grau de sustentabilidade já relatada na aviação brasileira., inclusive dialogando com uma resolução, de 2021, da Associação Internacional de Transportes Aéreos (IATA) - representante de cerca de 83% do tráfego aéreo mundial – determinando que as emissões de carbono instigadas pela indústria de aviação civil sejam equivalentes a zero até 2030 (UDOP, 2022).

Nesse sentido, nota-se os efeitos da recomendação da ICAO sobre a importância de diferentes setores da aviação civil global começarem a integrar medidas de mitigação dos GEE's em suas atividades, considerando que a Assembleia encorajou fortemente os Estados membros da ICAO a entregarem seus planos de ação voluntários para o controle da emissão dos gases do efeito estufa (DING; MAYER, 2021).

#### **4. REGULAÇÃO RESPONSIVA**

A regulação responsiva é uma nova metodologia que envolve o desenvolvimento de estratégias que possam ser mais dinâmicas e de instrumentos regulatórios diversificados, objetivando melhor responder às condutas de regulados, no exemplo da Agência Nacional de Aviação Civil, de forma mais justa, portanto alinhada ao grau da infração regulatória.

#### 4.1. ANAC: Regulação Responsiva

A regulação responsiva está incluída no planejamento estratégico da ANAC de 2020 a 2026, sendo pretendida como uma ferramenta de correção de problemas regulatórios identificados, que partem desde o entendimento distorcido do papel da Agência no processo de fiscalização e aplicação de sanções até a insegurança dos julgadores em tomar decisões mais razoáveis.

Assim, a responsividade na agência reguladora visa implementar a cultura organizacional, desta forma “espera-se que a regulação da aviação civil se torne mais efetiva, com resultados positivos para o ambiente regulado e para a sociedade. Para isso, é igualmente essencial fortalecer as relações com o regulado, pautadas, sobretudo, no diálogo e transparência” (ANAC, 2022, p. 23).

Portanto, para atingir-se o que é esperado, é necessário que os agentes da Superintendência de Ação Fiscal estejam dispostos a atuar na orientação de regulados, incentivando a correção de conformidades através da regulação responsiva, não da tradicional política de comando e controle quando não for pertinente.

O comando e controle é o método mais rígido para lidar com infrações gerais (ANAC, 2022), é inegável que este é necessário em múltiplas situações e fortalece os princípios de segurança na aviação, então mesmo com a regulação responsiva, as ações deste tipo continuarão no setor, assim como devem.

O contexto que torna a responsividade relevante no setor, é que o comando e controle, sendo o único método de fiscalização, acaba aplicando punições ríspidas, independentemente da gravidade das irregularidades, sendo muitas vezes ineficaz, o que despertou o questionamento de diversas esferas - que costumam utilizá-lo - de se este seria o melhor meio para impulsionar resultados positivos. É lícito postular que o que gera essa dúvida é a controvérsia entre o objetivo e a prática do comando e controle, pois ao mesmo tempo em que o modelo quer aproximar os regulados da conformidade, ele acaba os afastando com suas medidas muito punitivas em situações incabíveis.

Portanto, para o alcance dos objetivos, é imprescindível que os agentes da Superintendência de Ação Fiscal (SFI) da agência reguladora estejam dispostos a atuar na orientação de regulados, incentivando a correção de conformidades através da regulação responsiva, não da tradicional política de comando e controle, que é vista como um “jogo de gato e rato”, quando não for pertinente – conforme explicitado em *networkings* entre o presente

artigo, representantes da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) e da própria Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

É importante mencionar que há pontos de atenção em relação ao fomento eficaz da regulação responsiva, considerando que o mercado de aviação brasileiro é um oligopólio, sendo constituído por apenas três grandes empresas, mas que dentro destas, duas possuem ainda mais poder frente às atividades de transporte aéreo.

O mercado de aviação em âmbito nacional acaba sendo extremamente competitivo, já que as poucas empresas estão em uma constante disputa por capital e, “no geral, há uma heterogeneidade substancial em como as quotas de mercado se comportam entre as companhias aéreas” (SILVA *et al*, 2022, p. 4, tradução nossa). Logo, é imprescindível que a aviação civil ache mecanismos para assegurar a justa aplicação da regulação responsiva, de modo a influenciar as práticas das respectivas empresas, e não o inverso, em que as empresas “controlam os controladores”.

#### **4.2. Regulação responsiva no Plano de Ação da ANAC**

A regulação responsiva é relativamente nova e demonstra alto potencial de eficiência, eficácia e efetividade para melhor controlar o comportamento dos regulados e, inclusive, levá-los a se engajar em projetos para aprimorar o setor, como, no caso, o plano de ação para mitigação dos gases do efeito estufa (GEE). Outrossim, a responsividade se mostra muito relevante para o plano de redução dos GEE, que é um desafio e, de acordo com Bento (2003, p. 110), “a solução para os novos desafios colocados no âmbito dessa nova regulação exige uma cultura administrativa nova, que deverá ser paulatinamente construída. Nesse sentido, uma ampla regulação prévia pode contaminar de cultura antiga aqueles instrumentos cuja eficácia depende precisamente de uma nova mentalidade”.

Quando falamos de aviação civil é importante ressaltar que não estamos tratando de uma indústria cuja composição é “homogênea”, pois existem colaboradores de diferentes pontas das operações aéreas. Em contexto nacional, existem três principais empresas que destacadamente contribuem para o crescimento monetário através de suas atividades em múltiplos aeroportos, sendo elas: Azul, Gol e Latam – as quais possuem metas bem definidas para reduzir a emissão de gases do efeito estufa através de suas aeronaves e têm instigado a adoção de novas práticas sustentáveis.

Neste sentido, avaliando o interesse de algumas empresas em colaborar com a mitigação dos GEE, a ANAC adotou uma medida vinculada a mitigação dos gases do efeito estufa, a qual faz uso da regulação responsiva. A medida refere-se ao programa “Aeroportos Sustentáveis”, fomentado pela primeira vez em 2019, que objetiva fazer com que os aeroportos do país insiram práticas cada vez mais sustentáveis em suas operações. Já em termos dos impactos disso, é plausível mencionar que estes têm sido muito positivos e se destacam em dois aspectos: (1) no salto do número de participantes cumprindo com o plano de adaptação às mudanças climáticas, o qual passou de 4% em 2019 para 55% em 2021 e; (2) na meta de redução de emissões, em que os aeroportos engajados passaram de 26%, em 2019, para 65% em 2021 (ANAC, 2022).

Considerando que “o uso de combustíveis alternados no setor de aviação é muito importante para o abastecimento futuro de aeronaves, devido a dois requisitos: diminuição de dependência de combustíveis fósseis e redução da emissão de gases do efeito estufa” (DING; MAYER, 2021, p. 8, tradução nossa), a ANAC tem incorporado a Política Nacional de Biocombustíveis em seu plano de ação, a qual, conforme a Lei nº 13.576/17 pretende mitigar os GEE por meio da substituição do uso de combustíveis fósseis por combustíveis renováveis, nas aeronaves brasileiras.

Portanto, é notório que a regulação responsiva, embora ainda esteja em estágio “embrionário” no setor, já tem contribuído para a sustentabilidade da aviação civil, considerando a adoção de novas práticas em prol da preservação do meio ambiente. Além disso, a nova estrutura de controle também demonstra grande potencial para padronizar outras ações conforme o plano, como, por exemplo, a utilização de biocombustíveis em vez dos combustíveis fósseis. A regulação responsiva se apresenta como o modelo perfeito para tal situação, pois através de sua implementação é possível utilizar diversos incentivos para encorajar os regulados a se engajarem ainda mais no projeto.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tendo em vista os fatores abordados, conclui-se que as externalidades negativas resultam da falta de consideração por parte dos agentes econômicos em relação aos custos sociais externos que suas atividades podem acarretar. Esse aspecto encontra explicação na tragédia dos Comuns de Hardin (1968).

Além disso, foi destacado que a falta de ação coletiva na aviação civil, especialmente por parte dos agentes econômicos, está ligada à má definição dos bens de uso comum e privado.

Isso resulta no uso excessivo, seguido de degradação, dos recursos naturais, como no caso da atmosfera. Considerando esses pontos, conforme já mencionado, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), como agência reguladora, emprega ferramentas de controle para os custos sociais externos. Ela adotou o Plano de Ação para mitigação dos gases do efeito estufa (GEE) do setor como uma alternativa para internalizar cada vez mais essas externalidades.

A falta de conscientização sobre a poluição atmosférica, principalmente devido à exploração inconsciente dos recursos naturais em busca de lucros, é um problema evidente. Segundo a teoria da tragédia dos comuns (Hardin, 1968), os custos gerados por atividades que afetam a sociedade como um todo nem sempre são uma preocupação para os responsáveis por essas atividades. Isso ocorre porque os benefícios privados que tais ações podem trazer são entendidos como mais importantes do que os danos a longo prazo, muitas vezes irreversíveis, causados ao meio ambiente.

Deste modo, a intervenção governamental, através de agências reguladoras como a ANAC, é essencial para internalizar as externalidades negativas, impondo limites à forma como os serviços de transporte aéreo são prestados, uma vez que ações descoordenadas geram custos tanto privados quanto públicos.

No entanto, é destacado que o aumento da demanda no setor de transporte aéreo, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil, apresenta desafios significativos na minimização da poluição do ar, o que intensifica a ocorrência de externalidades negativas, ou seja, custos sociais e ambientais, já que as prioridades do governo nem sempre incluem a preservação da atmosfera terrestre. Conforme Simões e Schaeffer (2005, p. 512) "não há dúvidas de que um dos principais desafios enfrentados pelo setor de transporte aéreo brasileiro, assim como o mundo todo durante o século XXI, é lidar com o aumento inevitável na demanda enquanto minimiza-se a poluição do ar. No caso do Brasil (e outros países em desenvolvimento), esse desafio é ainda maior. Apesar disso, com as principais questões ambientais, proteger a atmosfera terrestre, por exemplo, talvez não esteja no topo de prioridades do governo".

Portanto, os mecanismos de controle sobre as atividades econômicas que impactam direta ou indiretamente o meio ambiente na aviação civil são essenciais para a preservação da biodiversidade. Nesse sentido, a regulação responsiva se mostra mais adequada do que a tradicional política de comando e controle. O protagonismo governamental desempenha um papel indissociável da proteção ambiental, já que as autoridades podem estimular práticas mais sustentáveis em atividades econômicas, formulando acordos e políticas, como planos de ação e

medidas de fiscalização das atividades aéreas, através da intervenção de agências reguladoras como a ANAC.

Por fim, o objetivo deste artigo foi analisar como novas iniciativas mais sustentáveis têm sido incorporadas na aviação civil, principalmente no contexto brasileiro, enfatizando sua importância na redução das emissões intensificadas dos gases do efeito estufa pelo setor. Ademais, o trabalho busca estimular novos estudos sobre essa temática, que ainda é escassamente explorada.

## REFERÊNCIAS

ANAC. **Brazil's Action Plan on the reduction of Greenhouse Gas Emissions from aviation**. Brasília: ANAC, 1º edição, p. 01-43, 2014.

ANAC. **Plano de ação para a redução das emissões de gases de efeito estufa da aviação civil brasileira**. Brasília: ANAC, 2ª edição, p. 01-74, 2016.

ANAC. **Plano de ação para a Redução das Emissões CO2 da Aviação Civil Brasileira**. Brasília: Ministério da Infraestrutura, 3ª edição, p. 01-92, 2019.

ANAC. **Plano de Ação para a Redução das Emissões de CO2 da Aviação Civil Brasileira**. Brasília: Ministério da Infraestrutura, 4ª edição, p. 01-69, 2022.

ANAC. **Regulação Responsiva**. Gov.br: Anac, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/regulacao-responsiva>. Acesso em: 19 set. 2022.

ANDRADE, Eduardo. **Externalidades**. In: BIDERMAN, C.; ARVATE, P. Economia do Setor Público no Brasil. 1ª Edição. Rio de Janeiro, Elsevier, 2005.

BENTO, L.V. **Governança e governabilidade na reforma do Estado**: entre eficiência e democratização. Barueri, SP: Manole, 2003. Pp. 106-114.

BOUCHER, Olivier et al. **On the contribution of global aviation to the CO2 radiative forcing of climate**. Atmospheric Environment, v. 267, p. 118762, 2021.

DING, Zhuoqi; MAYER, Benoit. **Climate Change Mitigation in the Aviation Sector: A Critical Overview of National and International Initiatives**. Web of Science, 2021.

GALATI, Eunice AB et al. **Mudanças climáticas e saúde urbana**. Revista USP, n. 107, p. 79-90, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/download/115116/112820>. Acesso em: 20 jun. 2022.

GALVAO, M. C. B.; PLUYE, P.; RICARTE, I. L. M. **Métodos de pesquisa mistos e revisões de literatura mistas**: conceitos, construção e critérios de avaliação. InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação, v. 8, n. 2, p. 4-24, 2017. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/incid/article/view/121879>. Acesso em: 13 out. 2022.

HARDIN, G. **A tragédia dos comuns** [Tradução: José Roberto Bonifácio]. Science, v. 162, n.º. 3.859, pp. 1243-1248, 1968.

ORTIZ, Ramon; FERREIRA, Sandro. **Externalidades**. In: BIDERMAN, C.; ARVATE, P. Economia do Setor Público no Brasil. 1ª Edição. Rio de Janeiro, Elsevier, 2005.

SILVA, Thiago Christiano *et al.* **The role of network topology in competition and ticket pricing in air transportation: Evidence from Brazil**. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, p. 127602, 2022.

SIMÕES, André Felipe; SCHAEFFER, Roberto. **The Brazilian air transportation sector in the context of global climate change: CO2 emissions and mitigation alternatives**. Energy conversion and management, v. 46, n. 4, p. 501-513, 2005.

UDOP. **Quais são as iniciativas das companhias aéreas para reduzir a emissão de carbono no Brasil?** São Paulo: Udop, 2022. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2022/10/06/quais-sao-as-iniciativas-das-companhias-aereas-para-reduzir-a-emissao-de-carbono-no-brasily.html>. Acesso em: 10 out. 2022.

XAVIER, Maria Emília Rehder; KERR, Américo Sansigolo. **A análise do efeito estufa em textos paradidáticos e periódicos jornalísticos**. Caderno Brasileiro de ensino de Física, v. 21, n. 3, p. 325-349, 2004.