

# Plano de Ação para a Redução das Emissões de CO<sub>2</sub> da Aviação Civil Brasileira

3ª edição



ANO BASE **2018**



# Plano de Ação para a Redução das Emissões de CO<sub>2</sub> da Aviação Civil Brasileira

3ª Edição | Ano Base: 2018

**MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA****Secretaria Nacional de Aviação Civil – SAC**

Endereço: Edifício Montes – EQSW 301/302, Lote 1, Sudoeste  
Brasília – DF – Brazil  
ZIP: 70.673-150

**AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC****Assessoria Internacional**

Endereço: Setor Comercial Sul – Quadra 09 – Lote C  
Edifício Parque Cidade Corporate – Torre A – 4º andar  
Brasília – DF – Brazil  
ZIP: 70.308-200

**Diretor de Políticas Regulatórias – DPR/SAC**

Ricardo Sampaio da Silva Fonseca

**Chefe da Assessoria Internacional – ASINT/ANAC**

Ana Paula Cunha Machado Cavalcante

**Organização e Redação**

Daniel Calçado – ASINT/ANAC  
Gustavo Fleury – DPR/SAC  
Henrique Tavares – ASINT/ANAC  
Jackeline de Oliveira – DPR/SAC  
Rafaela Côrtes – DPR/SAC  
Ricardo Dupont – ASINT/ANAC  
Ricardo Rocha – DPR/SAC  
Rodrigo Padilha – ASINT/ANAC

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Rafael W. Braga

Brasília, dezembro de 2019

As informações contidas nesta publicação refletem parte do conteúdo dos seguintes documentos elaborados pela Organização de Aviação Civil Internacional - OACI: Volume IV do Anexo 16 à Convenção de Chicago (Standard and Recommended Practices – SARPs); e Environmental Technical Manual – ETM. Esses documentos estão disponíveis no endereço eletrônico: <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx>.

O presente documento também se baseia nos seguintes normativos publicados pela ANAC: Resolução nº 496/2018 e Portaria nº 4005/ASSINT/2018.

Os dados apresentados não devem ser divulgados, duplicados nem utilizados no todo ou em parte para qualquer outra finalidade que não seja avaliar a proposta contida neste Plano de Ação. As opiniões expressas nesta publicação são de responsabilidade dos autores e não representam necessariamente a posição do Governo brasileiro.

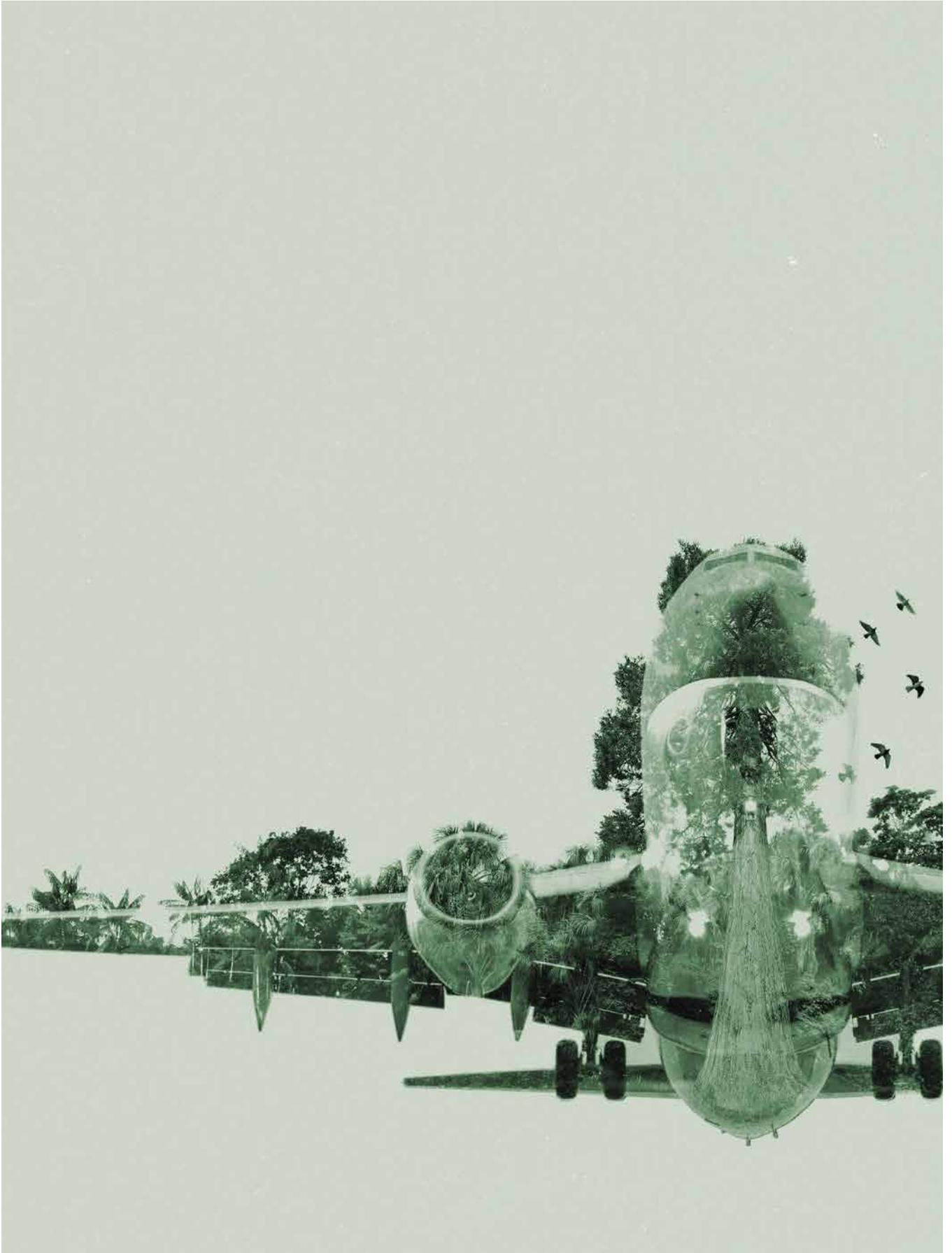
# Plano de Ação para a Redução das Emissões de CO<sub>2</sub> da Aviação Civil Brasileira

3ª Edição | Ano Base: 2018



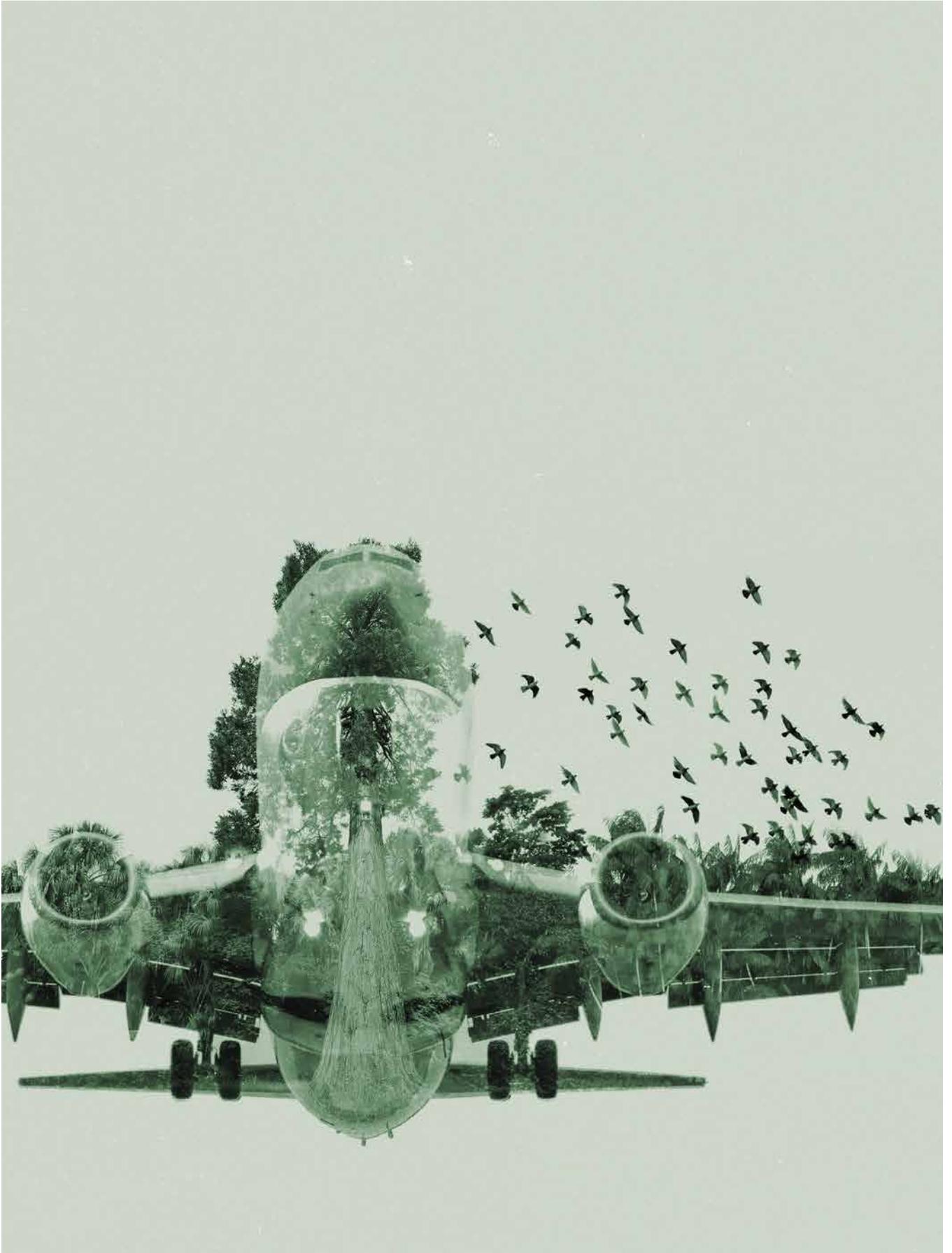
MINISTÉRIO DA  
INFRAESTRUTURA





# Sumário

7	SUMÁRIO executivo	
10	introdução	CAPÍTULO 1
12	AVIAÇÃO CIVIL brasileira	CAPÍTULO 2
24	inventário	CAPÍTULO 3
35	MEDIDAS ADOTADAS PELOS aeroportos brasileiros	CAPÍTULO 4
56	INDÚSTRIA aeronáutica	CAPÍTULO 5
60	COMBUSTÍVEIS alternativos	CAPÍTULO 6
74	MEDIDAS DE mercado	CAPÍTULO 7
81	CONSIDERAÇÕES finais	CAPÍTULO 8
83	DADOS DO inventário	ANEXO



# Sumário Executivo

Plano de Ação para a Redução das Emissões de CO<sub>2</sub> da Aviação Civil Brasileira

Esta é a 3ª Edição do Plano de Ação do Brasil, atualizado e submetido à Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) a cada três anos, de maneira alinhada às recomendações dispostas na Resolução A39-2: Declaração consolidada de políticas e práticas contínuas da OACI relacionadas à proteção ambiental - Mudança Climática. O documento descreve as medidas adotadas pelo Brasil que contribuíram para limitar ou reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> da aviação civil brasileira, ano base 2018.

Além de uma ferramenta para comunicar no âmbito doméstico e internacional o compromisso do setor com o meio ambiente, o Plano de Ação brasileiro é um trabalho contínuo, em constante aprimoramento, e reflete o esforço colaborativo dos múltiplos atores.

No ano de 2018, a Portaria Ministerial nº 514/2018 criou Grupo de Trabalho (GT) com a finalidade de coordenar as atividades para elaboração desta publicação. Composto por representantes da iniciativa pública e privada, o GT institucionalizou o trabalho relacionado à sustentabilidade do setor, bem como criou um

espaço para debates e troca de conhecimentos, os quais contribuíram para a discussão de políticas e diretrizes adequadas às especificidades da aviação civil nacional.

A estimativa das emissões evitadas em decorrência da adoção das medidas de mitigação foi a principal evolução desta versão em relação às anteriores.

Ademais, as duas primeiras edições do documento seguiram as orientações do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC) para definição de voos internacionais. De acordo com essas orientações, os Planos de Ação anteriores reportaram as emissões de voos internacionais com origem em aeródromos localizados no Brasil, operados por empresas brasileiras e estrangeiras (**critério “país de origem”**).

Com a entrada em vigor do *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation* (CORSIA), este Plano de Ação adota a metodologia proposta pela OACI e reporta as emissões de voos internacionais operados por aeronaves registradas no Brasil (**critério “País de**

**registro**”). Assim, a atual metodologia considera apenas os voos internacionais operados por empresas aéreas **brasileiras com origem ou destino** no Brasil.

Embora a maioria das medidas de mitigação adotadas afetem tanto operações domésticas quanto internacionais, buscou-se segregar os dados dos dois mercados. Os capítulos 4 a 7 descrevem diversas iniciativas em andamento no âmbito doméstico que representam benefícios adicionais aos objetivos aspiracionais da OACI.

## Melhorias operacionais

De 2016 a 2018, as medidas adotadas pelas empresas aéreas brasileiras para aumentar a eficiência operacional promoveram redução de emissões equivalente à 1.770.828 toneladas de CO<sub>2</sub> em operações domésticas e internacionais. Essas ações incluem minimização do peso, minimização de uso dos flapes no pouso e na decolagem, minimização do uso de reversores, e-taxiamento, taxiamento com um único motor, lavagem de motores e zonal dryer.

## Gestão do Tráfego Aéreo

O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), subordinado ao Comando da Aeronáutica, é a organização responsável pelo controle do espaço aéreo brasileiro, provedora dos serviços de navegação aérea que viabilizam os voos e a ordenação dos fluxos de tráfego aéreo no país. As melhorias implementadas pelo

DECEA na gestão do tráfego aéreo entre 2016 e 2018 representaram 1.808.945 toneladas de CO<sub>2</sub> que deixaram de ser emitidas na atmosfera.

## Melhorias na Infraestrutura Aeroportuária

O programa brasileiro de concessões aeroportuárias promove agilidade para adequação da capacidade disponível frente ao crescimento da demanda. Assim, evita-se gargalos, reduz-se congestionamentos e o tempo de espera para pousos e decolagens, o que diminui a queima desnecessária de combustível.

No âmbito doméstico, os aeroportos brasileiros adotam diversas medidas que reduzem emissões, como a substituição da iluminação tradicional por lâmpadas LED, utilização de fontes alternativas de geração de energia, redução da distância percorrida pelos equipamentos de apoio em solo e veículos em terra operados por biocombustíveis. Estas medidas estão descritas no Capítulo 4. Embora não tenha sido possível estimar o impacto de todas as ações adotadas, calcula-se que ao menos 8.250 toneladas de CO<sub>2</sub> deixaram de ser emitidas entre 2016 e 2018 em decorrência de boas práticas adotadas pelos aeroportos.

## Desenvolvimento Tecnológico de Aeronaves

O desenvolvimento tecnológico de aeronaves, como melhorias aerodinâmicas, eficiência de motores e uso de materiais

mais leves, contribuem para melhoria da eficiência energética das operações aéreas. O Capítulo 5 deste documento descreve as iniciativas da Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (Embraer) relacionadas à pesquisa e inovação, especialmente para o desenvolvimento de aeronaves com menor consumo de combustível. A empresa também possui projetos de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias relacionadas a combustíveis sustentáveis de aviação.

## Combustíveis Sustentáveis de Aviação

O Brasil conta com grande experiência no setor de biocombustíveis, especialmente com o etanol e o biodiesel.

As características climáticas e territoriais favoráveis tornam o desenvolvimento dessa cadeia produtiva um importante pilar socioeconômico para o país. No setor de transportes, a necessidade de ganhos de eficiência conjuga-se com os objetivos de segurança energética e de redução das emissões, gerando incentivos substanciais à substituição de fontes de energia.

O Brasil apoia a Visão 2050 da OACI<sup>1</sup> para combustíveis sustentáveis de aviação e

entende que a implantação de uma nova matriz energética é estratégica para o setor aéreo, tendo em vista se tratar da única medida com potencial para neutralizar as emissões na fonte no longo prazo.

## Medidas de Mercado

Tendo em vista a ausência de oferta de combustíveis sustentáveis de aviação em escala comercial no curto prazo, as medidas internas ao setor não serão suficientes para estabilizar suas emissões a partir de 2020, conforme compromisso assumido pelos Estados membros da OACI. Dessa forma, a Assembleia da OACI adotou o CORSIA como medida transitória e complementar às ações de mitigação internas à aviação.

O Brasil já regulamentou as primeiras obrigações relacionadas ao monitoramento, reporte e verificação – MRV das emissões de operações internacionais, por meio da Resolução ANAC nº 496/2018 e da Portaria nº 4.005/ASINT/2018. Com a entrada em vigor do CORSIA no Brasil, estima-se que mais de 9 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> serão compensados pelas empresas aéreas brasileiras até 2035.

---

1 A Segunda Conferência da OACI em Combustíveis Alternativos de Aviação, realizada em 2017, endossou a Visão 2050 da OACI para combustíveis sustentáveis de aviação como uma trajetória aspiracional e convida os Estados, indústria e outras partes interessadas, para que uma proporção significativa de combustíveis convencionais de aviação seja substituída por combustíveis de aviação sustentáveis até 2050, de forma que a aviação civil internacional reduza significativamente as emissões de carbono.

# Introdução

O transporte aéreo tem sido um importante fator de suporte à globalização e o meio de integração nacional por excelência em países com dimensões continentais como o Brasil. Nos últimos 30 anos, a aviação civil brasileira passou por um processo gradual de desregulamentação que contribuiu para que o setor respondesse rapidamente à mudança de perfil socioeconômico do país, o que permitiu a inclusão de mais de 80 milhões de usuários ao modal.

Este movimento de liberalização estende-se aos principais aspectos estruturais de uma aviação forte: livre determinação de preços e oferta; acordos internacionais amplos e flexíveis; infraestrutura aeroportuária adequada; e diversificação das fontes de financiamento para as empresas aéreas. Esse arcabouço regulatório transformou o Brasil em um dos países mais abertos do mundo para investimentos estrangeiros em transporte aéreo.

Hoje o Brasil detém um dos maiores mercados domésticos de transporte aéreo do mundo com mais de 93,6 milhões de passageiros transportados em 2018. Estudos de projeção de demanda indicam que em

2033 o número de passageiros transportados pode mais que dobrar<sup>2</sup>. A política setorial preza para que todo esse potencial se realize de maneira social e ambientalmente responsável.

No âmbito nacional, conforme Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) apresentada às Nações Unidas, o Brasil se comprometeu a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37%, em 2025, e indicou subsequente redução de 43%, em 2030. Trata-se de metas absolutas, em relação ao ano-base 2005, que revelam a dimensão do desafio de mitigação à frente: ao mesmo tempo em que representam uma progressão em relação às ações atuais, se reconhece que as emissões crescerão com vistas a atender necessidades sociais e de desenvolvimento.

Apesar de não definir metas setoriais específicas, o anexo à NDC brasileira esclarece que se pretende aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética nacional por meio da expansão do consumo de biocombustíveis, inclusive

---

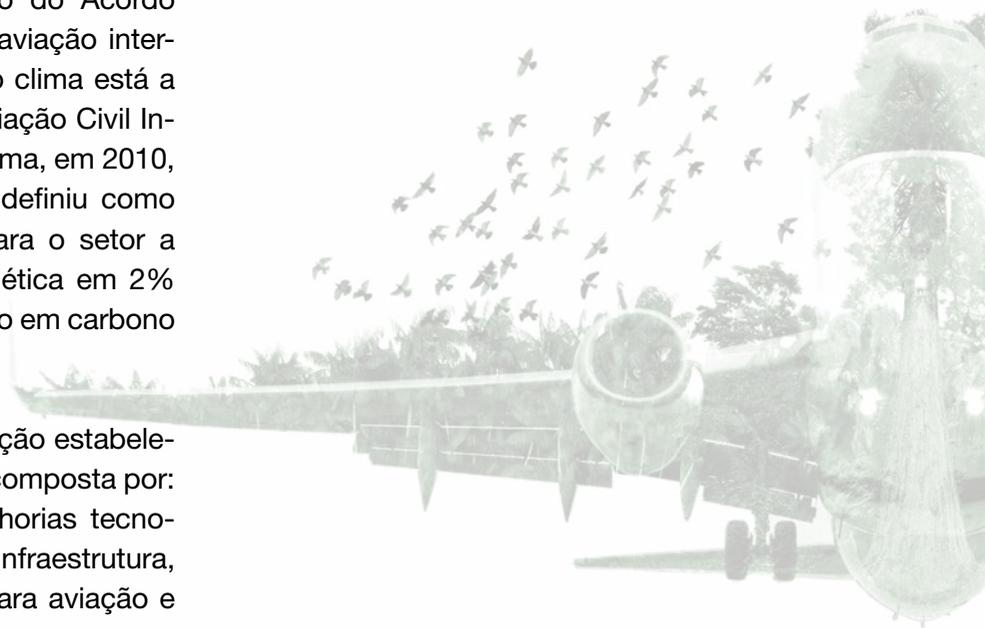
<sup>2</sup> Fonte: Plano Aeroviário Nacional.

a parcela de biocombustíveis avançados (segunda geração). Especificamente em relação ao setor de transportes, o documento ressalta a promoção de medidas de eficiência, melhorias na infraestrutura de transportes e no transporte público em áreas urbanas.

Enquanto as emissões da aviação doméstica são tratadas no âmbito do Acordo de Paris, a contribuição da aviação internacional para a mudança do clima está a cargo da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI). Dessa forma, em 2010, a 37ª Assembleia da OACI definiu como metas globais desejáveis para o setor a melhoria da eficiência energética em 2% ao ano e o crescimento neutro em carbono a partir de 2020.

Para alcançá-las, a Organização estabeleceu uma cesta de medidas, composta por: melhorias operacionais, melhorias tecnológicas, investimentos em infraestrutura, combustíveis sustentáveis para aviação e medidas de mercado.

É nesse contexto que este Plano de Ação busca apresentar um retrato do setor aéreo brasileiro, seu impacto na mudança do clima e as principais medidas de mitigação - em curso e planejadas - para lidar com as emissões.



# Aviação civil brasileira

## Panorama da indústria brasileira de aviação

O Código Brasileiro de Aeronáutica - CBA (Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986) é o principal dispositivo legal da aviação civil brasileira. Atualmente, há diversas propostas de reforma do CBA em tramitação no Congresso Nacional – tanto no Senado como na Câmara dos Deputados – devido a uma clara percepção de que determinadas regras dificultam o desenvolvimento da aviação civil no Brasil e precisam ser alteradas, especialmente por se tratar de uma lei de mais de 30 anos.

Não obstante, diversos avanços foram obtidos nas últimas décadas no sentido de promover uma liberalização do transporte aéreo no Brasil. Em 1991 foram abolidas regras de 1975 que dividiam o Brasil em regiões que poderiam ser exploradas por apenas uma empresa aérea cada, o que permitiu a entrada de novas empresas em linhas aéreas regionais. Dez anos depois, em 2001, foi instituído o regime de liberdade tarifária, que retirava do Poder Público a capacidade de definir tarifas aéreas no mercado doméstico. Em 2008, foi a vez de semelhante política para o transporte aéreo entre o Brasil e

América do Sul, posteriormente estendida a todo o mercado internacional.

Outro avanço importante obtido na década passada foi a criação, em 2006, da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), um órgão civil em substituição ao Departamento de Aviação Civil (DAC), órgão militar que integrava o antigo Ministério da Aeronáutica, hoje pertencente ao Ministério da Defesa.

Com a criação da Secretaria de Aviação Civil da Presidência da República (SAC/PR), em 2011, com status de Ministério, a aviação civil brasileira passou a ter um comando exclusivamente civil – característica que se mantém atualmente no âmbito do Ministério da Infraestrutura (MInfra). Tem-se hoje, portanto, um cenário em que o MInfra é responsável pelas políticas públicas relativas à aviação civil e a ANAC detém competência para regular e fiscalizar as atividades do setor. Políticas públicas e regulação relativas à infraestrutura aeronáutica e controle do espaço aéreo são executadas pelo Comando da Aeronáutica, órgão militar pertencente ao Mi-

nistério da Defesa, sempre em articulação com as referidas entidades civis.

Outra importante medida, refere-se ao processo de concessão de aeroportos da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero) para a iniciativa privada. Iniciado em 2011 com a concessão do Aeroporto de São Gonçalo do Amarante, próximo a Natal/RN, há, decorrente desse processo, 10 aeroportos já administrados pela iniciativa privada, além de outros 12 já leiloados. Tal medida tem possibilitado o aumento da concorrência e da qualidade na prestação de serviços aeroportuários, com significativos benefícios para os passageiros – maior conforto, rapidez, eficiência e opções de compras e serviços em lojas nos aeroportos.

Recentemente, o Brasil tornou-se um dos maiores mercados a permitir 100% de investimento estrangeiro em suas empresas aéreas, sem nenhuma diferença regulatória em relação às aéreas de propriedade de cidadãos brasileiros. O setor aéreo nacional está aberto a investidores que percebam seu potencial, independentemente da nacionalidade.

Como pode-se perceber, o Brasil abandonou um paradigma em que o Estado regulava fortemente a atividade de agentes privados no transporte aéreo e atuava diretamente na prestação de serviços aéreos. Em seu lugar, adotou um modelo em que cabe ao Estado regular e fiscalizar aspectos essenciais, como a segurança operacional, sem adentrar em questões como quantidade ofertada, preços, rotas.

## Dados do transporte aéreo no Brasil

O Brasil possui atualmente 578<sup>3</sup> aeródromos públicos (dados de agosto de 2019) – desde infraestruturas mais simples com apenas pistas de pouso e decolagem até grandes aeroportos. Conforme a legislação federal, o “aeródromo público” é aberto ao tráfego comercial de aeronaves. Esse conceito distingue-se do termo “aeródromo privado”, no qual é vedada a exploração comercial. Nesse sentido, aeroportos concedidos à iniciativa privada são considerados aeródromos públicos.

**TABELA 1. AERÓDROMOS POR REGIÃO - AGOSTO DE 2019.**

Região	Quantidade de aeródromos	Participação
Sudeste	171	29.6%
Nordeste	134	23.2%
Sul	112	19.4%
Norte	81	14.0%
Centro-Oeste	80	13.8%
<b>TOTAL</b>	<b>578</b>	<b>100%</b>

FORNTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC.

O Gráfico 1 apresenta a quantidade de aeroportos e rotas com voos domésticos regulares entre janeiro de 1999 a junho de 2019. Percebe-se uma queda acentuada na quantidade de aeroportos com voos regulares entre 1999 e 2003. A partir de 2009, um fenômeno relevante na dinâmica do transporte aéreo pode ser observado: o crescimento da quantidade de rotas ainda

3 Fonte: Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC.

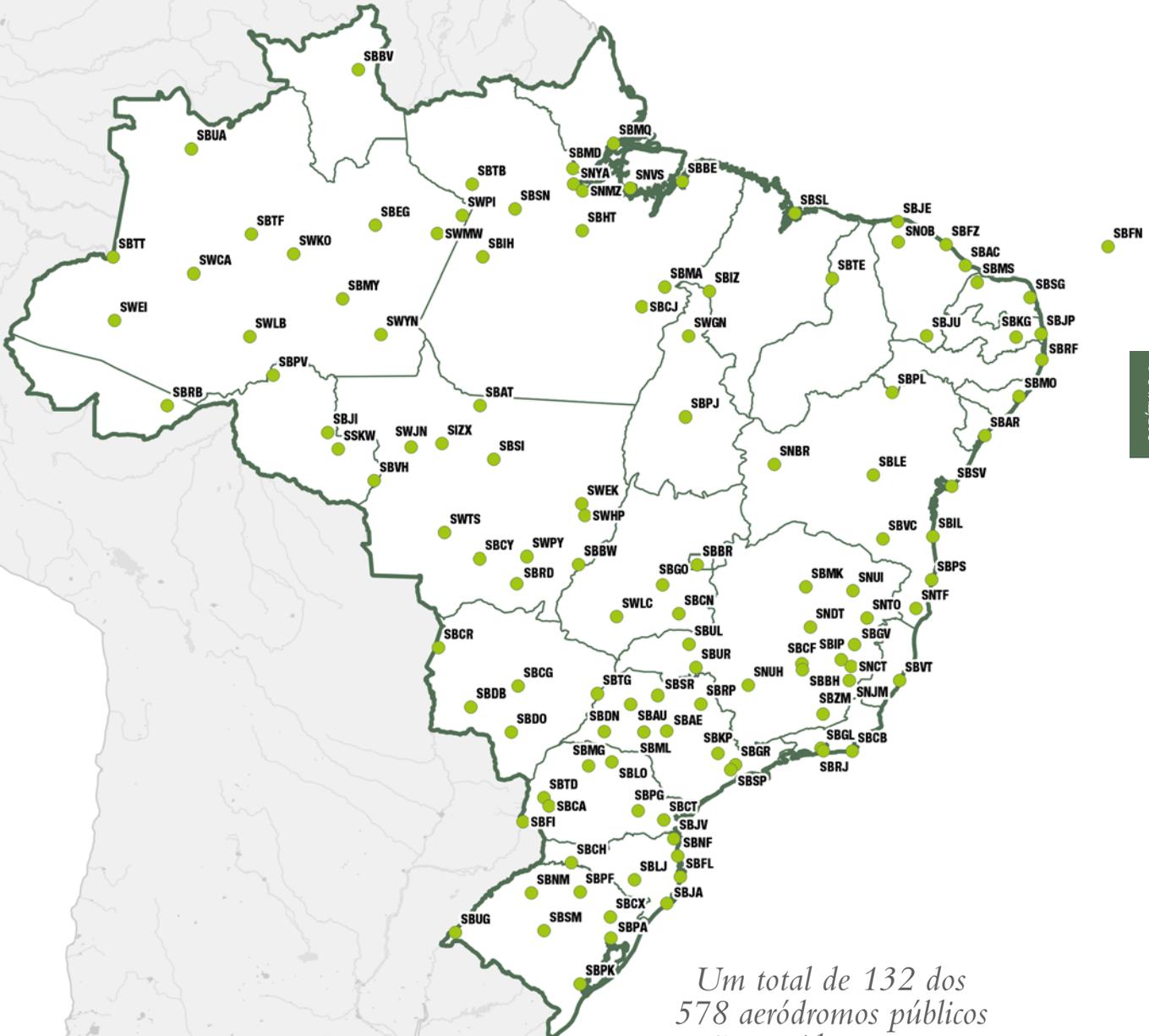
**MAPA 1. AERÓDROMOS PÚBLICOS NO BRASIL**  
AGOSTO/2019



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC.

## MAPA 2. AERÓDROMOS PÚBLICOS SERVIDOS POR VOOS REGULARES NO BRASIL

AGOSTO/2019



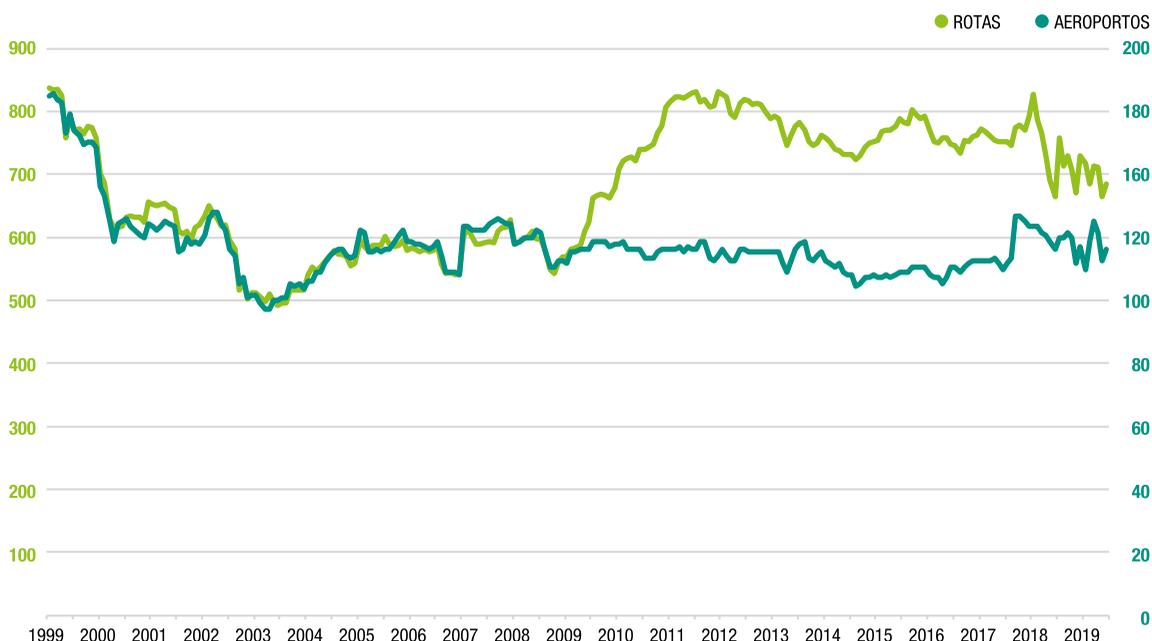
*Um total de 132 dos  
578 aeródromos públicos  
são servidos por voos  
regulares*

FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC.

250 0 250 500 km



## GRÁFICO 1. QUANTIDADE DE AEROPORTOS E ROTAS ATENDIDAS PELO TRANSPORTE AÉREO REGULAR DE PASSAGEIROS – JANEIRO/1999 A JUNHO/2019



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC.

que com relativa estabilidade na quantidade de aeroportos com voos regulares. Isso significou um aumento da conectividade da malha aérea brasileira, com disponibilidade de voos domésticos diretos.

Em janeiro de 1999, havia 182 aeroportos atendidos por voos regulares no Brasil, servindo a 837 rotas<sup>4</sup>. Em março de 2003, esses números foram reduzidos para 108 aeroportos e 498 rotas com voos regulares. A partir do final de 2008 a 2011, con-

tudo, inicia-se uma tendência de aumento da quantidade de rotas com voos regulares, em virtude especialmente do crescimento da Trip Linhas Aéreas e, de 2009 em diante, da Azul Linhas Aéreas.

O Mapa 3 mostra a quantidade de assentos ofertados semanalmente entre pares de aeroportos no Brasil. A ponte aérea entre o Aeroporto de São Paulo/Congonhas e o Aeroporto do Rio de Janeiro/Santos Dumont representa a principal ligação aérea no Brasil, entre as duas maiores cidades do país (São Paulo e Rio de Janeiro), com mais de 100 mil assentos por semana.

Percebe-se uma forte concentração dos voos domésticos ao longo dos eixos Sul-

4 Considerou-se, no cálculo da quantidade de rotas, que a ligação com origem no aeroporto A e destino no aeroporto B é uma rota, enquanto aquela com origem no B e destino no A representa uma rota distinta (isso é importante em virtude de algumas rotas não possuírem voos de volta pelo mesmo aeroporto).

### MAPA 3. QUANTIDADE DE ASSENTOS OFERTADOS SEMANALMENTE EM VOOS DOMÉSTICOS ENTRE PARES DE AEROPORTOS NO BRASIL

AGOSTO/2019



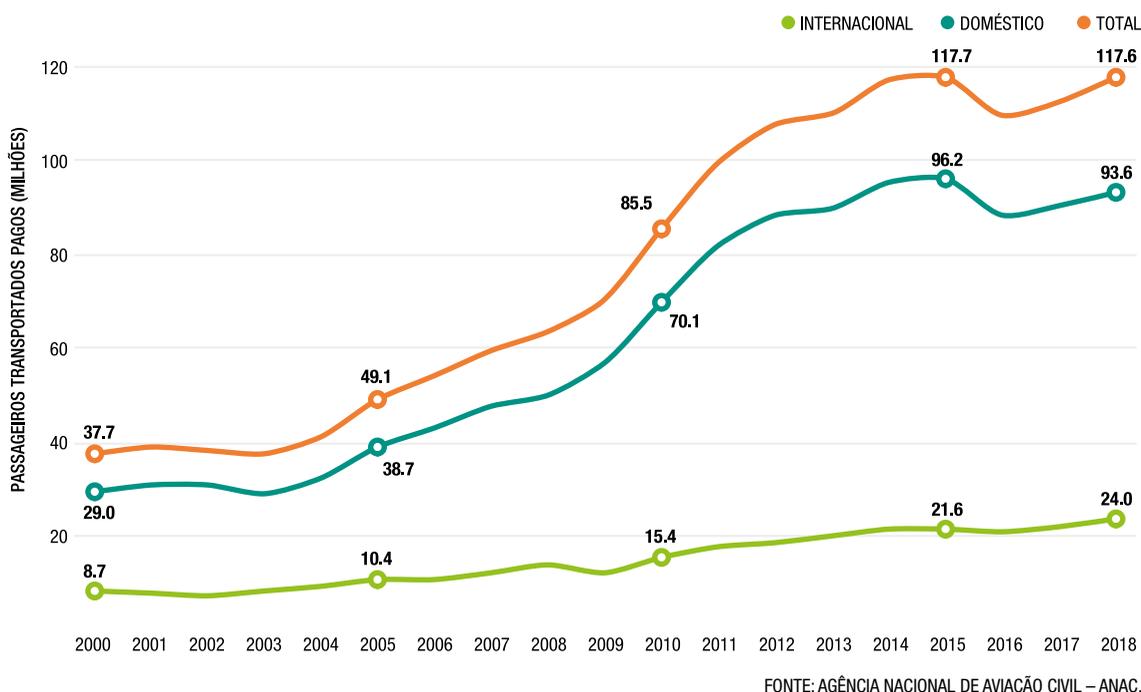
ASSENTOS OFERTADOS POR SEMANA ENTRE PARES DE AEROPORTOS

1 - 1950	—
1.951 - 5.500	—
5.501 - 12.100	—
12.101 - 24.200	—
24.201 - 44.000	—
44.000 - 100.100	—



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC; ELABORAÇÃO: SAC/MINFRA

## GRÁFICO 2. QUANTIDADE DE PASSAGEIROS PAGOS TRANSPORTADOS – MERCADOS DOMÉSTICO E INTERNACIONAL, DE 2000 A 2018 (EM MILHÕES).



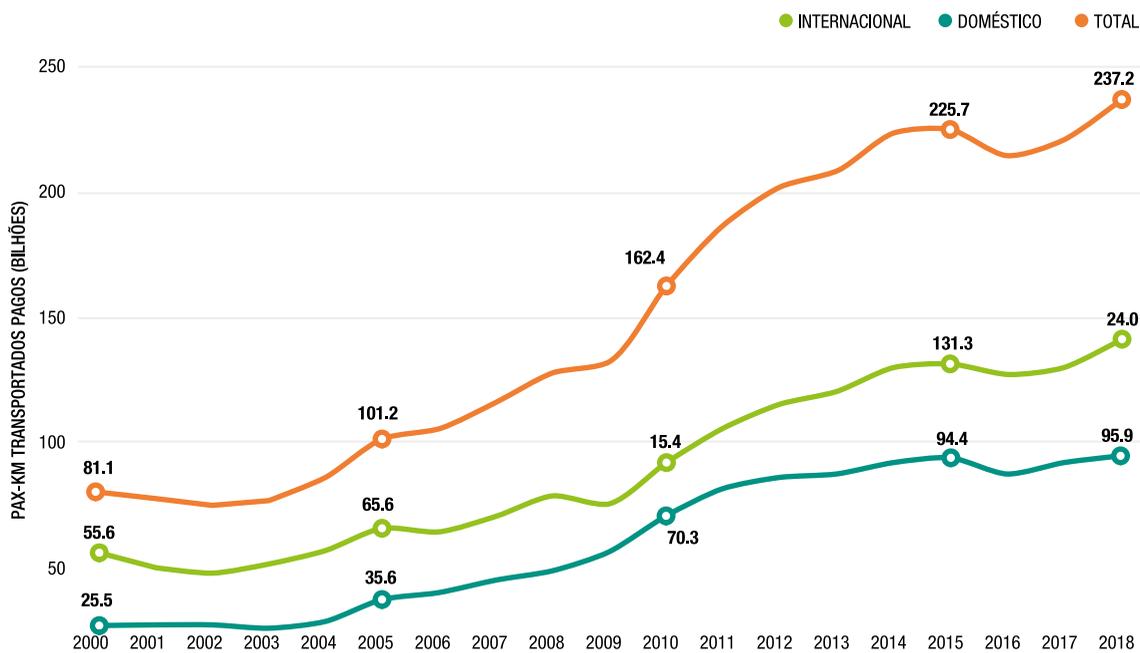
-Sudeste, Sudeste-Nordeste e Sudeste-Centro Oeste. Isso decorre essencialmente do processo de urbanização do Brasil, com ocupação populacional nas faixas litorâneas do país. A capital brasileira, Brasília, representa hoje o principal centro de distribuição de voos do país, servindo de conexão especialmente entre a região Norte e o restante do Brasil.

A liberalização do transporte aéreo ao longo das últimas três décadas, associada a um ambiente de maior estabilidade econômica, especialmente a partir da implementação do Plano Real, em 1994, resultou num aumento significativo da quantidade de passageiros transportados.

Hoje, o número de pessoas transportadas em aviões em viagens interestaduais supera o de pessoas transportadas em ônibus.

Entre 2000 e 2018, o número de passageiros pagos transportados por empresas aéreas brasileiras em voos domésticos passou de 29,0 milhões para 93,6 milhões – um crescimento de 222,8% no período. Houve entre 2003 e 2014 um forte crescimento da demanda por transporte aéreo, chegando a 259,2% no acumulado do período. Nos anos de 2004 a 2006 e de 2009 a 2011, o crescimento foi sempre de dois dígitos percentuais em relação ao ano anterior – em 2010 chegou a ser de 22,8% em relação a 2009; em 2005, de 20,7% em relação a 2004. De 2012 a 2018 o ritmo de crescimento diminuiu.

### GRÁFICO 3. QUANTIDADE DE PASSAGEIROS-KILÔMETROS PAGOS TRANSPORTADOS – MERCADOS DOMÉSTICO E INTERNACIONAL, DE 2000 A 2018 (EM BILHÕES).



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC.

O agravamento da crise econômica no país ao longo do ano de 2016 resultou em uma queda de 7,8% na quantidade de passageiros domésticos em relação a 2015, passando para 88,7 milhões naquele ano. No entanto, 2017 apresentou uma recuperação desse indicador, com crescimento de 2,2% e um total de 90,6 milhões de passageiros no mercado doméstico.

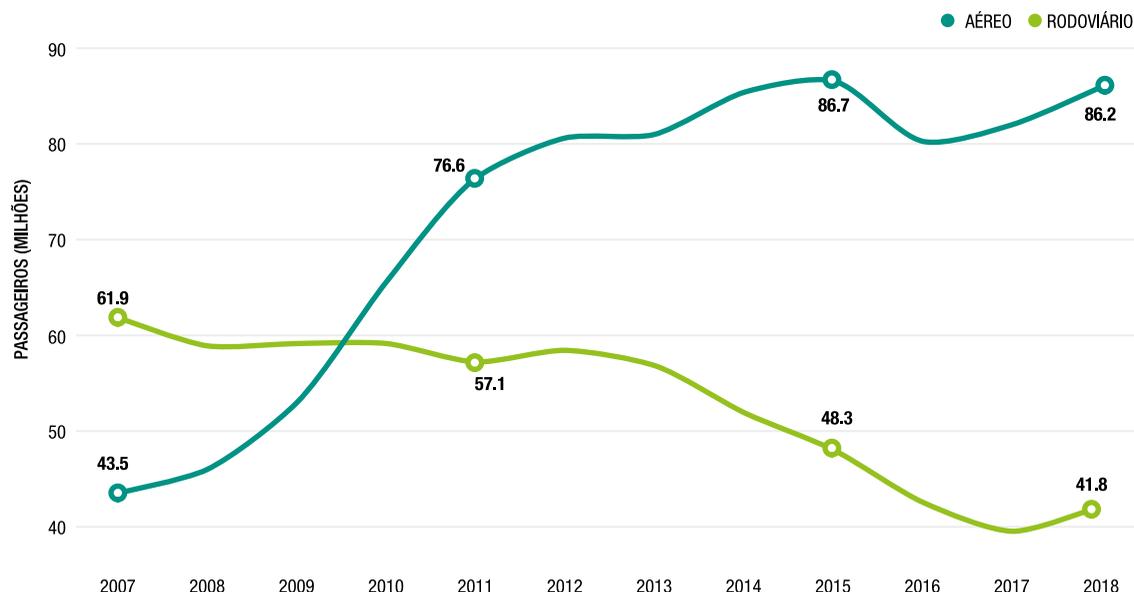
No mercado internacional – voos com origem ou destino no Brasil operados por empresas brasileiras e estrangeiras –, a quantidade de passageiros cresceu 169,1% no período de 2000 a 2018, passando de 8,7 milhões para 24,0 milhões de viajantes. Somando-a aos valores do mercado doméstico, tem-se um total de 117,6 milhões de passageiros no ano de

2018 – ou 211,9% superior aos 37,7 milhões de 2000.

O Gráfico 2 apresenta a quantidade de passageiros pagos transportados nos mercados doméstico e internacional entre 2000 e 2018 no Brasil.

A quantidade de passageiros transportados não leva em consideração, contudo, a distância de cada voo. Essa variável é de fundamental importância para uma melhor mensuração da demanda por transporte aéreo. Por esse motivo, a indústria de aviação frequentemente utiliza uma métrica que mostra o número de quilômetros (ou milhas) viajadas pelos passageiros pagantes: a quantidade de passageiros-kilômetros pagos transportados (RPK).

## GRÁFICO 4. EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE DE PASSAGEIROS INTERESTADUAIS DE LONGA DISTÂNCIA TRANSPORTADOS PELOS MODAIS AÉREO E RODOVIÁRIO, 2007 A 2018.



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC.

O Gráfico 3 apresenta o RPK dos mercados doméstico e internacional (origem ou destino no Brasil), para a série histórica de 2000 a 2018.

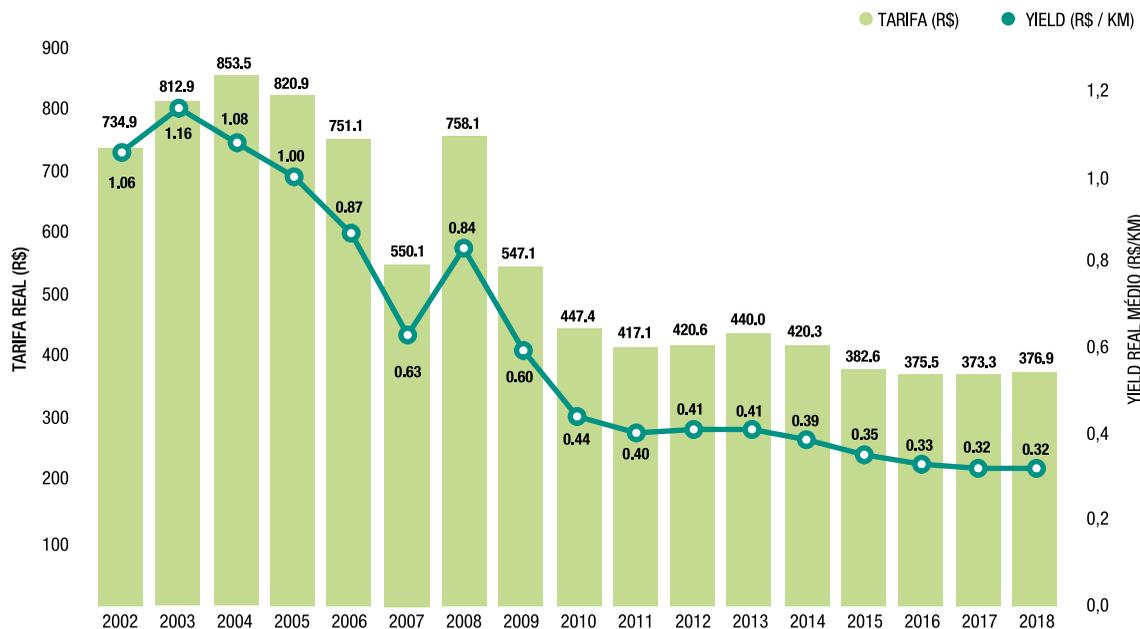
O crescimento recente do transporte aéreo fez com que o modal superasse o transporte rodoviário como principal meio para viagens interestaduais regulares. O Gráfico 4 apresenta a evolução da quantidade de passageiros interestaduais de longa distância transportados pelos modais aéreo e rodoviário, de 2007 a 2018. Isso se deu em grande medida em virtude do aumento da oferta de serviços aéreos, redução do preço das passagens aéreas e melhoria na infraestrutura aeroportuária. É importante observar ainda que a rapidez e os elevados índices de segurança do transporte

aéreo são aspectos fundamentais na comparação com o modal rodoviário no Brasil.

Um dos principais fatores que levaram ao crescimento da quantidade de passageiros no transporte aéreo foi a liberalização dos preços das passagens em 2001 – desde então observa-se uma tendência de queda das tarifas aéreas. O Gráfico 5 apresenta a tarifa aérea média para voos domésticos em valores corrigidos pela inflação<sup>5</sup> para o período de 2002 a 2018. É apresentado ainda o *yield* - tarifa aérea média doméstica. Em 2002 o preço médio das passagens aéreas no Brasil era equivalente a R\$ 734,89 em valores atuais. Em 2018

5 Atualização monetária com base no Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) de abril de 2019.

## GRÁFICO 5. TARIFA AÉREA MÉDIA (R\$) E YIELD - TARIFA AÉREA MÉDIA DOMÉSTICA (R\$/KM), EM VALORES ATUALIZADOS – 2002 A 2018.



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC.

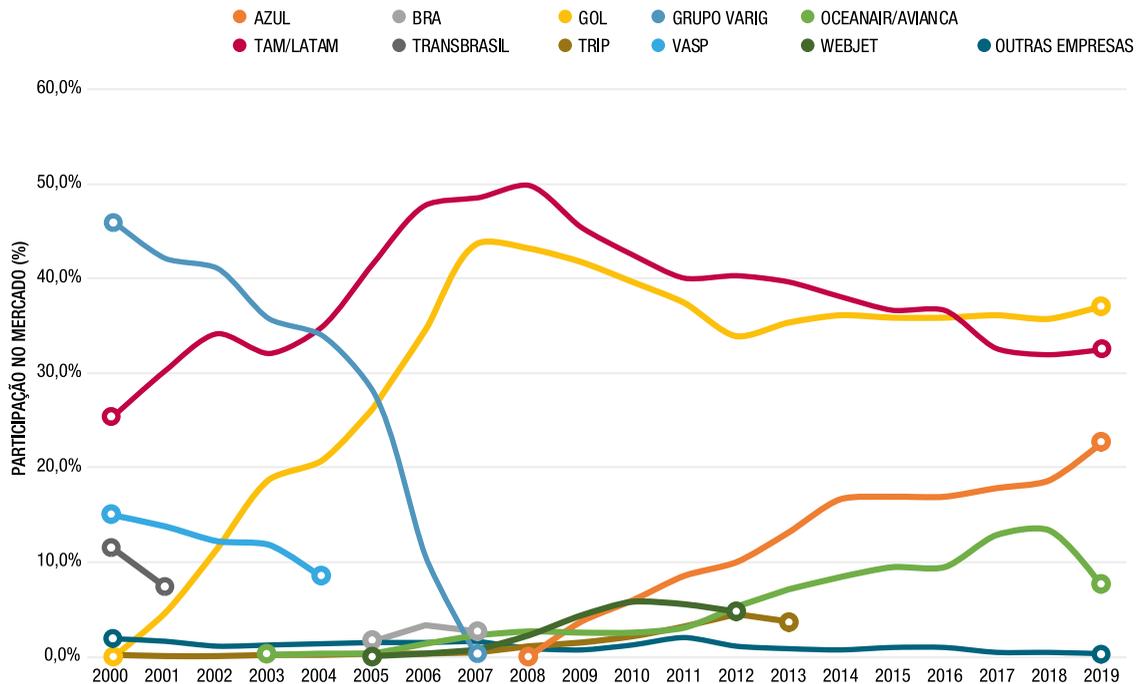
esse valor foi de R\$ 376,93 – uma redução de 48,7% em relação a 2002.

A redução no preço das passagens contribuiu sobremaneira para a inclusão de segmentos da sociedade brasileira que anteriormente recorriam ao transporte rodoviário em seus deslocamentos de média e longa distâncias. Como destaca a ANAC no relatório “Tarifas Aéreas Domésticas”, 3ª edição, referente ao 4º trimestre de 2014, “a liberdade tarifária e a liberdade de oferta constituem importantes pilares da concorrência nos serviços de transporte aéreo público no Brasil. Diferentemente do que ocorria no passado, o Estado não mais estabelece preços mínimos ou máximos dos serviços ou restringe a oferta. O cenário de livre concorrência atrai investimentos para o setor e estimula o crescimento do mercado, a ampliação da oferta,

a diversificação de serviços e, ainda, a redução de preços. Por consequência, mais pessoas passam a ter acesso aos serviços aéreos públicos” (p. 30).

Corroborando a posição expressa pela ANAC, deve-se destacar que a Política Nacional de Aviação Civil (PNAC), aprovada por meio do Decreto nº 6.780, de 18 de fevereiro de 2009, contém em suas ações específicas para garantir a eficiência das operações da aviação civil o estabelecimento de “diretrizes que confirmam ao mercado o papel de equilibrar a oferta e a demanda, prevalecendo a liberdade tarifária nos serviços de transporte aéreo”. É importante observar a concepção de tal documento legal como um reflexo das “intenções políticas da sociedade brasileira para o desenvolvimento do Sistema de Aviação Civil”.

## GRÁFICO 6. PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL NO MERCADO DOMÉSTICO, POR EMPRESA – 2000 - JUNHO/2019



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC. CRIADO POR SAC/MINFRA.

Nesse sentido, o desenvolvimento do transporte aéreo em um sistema concorrencial – que inclui dentre seus principais aspectos a liberdade tarifária –, possibilitou uma maior eficiência econômica, maiores níveis de qualidade e menores preços, contribuindo para o acesso de mais pessoas ao modal aéreo e proporcionando maior bem-estar social.

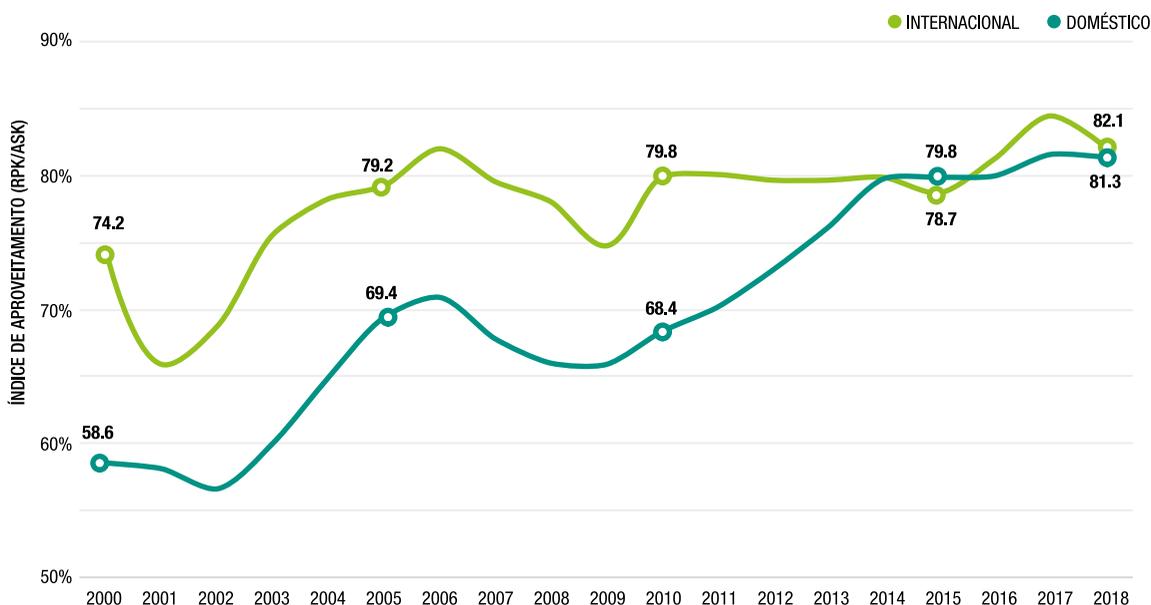
O Gráfico 6 apresenta o percentual de participação por empresa no mercado doméstico de transporte aéreo de passageiros entre 2000 e 2019. Em 2017, a LATAM (ex-TAM) perdeu a liderança no mercado doméstico para a GOL, que no primeiro semestre de 2019 possuía 37,0% de parti-

cipação de mercado, contra 32,4% de sua concorrente. A Azul Linhas Aéreas, por sua vez, surgiu em dezembro de 2008 e possui atualmente 22,5% de participação no mercado doméstico.

A Avianca iniciou suas operações como OceanAir em 1998, com uma empresa focada inicialmente no transporte aéreo regional. Em 2018, a aérea detinha 13,4% do mercado doméstico. Ao final de 2018, declarou falência e encerrou suas operações em 2019.

Outras empresas como Trip (adquirida pela Azul em 2012), Webjet (adquirida pela Gol em 2012) e BRA (cujas operações foram

## GRAPH 7. EVOLUTION OF LOAD FACTOR IN TERMS OF RPK/ASK - DOMESTIC AND INTERNATIONAL MARKETS, 2000 TO 2018.



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC.

encerradas em 2007) chegaram a responder por uma pequena, porém, importante participação no mercado. Todas tiveram suas atividades encerradas, assim como a Varig (que deixou de operar em 2006), Pantanal (adquirida pela TAM), Air Minas, Sol, NHT/Brava, Noar, Mega, Meta, Puma Air, Cruiser, Sete e Team.

O Gráfico 7 apresenta a evolução do aproveitamento<sup>6</sup> das aeronaves em termos de RPK por ASK nos mercados doméstico

e internacional com origem ou destino no Brasil no período de 2000 a 2018. Em 2018, o fator de aproveitamento doméstico teve média de 81,3%, ante 58,6% em 2000.

Nos voos internacionais o crescimento da taxa de aproveitamento das aeronaves foi proporcionalmente menor, mas em 2017 teve seu melhor ano na série histórica: 84,4%, em oposição a 68,8% em 2002. Isso indica um esforço das empresas aéreas em utilizar sua capacidade de maneira mais eficiente, por meio de práticas de gerenciamento de receita (*yield management*), frota e malha aérea.

6 Índice de aproveitamento (*Load Factor*) é a razão entre a demanda e a oferta de transporte aéreo. É obtido pela divisão do Passageiro Quilômetro Pago Transportado (RPK) pelo Assento Quilômetro Ofertado (ASK).

# Inventário

Esta seção apresenta os dados históricos e as projeções concernentes a consumo de combustível, emissões de CO<sub>2</sub>, relação consumo/RTK<sup>7</sup>, medidas de mitigação e Intensidade de Emissões (IE)<sup>8</sup>. A separação entre voos domésticos e internacionais é feita levando-se em consideração apenas o Estado de onde a etapa do voo partiu e o Estado onde ocorreu o pouso imediatamente posterior. Dessa maneira, etapas em que a aeronave decola e pouso no mesmo País são aqui consideradas como voos domésticos, ainda que o voo completo tenha origem e destino em países distintos.

Todas as informações apresentadas neste documento foram obtidas por meio de três fontes: o Plano Aeroviário Nacional (PAN), elaborado no âmbito da Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC), em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); dados fornecidos pelos atores do setor aéreo envolvidos na elaboração deste plano de ação; e a Base de Dados Estatís-

ticos do Transporte Aéreo - série histórica dos dados estatísticos do transporte aéreo brasileiro regulamentados pela Resolução ANAC nº 191/2011, da qual foram extraídos os dados consolidados de RTK e consumo de combustível apresentados neste documento para os anos de 2000 a 2018. Dessa base constam as operações segundo os RBAC 121<sup>9</sup> e 135<sup>10</sup>, no entanto, sem incluir as operações de táxi aéreo. Esses Dados Estatísticos são mensalmente fornecidos à ANAC, até o dia 10 do mês subsequente ao de referência, pelas empresas brasileiras e estrangeiras que exploram os serviços de transporte aéreo público regular e não regular no Brasil. Contudo, apenas voos com origem ou destino no Brasil realizados por empresas brasileiras fazem parte do escopo deste inventário.

Nesse sentido, o presente documento se diferencia da última edição do Plano de ação, que considerava o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas da Aviação

---

7 *Revenue Tonne Kilometers* (i.e. Tonelada Quilômetro Paga). Refere-se a soma do produto entre os quilogramas carregados pagos. No Brasil adota-se a média de 75 quilos para cada passageiro transportado, já incluída a bagagem de mão.

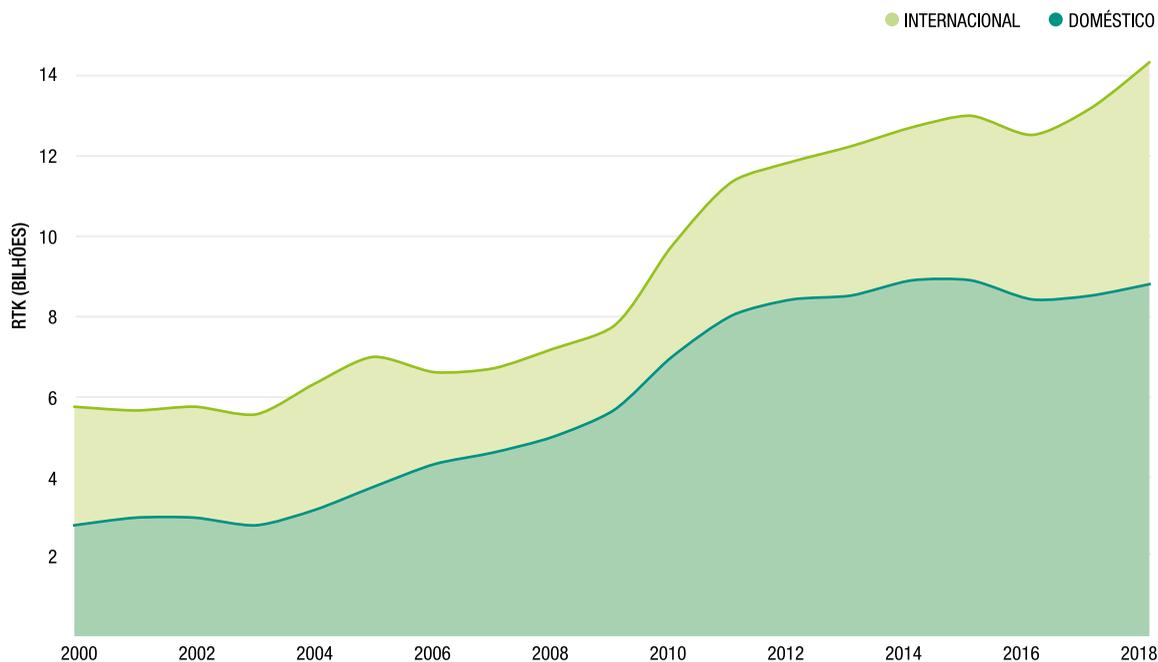
8 Relação: Emissão de CO<sub>2</sub>/RTK.

---

9 Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC nº 121, Emenda nº 05. REQUISITOS OPERACIONAIS: OPERAÇÕES DOMÉSTICAS, DE BANDEIRA E SUPLEMENTARES..

10 Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC nº 135, Emenda nº 04. REQUISITOS OPERACIONAIS: OPERAÇÕES COMPLEMENTARES E POR DEMANDA.

## GRÁFICO 8. EVOLUÇÃO DO RTK DAS EMPRESAS AÉREAS BRASILEIRAS, VOOS DOMÉSTICOS E INTERNACIONAIS, 2000 A 2018.



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC.

Civil da ANAC como fonte para o consumo de combustível e incluía as empresas estrangeiras que atuam no Brasil. Eventuais discrepâncias nos resultados com relação à edição anterior se devem a essa mudança metodológica.

### Dados Históricos

São apresentadas a seguir as evoluções do RTK e do consumo de combustível entre os anos 2000 e 2018, de acordo com o escopo delimitado anteriormente. No Gráfico 8 é possível observar as flutuações do mercado de aviação brasileiro tanto no campo doméstico quanto internacional, por meio da evolução do RTK. Já a variação do uso

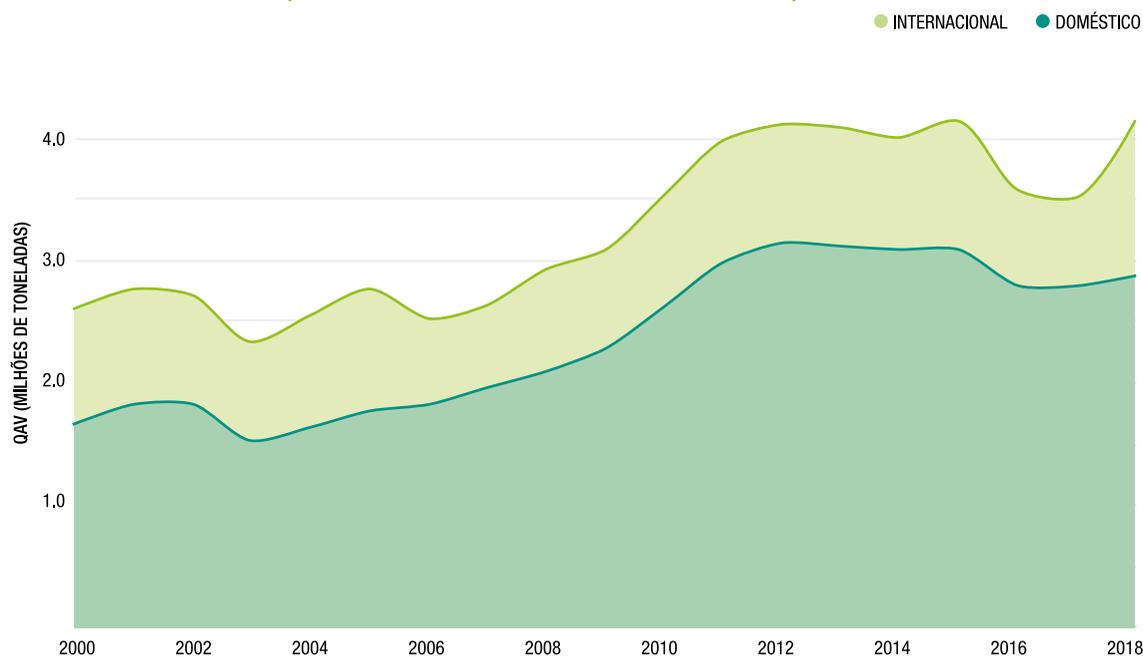
de querosene de aviação pode ser constatada no Gráfico 9.

De 2000 a 2018, o crescimento médio anual do RTK para voos domésticos e internacionais foi de 6,25% e 3,45%, respectivamente. Considerando-se todos os voos, a taxa média anual foi de 4,98%, correspondendo a um aumento acumulado de 151,64% no período avaliado.

O consumo de combustível cresceu a uma taxa média anual de 2,90% para os voos domésticos e 1,74% para os internacionais.

Considerando os dois tipos de movimentação, verifica-se um crescimento médio de 2,5% ao ano e de 59,95% acumulado.

## GRÁFICO 9. EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE QUEROSENE DE AVIAÇÃO POR EMPRESAS AÉREAS BRASILEIRAS, VOOS DOMÉSTICOS E INTERNACIONAIS, 2000 A 2018.



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC.

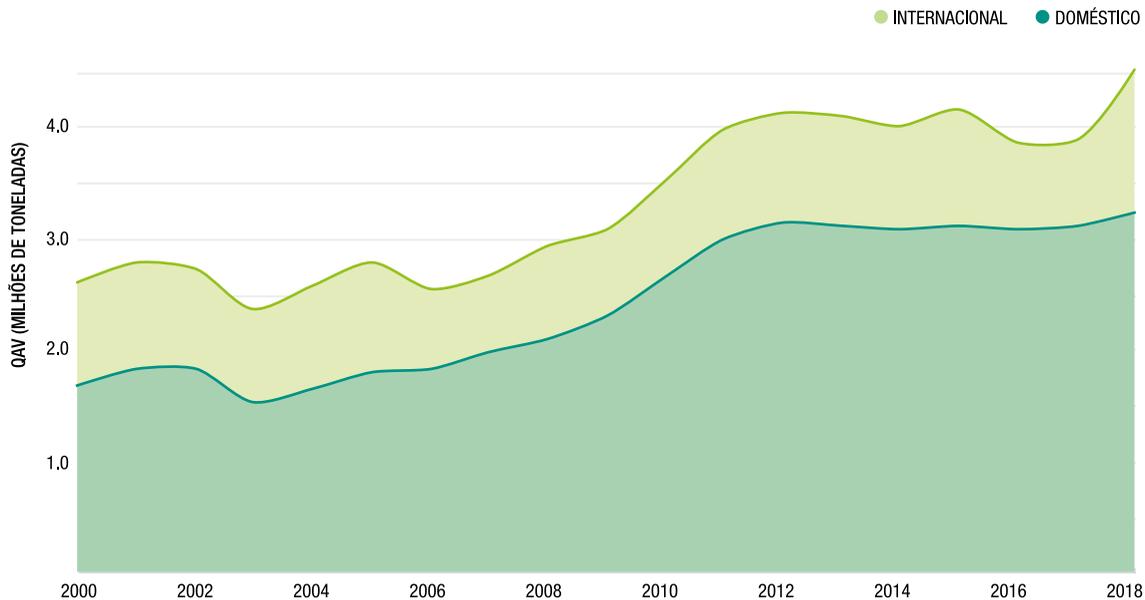
É interessante notar a redução considerável no consumo logo após a ocorrência do valor recorde da série histórica, em 2015. Os níveis desse ano só seriam recuperados em 2018. Parte dessa redução no consumo deveu-se à crise econômica que atingiu o país, levando à contração do mercado aéreo. Além disso, outro fator que pode ter colaborado para a queda do consumo de combustível no período seria uma possível inconsistência nos dados referentes ao consumo de querosene de aviação em voos internacionais entre os anos de 2016 e 2018<sup>11</sup>.

11 É importante frisar que, até a consolidação desse documento, a queda do consumo de combustível da TAM em voos internacionais entre abril de 2016 e janeiro de 2018 estava sob análise da área técnica da ANAC responsável pelo recebimento desses dados. Tal informação coincide com queda mais brusca no consumo para os voos internacionais.

Portanto, uma possível falha na integridade desses dados seria a causa provável para a redução drástica experimentada pelo consumo de querosene de aviação em voos internacionais entre os anos de 2016 e 2018.

A fim de contabilizar os esforços para redução das emissões de CO<sub>2</sub> para os anos transcorridos desde a última edição do Plano de Ação (2016, 2017 e 2018) reuniram-se informações referentes às medidas de mitigação executadas no período pelas principais empresas aéreas brasileiras e pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), organização responsável pelo controle do espaço aéreo brasileiro. As empresas aéreas nacionais informaram o total de combustível economizado anualmente em função das medidas de miti-

## GRÁFICO 10. EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE QUEROSENE DE AVIAÇÃO POR EMPRESAS AÉREAS BRASILEIRAS (CENÁRIO SEM ADOÇÃO DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO PARA OS ANOS DE 2016 A 2018), VOOS DOMÉSTICOS E INTERNACIONAIS, 2000 A 2018.



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC.

gação empregadas. Já o DECEA forneceu dados relativos aos procedimentos operacionais adotados, incluindo os aeroportos onde as medidas foram implementadas e o fator de economia de combustível de cada medida. Essas informações foram utilizadas para se calcular a economia anual gerada pelos voos que fazem parte do escopo deste Plano.

De posse desses dados, somou-se a quantidade de combustível economizada com a adoção das medidas àquela que foi efetivamente consumida, obtendo-se o quanto seria consumido caso as medidas não tivessem sido empregadas, gerando, dessa forma, a linha de base histórica do consumo de querosene de aviação exibida no Gráfico 10.

As medidas implementadas entre 2016 e 2018 resultaram em uma economia de combustível de 4,53% devido às medidas adotadas pelas empresas e de 4,63% em função dos aprimoramentos operacionais do DECEA, correspondendo a mais de 1.100.000 toneladas de querosene de aviação economizadas neste período.

Os resultados do DECEA foram estimados conforme metodologia proposta pelo Documento 9.988 da OACI – *Guidance on the Development of States Action Plans on CO<sub>2</sub> Emissions Reduction Activities*. Já os operadores aéreos estimaram seus resultados com base no histórico de dados de operações e eficiência energética.

## Projeção de crescimento do consumo de combustível

A metodologia descrita no DOC 9.988 da OACI foi utilizada na realização da previsão de crescimento do consumo de combustível. Essa metodologia baseia-se na estimativa prévia do RTK e da “eficiência de combustível” (conceito estabelecido pelo DOC e representa a razão consumo de combustível/ RTK) para os próximos anos.

### Previsão de RTK

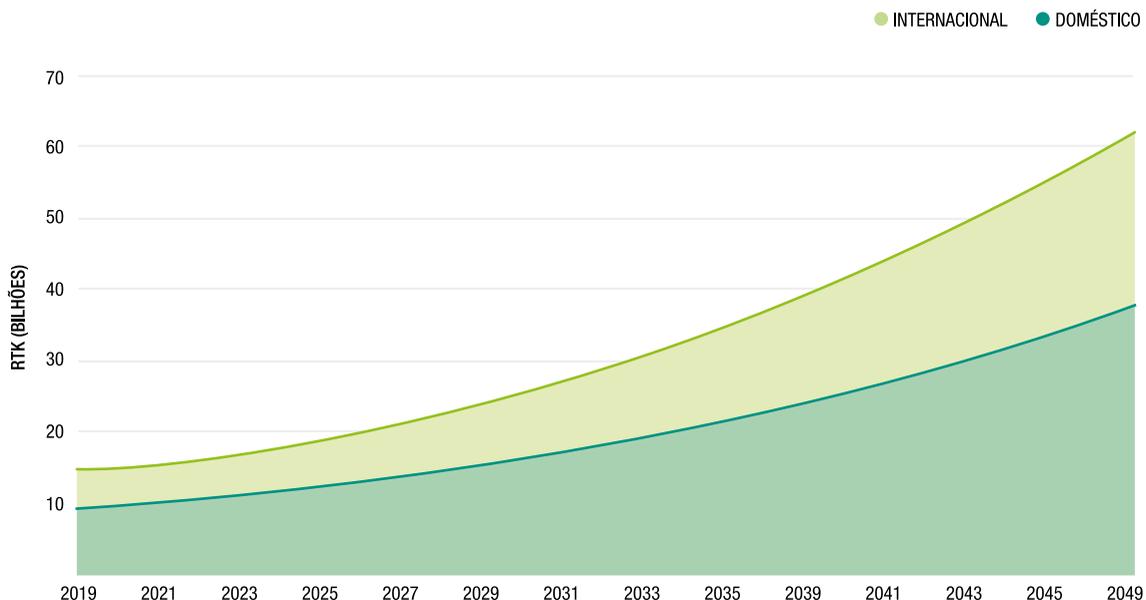
A curva de projeção do RTK apresentada no Gráfico 11 foi baseada na previsão do PAN, estudo da SAC em parceria com a UFSC que apresenta taxas de crescimento para a aviação brasileira até 2048 para o número de passageiros e até 2037 para

toneladas de carga. A taxa de crescimento do último ano foi extrapolada para anos seguintes até 2050, como mostra a Tabela 2. Considerou-se que o crescimento do RTK seria refletido de forma razoavelmente precisa pela combinação do crescimento ponderado da demanda por passageiros e por carga do último ano. Dessa forma, calculou-se o crescimento total para cada ano da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{Crescimento RTK} &= \text{Crescimento Passageiros} \times \% \text{RTK}_{\text{passageiros}} \\ &+ \text{Crescimento Carga} \times \% \text{RTK}_{\text{carga}} \end{aligned}$$

Para ambos os cenários, com e sem a adoção das medidas, considerou-se que a evolução do RTK seria a mesma (ou seja, que o emprego das medidas não influenciaria na demanda por voos).

**GRÁFICO 11. PREVISÃO DE CRESCIMENTO DO RTK DAS EMPRESAS BRASILEIRAS, VOOS DOMÉSTICOS E INTERNACIONAIS, 2019 A 2050.**



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC.

**TABELA 2. PREVISÃO DE TAXA DE CRESCIMENTO DO RTK REFERENTE A PASSAGEIROS, CARGA E DO RTK TOTAL.**

Ano	Taxa de crescimento do RTK (%)		
	Passageiros	Carga	Total
2019	2,75	3,79	2,91
2020	5,05	3,30	4,78
2021	4,92	2,95	4,63
2022	4,51	2,74	4,24
2023	4,41	2,63	4,14
2024	4,33	2,52	4,06
2025	4,25	2,45	3,98
2026	4,18	2,40	3,91
2027	4,12	2,37	3,86
2028	4,89	2,36	4,51
2029	5,34	2,35	4,89
2030	5,37	2,34	4,91
2031	5,38	2,34	4,93
2032	5,39	2,35	4,94
2033	5,40	2,35	4,94
2034	5,40	2,36	4,95
2035	5,41	2,33	4,95
2036	5,41	2,34	4,95
2037	5,41	2,36	4,95
2038	5,41	2,36	4,95
2039	5,41	2,36	4,96
2040	5,42	2,36	4,96
2041	5,42	2,36	4,96
2042	5,42	2,36	4,96
2043	5,42	2,36	4,96
2044	5,43	2,36	4,97
2045	5,43	2,36	4,97
2046	5,43	2,36	4,97
2047	5,43	2,36	4,97
2048	5,44	2,36	4,97
2049	5,44	2,36	4,97
2050	5,44	2,36	4,97

FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC.

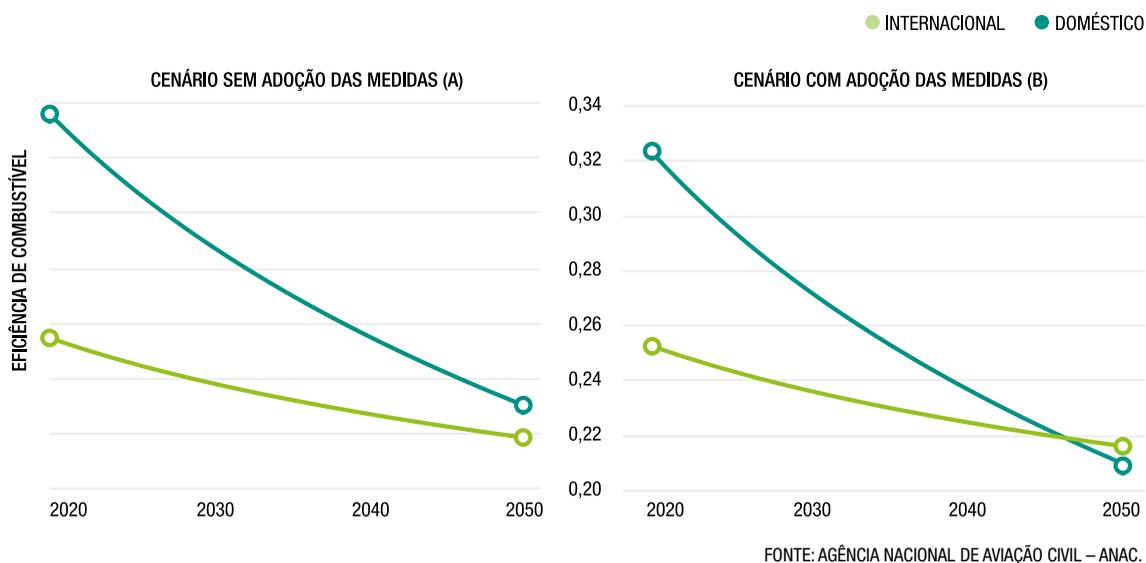
Tomando como base o ano de 2018, a projeção adotada resultou em um crescimento médio anual do RTK de 4,69% ou acumulado de 332,91% até 2050. Uma vez que os dados do PAN não permitem o cálculo separado do crescimento de RTK para voos domésticos ou internacionais, as taxas de crescimento para cada tipo de movimentação são exatamente as mesmas daquelas apresentadas para o RTK total.

### Previsão de Eficiência de Combustível

Para a previsão da Eficiência de Combustível, primeiramente, com o objetivo de chegar à melhor projeção, ajustou-se diversas linhas de tendência aos dados históricos de Eficiência de Combustível para o período de 2000 a 2018. Em seguida, essas curvas foram usadas como uma aproximação da evolução da Eficiência de Combustível até o ano de 2050. De posse dessas projeções, determinou-se a melhor curva seguindo os critérios adotados pelo *Environmental Benefits Tool* (EBT<sup>12</sup>). Assim, selecionaram-se as linhas de tendência cujas projeções resultaram em uma melhoria anual da Eficiência de Combustível abaixo de 2% para o período de 2000 a 2018. Por fim, optou-se pela curva com maior coeficiente de correlação dentre aquelas que cumpriram com o critério anterior. Desse modo, o Gráfico 12 exibe a extrapolação até 2050 das linhas de tendência logarítmica, que foram aquelas que atenderam a todos os critérios para os dois cenários. O cenário (a) do Gráfico 12

<sup>12</sup> *Environmental Benefits Tool* – EBT. Ferramenta desenvolvida pela OACI para apoiar os Estados membros no desenvolvimento do Plano de Ação.

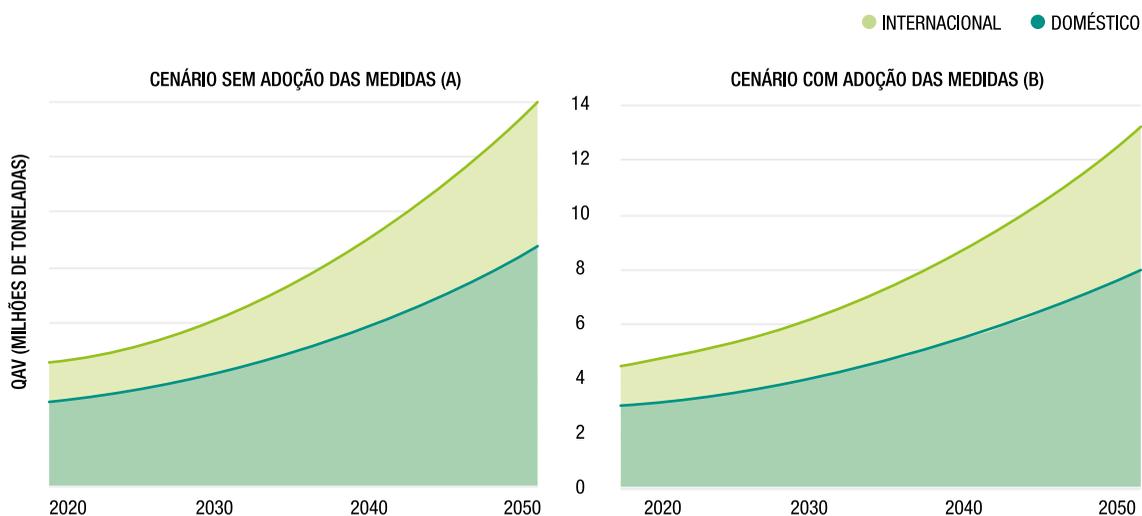
**GRÁFICO 12. PROJEÇÕES DA EFICIÊNCIA DE COMBUSTÍVEL PARA OS CENÁRIOS SEM A IMPLEMENTAÇÃO DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO (A), E COM A IMPLEMENTAÇÃO DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO (B). VOOS DOMÉSTICOS E INTERNACIONAIS. 2019 A 2050.**



apresenta melhoria acumulada da Eficiência de Combustível de 36,98% e 10,10% para voos domésticos e internacionais, entre 2018 e 2050, respectivamente. Já o cenário (b) possui a melhoria acumulada levemente inferior, com 35,65% para voos domésticos e 6,91% para os voos internacionais. Contudo, os valores de eficiência do cenário (b) são inferiores em função do menor consumo de combustível com a adoção das medidas enquanto o RTK mantém-se inalterado. O cenário (b) apresenta ainda um comportamento interessante a partir do ano de 2046, quando se estima que os voos domésticos superarão os internacionais, tornando-se o tipo de movimentação que consome, em média, a menor quantidade de combustível por quilômetro voado.

Isso reflete a metodologia aplicada neste documento para cômputo de tais medidas, na qual consideram-se apenas as ações para economia de combustível efetivamente executadas no período de 2016 a 2018 e o efeito futuro da sua manutenção. Uma vez que as operações das empresas aéreas brasileiras, para os anos mencionados, são caracterizadas pela predominância da aviação doméstica, tem-se uma concentração dos efeitos das medidas de mitigação nos voos domésticos. Em relação às curvas do cenário sem adoção de medidas de mitigação, observa-se que a curva de tendência da Eficiência de Combustível dos voos domésticos tem um deslocamento mais acentuado que a curva referente aos voos internacionais.

### GRÁFICO 13. PROJEÇÕES DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL PARA OS CENÁRIOS SEM A IMPLEMENTAÇÃO DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO (A), E COM A IMPLEMENTAÇÃO DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO (B). VOOS DOMÉSTICOS E INTERNACIONAIS. 2019 A 2050.



Fonte: Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC.

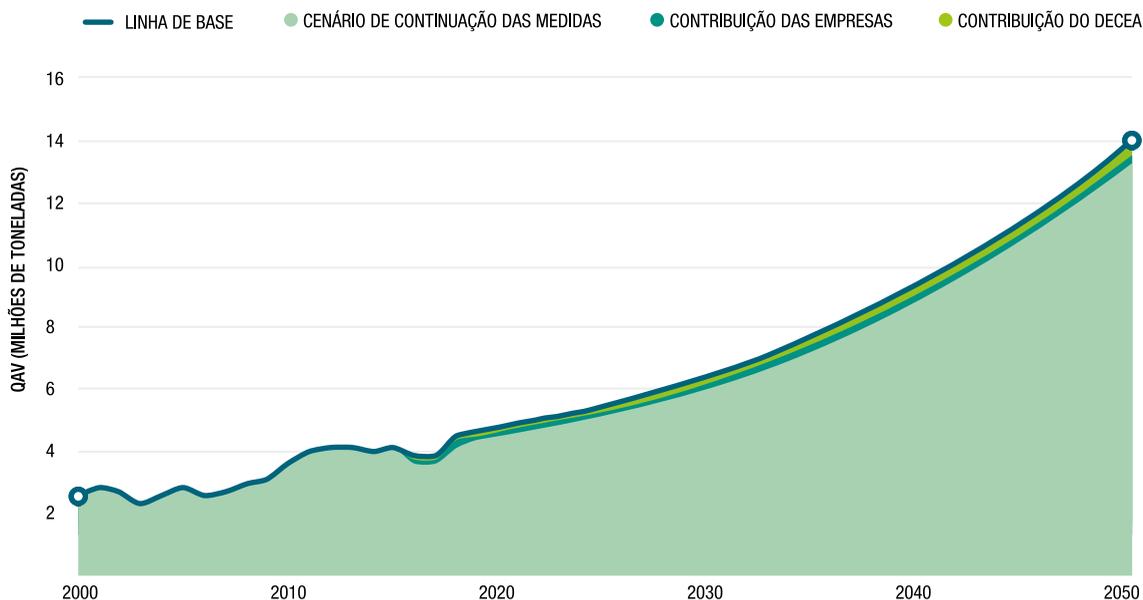
### Previsão de consumo

Combinando-se as duas projeções (RTK e Eficiência de Combustível), tem-se finalmente a projeção de consumo de combustível, apresentada no Gráfico 13, tanto para o cenário sem adoção de medidas de mitigação (a) quanto para o cenário com tais medidas (b).

Enquanto o cenário retratado em (a) prevê um crescimento acumulado do consumo de querosene de aviação de 172,84% para voos domésticos e de 289,18% para os internacionais, resultando em um crescimento total 207,91% entre os anos de 2018 e 2050, o cenário exibido em (b) apresenta estimativas de crescimento acumulado no período

de 178,58% e 303,02% para voos domésticos e internacionais, respectivamente. Globalmente, projeta-se um crescimento acumulado de 217,54% do consumo de combustível para este cenário (b). Percebe-se que, embora o cenário (b) atinja um valor menor de consumo estimado em 2050, suas taxas de crescimento são maiores, especialmente para voos domésticos. Tal fato se deve à combinação da evolução mais lenta da melhoria da Eficiência de Combustível e dos valores maiores de combustível consumido, quando desconsiderados os efeitos das medidas de mitigação, cenário (a), tomando como base o ano de 2018 para o cálculo das taxas de crescimento.

## GRÁFICO 14. EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL PARA O CENÁRIO SEM ADOÇÃO DE MEDIDAS (LINHA DE BASE) E DA ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL GERADA PELAS MEDIDAS ADOTADAS POR DECEA E EMPRESAS AÉREAS. 2000 A 2050.



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC.

O Gráfico 14 exibe a comparação da evolução do consumo de combustível para o cenário sem adoção das medidas de mitigação (linha de base) e da economia de combustível quando consideradas as medidas implementadas pelo DECEA e pelas empresas aéreas.

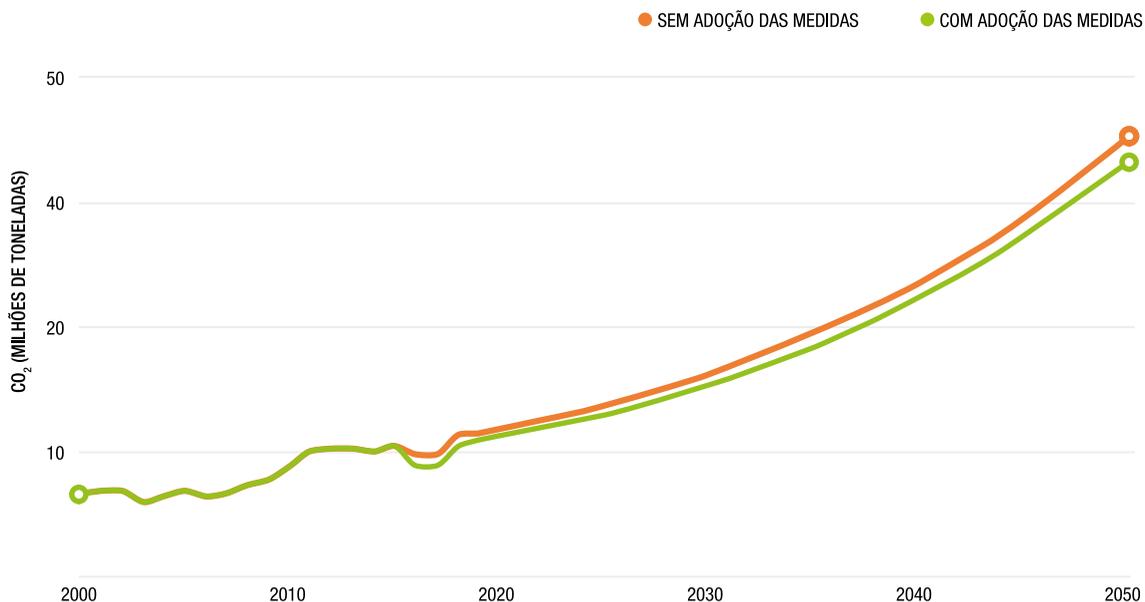
De acordo com a projeção, a economia de combustível para o ano de 2050 ficaria em torno de 6,59% em relação à linha de base, sendo 3,41% da redução devido às ações das empresas aéreas e 3,18% às ações do DECEA. Ao todo, de 2016 a 2050, seriam economizadas mais de 15 Mton de QAV. Ressalta-se os valores foram calculados com base nas projeções de crescimento do RTK e da eficiência energética, sem considerar a adoção de novas medidas.

## Emissões

Uma vez calculadas as projeções de consumo de combustível, obtém-se a projeção de emissões de dióxido de carbono por meio da relação  $1 \text{ kg QAV} = 3,16 \text{ kg CO}_2$ . O Gráfico 15 exibe a evolução das emissões de  $\text{CO}_2$  para os cenários com e sem a adoção das medidas até o ano de 2050.

Ao final do período projetado, a continuidade das medidas implementadas evitaria a emissão de mais de 47 milhões de toneladas de  $\text{CO}_2$ , ou seja, mais do que se estima que será emitido apenas no ano de 2050. Especificamente nesse ano, a redução de emissões projetada ficaria em torno de 2,9 milhões de toneladas de  $\text{CO}_2$ , ou 6,59% de redução nas emissões.

## GRÁFICO 15. EVOLUÇÃO DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> CONSIDERANDO-SE OS CENÁRIOS SEM A ADOÇÃO DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E COM A ADOÇÃO DESSAS MEDIDAS. 2000 A 2050



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC.

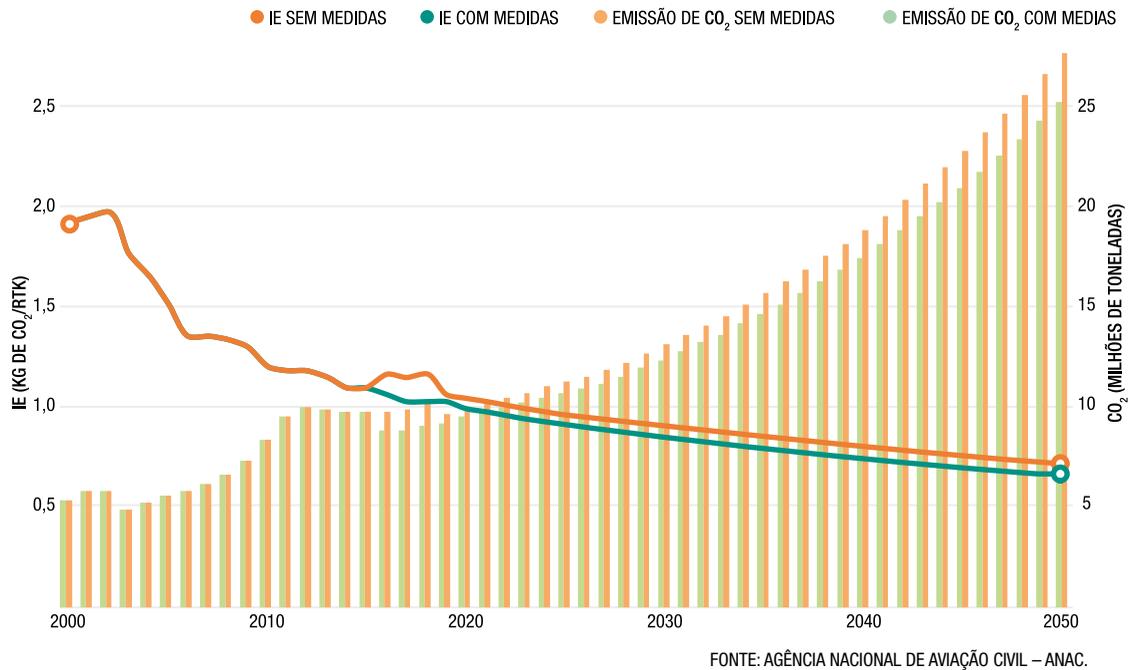
Outro conceito relevante é a Intensidade de Emissões (IE), que representa as emissões de dióxido de carbono por RTK. A comparação entre a evolução da emissão de CO<sub>2</sub> e da Intensidade de Emissões, considerando-se os cenários com e sem a adoção das medidas, é feita no Gráfico 16, para voos domésticos, e no Gráfico 17, para voos internacionais. Ambos os gráficos estão com as escalas dos eixos compatíveis a fim de facilitar a comparação entre voos domésticos e internacionais.

Ambas as emissões de CO<sub>2</sub> e a Intensidade de Emissões sofreram um salto em 2016 no cenário onde as medidas de mitigação estão ausentes. Isso se deve à metodologia adotada neste documento, que só considera as ações implementadas nos anos transcorridos desde a última edição do Plano

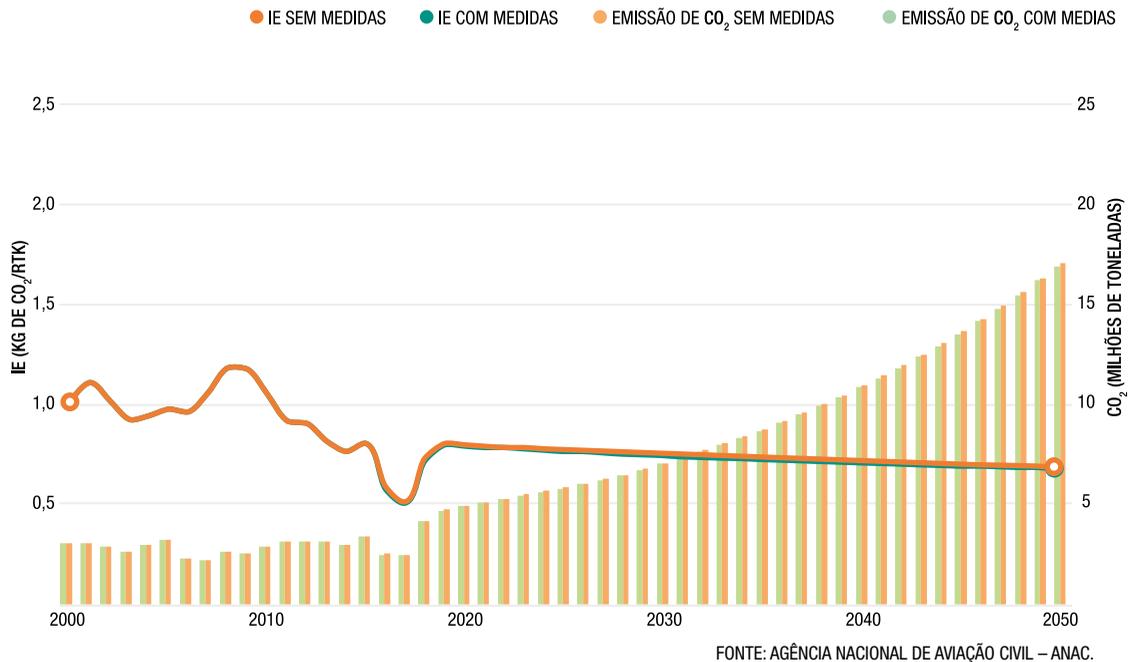
de Ação. Dessa forma, ainda que medidas para redução das emissões de CO<sub>2</sub> estivessem sendo tomadas desde antes de 2016, o efeito dessas não é contabilizado. Caso a economia de combustível obtida para os anos anteriores a 2016 fosse adicionada ao consumo total desses anos para construção da linha de base, o resultado seria uma transição mais suave das emissões de dióxido de carbono e da Intensidade de emissões entre 2015 e 2016.

O Gráfico 17 mostra queda acentuada das emissões de dióxido de carbono e da Intensidade de Emissões entre os anos de 2016 e 2018, a exemplo do que ocorreu para o consumo de combustível. As razões para esse comportamento provavelmente são as mesmas que aquelas apontadas na análise sobre o consumo de combustível.

**GRÁFICO 16. EVOLUÇÃO DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> E INTENSIDADE DE EMISSÕES PARA OS VOOS DOMÉSTICOS REALIZADOS POR EMPRESAS BRASILEIRAS. CENÁRIOS COM E SEM ADOÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO. 2000 A 2050.**



**GRÁFICO 17. EVOLUÇÃO DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> E INTENSIDADE DE EMISSÕES PARA OS VOOS INTERNACIONAIS REALIZADOS POR EMPRESAS BRASILEIRAS. CENÁRIOS COM E SEM ADOÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO. 2000 A 2050.**

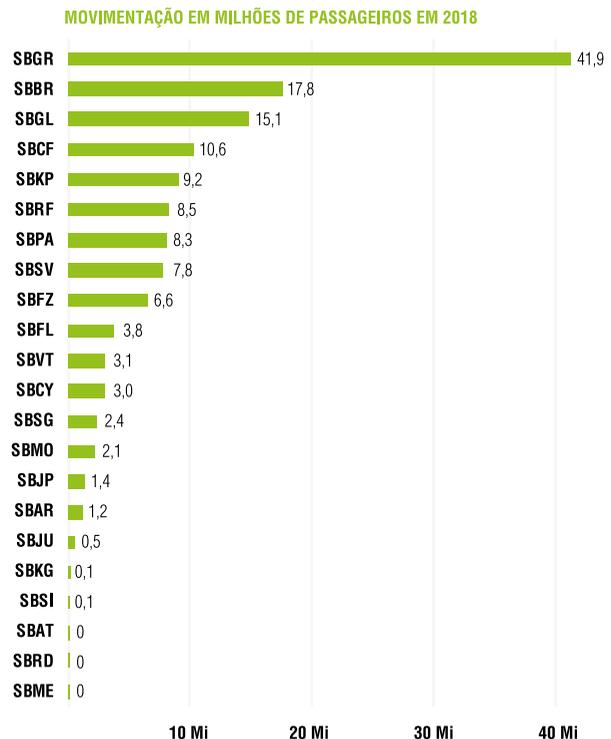
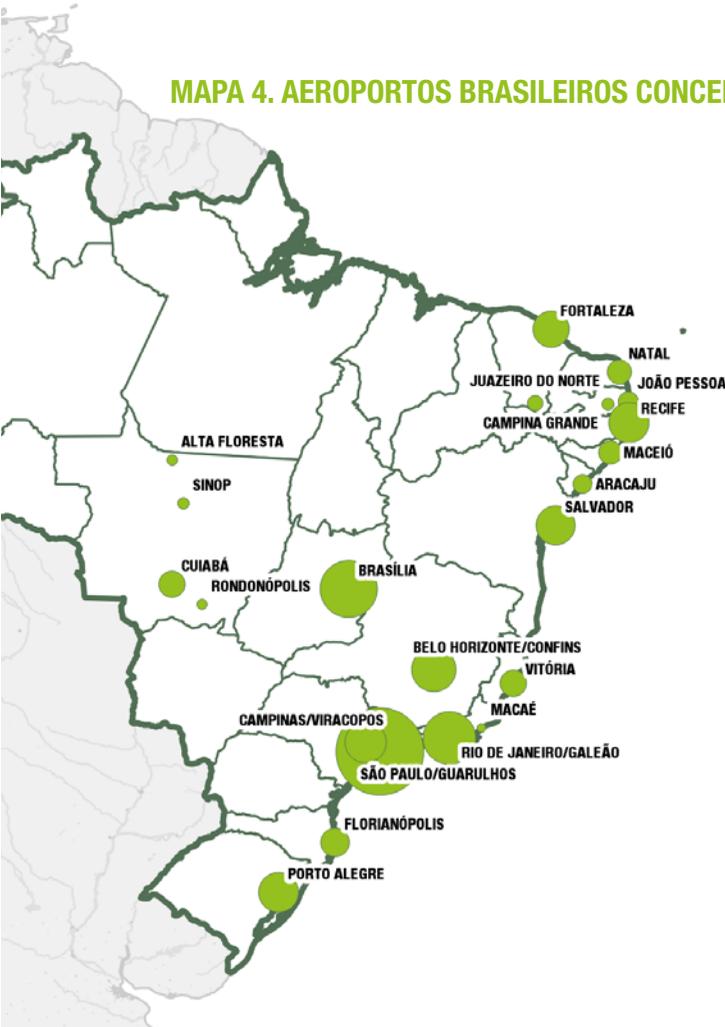


# Medidas Adotadas pelos Aeroportos Brasileiros

O expressivo crescimento observado pelo transporte aéreo brasileiro nos últimos anos demandou agilidade na adequação da infraestrutura disponível. Como resultado, as concessões de aeroportos a operadores privados, processo iniciado em 2011, modificou a dinâmica do setor e trouxe uma nova realidade aeroportuária para a aviação civil brasileira. Ao todo, 22 aeroportos já foram concedidos à iniciativa

privada, ao longo de cinco rodadas de leilões, de 2011 a 2019. A Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero) permanece responsável pela operação de 53 aeroportos, 12 dos quais já leiloados e que terão suas operações transferidas aos novos administradores até o final de 2019. O governo federal brasileiro está atualmente trabalhando no processo de concessão de 22 aeroportos entre 2019 e

**MAPA 4. AEROPORTOS BRASILEIROS CONCEDIDOS À INICIATIVA PRIVADA**



FUNTE: SAC/MINFRA

## Gestão de Inventários

2020 (6ª Rodada) e 21 aeroportos em 2022 (7ª Rodada). Os aeroportos da 6ª rodada foram agrupados em três blocos: Sul, Norte I e Central. Os valores arrecadados nos leilões compõem o Fundo Nacional de Aviação Civil (FNAC) e são utilizados para investimentos em aeroportos regionais.

Entende-se que a disponibilização de infraestrutura apropriada é peça-chave não apenas para promoção da conectividade do país e competitividade da indústria, como para a eficiência energética nas operações de pouso, decolagem e taxiamento.

Nesta seção são apresentadas as medidas de mitigação adotadas pela Infraero e pelos administradores dos aeroportos concedidos. Apesar do escopo do Plano de Ação estar centrado nas emissões da aviação internacional, a OACI incentiva os países a incluírem informações sobre medidas gerais implementadas pelos aeroportos que reduzem as emissões de GEE. Assim, além das emissões relativas às operações das aeronaves, são descritas também ações relacionadas à redução das emissões diretas (escopo 1) e indiretas dos aeroportos (escopo 2).

Não foi possível estimar o impacto de todas essas ações, entretanto, calcula-se que, **entre 2016 e 2018, ao menos 8.250 toneladas de CO<sub>2</sub> e deixaram de ser emitidas na atmosfera em decorrência de boas práticas implementadas pelos aeroportos.**

O *Greenhouse Gas Protocol - GHG Protocol* (Protocolo de Gases de Efeito Estufa) é uma ferramenta utilizada para entender, quantificar e gerenciar emissões de gases de efeito estufa e foi originalmente desenvolvida nos Estados Unidos, em 1998, pelo *World Resources Institute* (WRI). Atualmente, o *GHG Protocol* é o método mais usado mundialmente pelas empresas e governos para a realização de inventários, sendo compatível com a norma ISO 14.064 e com os métodos de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas - IPCC.

De acordo com o 2006 IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* as emissões dividem-se em três escopos:

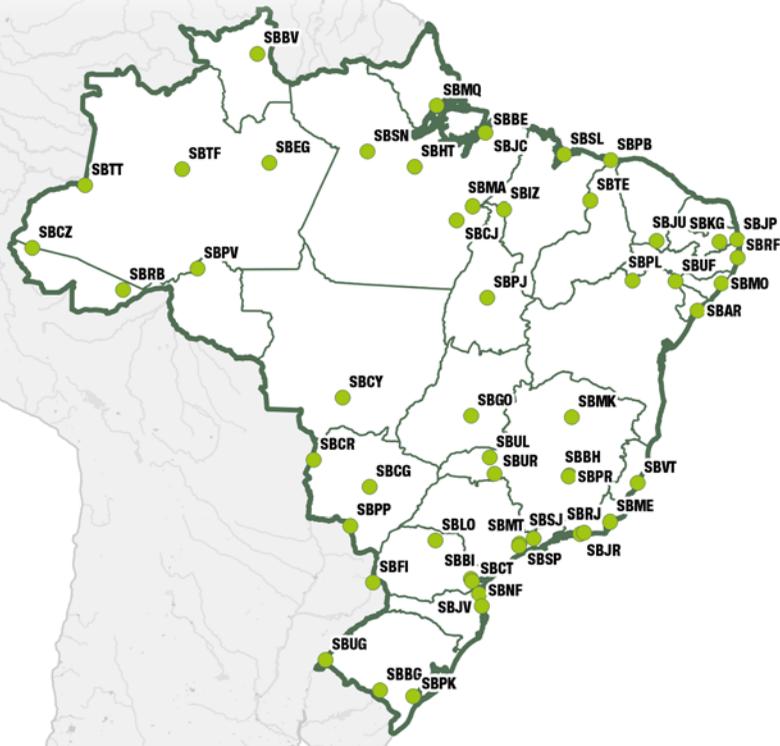
- **Escopo 1:** fontes pertencentes ou controladas pelo aeroporto.
- **Escopo 2:** geração de energia elétrica.
- **Escopo 3:** fontes não pertencentes ou não controladas pelo aeroporto.

Os seguintes aeroportos brasileiros elaboram inventários conforme o Programa *GHG Protocol*:

- Aeroporto Internacional de Viracopos
- Aeroporto Internacional de Belo Horizonte
- Aeroporto Internacional de Porto Alegre – Salgado Filho
- Aeroporto Internacional de Fortaleza – Pinto Martins
- Aeroporto Internacional de Guarulhos - Governador André Franco Montoro

## MAPA 5. AEROPORTOS ADMINISTRADOS PELA INFRAERO

AGOSTO/2019



FONTE: INFRAERO.

### 1. Aeroportos Administrados e Operados pela Infraero

A Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – Infraero é uma empresa pública federal, criada em 1972. Atualmente, é responsável pela administração de uma rede de 53 aeroportos, sendo que destes, 12 foram concedidos à iniciativa privada em março de 2019 e terão suas operações transferidas aos novos concessionários até o final do ano.

A responsabilidade social e ambiental são princípios que guiam as práticas de gestão e governança corporativa na Infraero. Há mais de uma década, a empresa mantém Dez Programas Ambientais, os quais contemplam diferentes

aspectos ambientais de interface com a atividade aeroportuária, como licenciamento, gestão de resíduos, de ruído e de fauna.

Orientada por seu novo planejamento estratégico, a Infraero vem se modernizando e também direcionando suas ações de sustentabilidade ao mercado. Nesse sentido, com atuação na prestação de serviços, a área de meio ambiente, que conta com uma estrutura dedicada e com mais de 40 profissionais com diferentes formações, desenvolveu um portfólio de 64 serviços na área ambiental voltados para as necessidades do mercado.

**FIGURA 1. PROGRAMAS AMBIENTAIS DA INFRAERO.**



FONTE: INFRAERO.

## Índice de Desempenho Ambiental

Para incentivar, incrementar e melhorar continuamente o desempenho com as ações relacionadas ao meio ambiente nos aeroportos da Infraero, foi criado, em 2016 o Índice de Desempenho Ambiental (IDMAI). O IDMAI é uma ferramenta de monitoramento e controle da qualidade ambiental dos aeroportos, e é constituído por 10 diferentes dimensões e 25 indicadores específicos.

Com o acompanhamento dos indicadores, que é realizado mensalmente, é possível promover ações efetivas, reconhecer os aeroportos que se sobressaíram e auxiliar

aqueles que precisam alcançar suas metas. Atualmente, de acordo com o último boletim divulgado do IDMAI (Março/2019) o índice agregado para todos os aeroportos está em 75% o que demonstra a execução de diversas ações na área ambiental pelos aeroportos e, ao mesmo tempo, que ainda existem ações a serem executadas. Muitas dessas ações possuem relação direta com a emissão de GEEs pelos aeroportos, como, por exemplo, o cumprimento das etapas de diagnóstico do consumo energético e do perfil das emissões atmosféricas de um aeroporto, ambos considerados indicadores do IDMAI.

## Ações Relacionadas à Redução das Emissões de CO<sub>2</sub>

Esta seção descreve as principais ações adotadas pela Infraero relacionadas com a redução da emissão de CO<sub>2</sub>. Para melhor visualização, as medidas foram segregadas em dois tipos, a saber: medidas executadas/em execução e medidas planejadas. Tal distinção é relevante em função de que algumas medidas estão em fase de avaliação de viabilidade técnica, econômica e ambiental, ou seja, não há, ainda, garantia que as mesmas serão implementadas, em que pese a empresa estar comprometida com as questões ambientais e com a melhoria da infraestrutura e operação aeroportuária.

### Emissões Diretas por Combustão Móvel e Estacionária de Controle Direto da Infraero (Escopo 1)

Estima-se que, em média (últimos 3 anos), os 53 aeroportos atualmente operados pela Infraero tenham emitido **2.500 toneladas de CO<sub>2</sub>/ano** pelo uso de combustíveis fósseis como Diesel e Gasolina para combustão móvel e estacionária.

### Principais medidas em execução

- Aumento em 25% das videoconferências em 2017, evitando deslocamentos (em que pese estas contribuam também para o Escopo 3);
- Substituição gradual da frota de veículos de pátio e SCI;
- Realização de manutenção periódica em equipamentos e veículos internos.

### Medidas Planejadas

- Adesão de um aeroporto de grande porte ao programa Airport Carbon Accreditation - ACA liderado pelo Conselho Internacional de Aeroportos - ACI (Airports Council International) (06/2020).

### Copos e Papéis (Emissões Evitadas)

Além do incentivo contínuo à redução da impressão de papel branco, em agosto de 2018 foi implementado um Sistema de Gestão Eletrônica de documentos, o que permitiu para o mesmo ano uma redução de 17% nas emissões associadas ao consumo de papel branco A4. Como fator de emissão, foi considerado que uma resma de papel (500 folhas) emite, aproximadamente, 3,5 Kg de CO<sub>2</sub>.

Desde 2017, a Infraero tem promovido uma campanha de utilização de copos reutilizáveis, distribuindo-os a todas as suas unidades, o que fez com que o quantitativo de uso de copos descartáveis (e as emissões associadas à sua produção) fosse reduzido em 40%. Foi considerado que a produção de um copo plástico emite aproximadamente 16,69 g de CO<sub>2</sub>.

**TABELA 3. REDUÇÃO NAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> ASSOCIADAS AO CONSUMO DE COPO E PAPEL.**

Ano	tCO <sub>2</sub> /ano		% Redução	
	Copo	Papel	Copo	Papel
2017	142.9	96.9	-	-
2018	86.2	80.8	-40	-17%

FONTE: INFRAERO.

## Redução do Consumo de Energia Elétrica (Escopo 2)

Com as informações sobre o consumo de energia obtidas no Sistema de Gestão de Contratos de Energia Elétrica (GCE) foi possível estimar o total de GEE emitido (em massa) para o consumo de energia elétrica no triênio 2016-2018. Os aeroportos da Infraero emitiram, ao todo, cerca de **65.000 toneladas de CO<sub>2</sub>** associadas à produção de energia elétrica consumida, conforme Tabela 1. O cálculo foi feito com base nos fatores de emissões disponibilizados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC).

Mesmo com a redução do consumo de energia elétrica nos aeroportos, houve um pequeno aumento proporcional nas emissões de GEE em 2017, associadas ao escopo 2. Isso se justifica pelo fato do governo ter acionado termoelétricas para manter o fornecimento de energia do país. O consumo de energia associado à atividade dos aeroportos possui reflexo direto nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), e, ao mesmo tempo, é um indicador da eficiência energética destas atividades.

A Infraero busca a melhoria contínua da sua operacionalidade, que engloba ações de eficiência energética resultando em benefícios à redução direta e indireta das emissões de GEE e poluentes atmosféricos. Atualmente, dos dez aeroportos mais movimentados da empresa, oito possuem Inventários de Emissão Atmosférica atualizados e elaborados de acordo com as normas e metodologias da OACI e do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

## Principais medidas executadas/em execução

- Iluminação LED em Terminais de Passageiros (TPS);
- Iluminação LED para balizamento;
- Substituição de equipamentos antigos por equipamentos mais eficientes
- Sistema de geração de energia elétrica por meio de placas fotovoltaicas no telhado do Terminal de Desembarque no Aeroporto Santos Dumont (Figura 3).

**TABELA 4: EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> ASSOCIADAS AO ESCOPO 2. DE 2016 A 2018.**

Ano	Consumo (MWh)	Fator de Emissão (tCO <sub>2</sub> /MWh)	CO <sub>2</sub> Equivalente (t)	Diferença (%)
2016	282.513	0,0817	23.081	-
2017	270.553	0,0931	25.188	9%
2018	216.868	0,0776	16.829	-33%

FONTE: INFRAERO

## Medidas planejadas

### Mercado Livre de energia (Jan/2020)

- Infraero aposta na contratação livre de energia elétrica. Tal medida possibilita que os aeroportos consumam energia proveniente de fonte incentivada (PCH, eólica, solar, biomassa, dentre outras) abatendo, assim, as emissões de GEE associadas ao consumo de energia elétrica do aeroporto;
- Como exemplo, em Junho de 2019 a Infraero realizou o processo de aquisição de 2,17 Megawatt Médio (MWMédio) de energia elétrica no Ambiente de Contratação Livre (ACL) para o Aeroporto do Rio de Janeiro - Santos Dumont/RJ.

### Automação (Jun/2020)

- Infraero está investindo em soluções de automação de sistemas que controlam diversos equipamentos em seus aeroportos. Tal medida possibilita que os aeroportos reduzam o seu consumo de energia uma vez que a automação aumenta a eficiência energética dos sistemas reduzindo, assim, as emissões de GEE associadas ao consumo de energia elétrica do aeroporto. Tais medidas estão sendo implementadas nos Aeroportos do Rio de Janeiro - Santos Dumont/RJ e Congonhas – São Paulo.

### GPU-400 Hz e PCA (ar condicionado) no Aeroporto de Congonhas – São Paulo (Jun/2021)

- Em formato de concessão comercial, serão disponibilizados às aeronaves serviços de suprimento por GPU-400Hz e PCA para cada uma das 29 (vinte e nove)

posições existentes, evitando a emissão anual de aproximadamente **10.000 toneladas de CO<sub>2</sub>/ano** segundo estimativas preliminares do projeto.

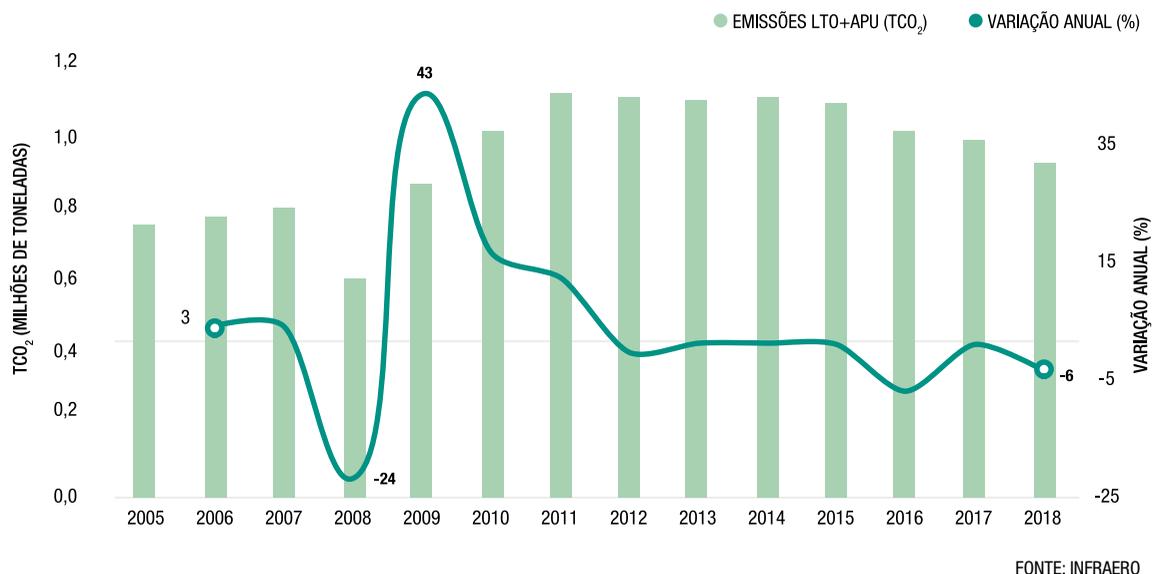
- Constituiu-se o GPU-400Hz em um conversor de frequência a estado sólido, montado em um gabinete autoportante com um grau de proteção adequado para instalação ao tempo, sobre base de concreto conforme as posições mencionadas, o qual disponibiliza energia elétrica às aeronaves em 200 / 115 V a 400 Hz por meio de cabo e plugue apropriados, com capacidades variadas conforme o porte requerido, sendo no caso presente, até 90 kVA para todas as posições.
- Constituiu-se o PCA (*Pre-conditioned Air*) em uma unidade *self contained*, autocontrolada, com saídas variáveis, que se conecta as aeronaves por meio de dutos apropriados provendo-lhes ar condicionado durante a permanência em solo.

### Emissões de Movimento de Aeronaves (LTO+APU) (Escopo 3)

Estima-se que, em média (dos últimos 3 anos), os movimentos de aeronaves do ciclo LTO adicionados ao tempo de APU das mesmas nos 53 aeroportos atualmente operados pela Infraero tenham emitido cerca de 944.000 toneladas de CO<sub>2</sub>/ano não considerando os voos de cruzeiro.

No entanto, ao se considerar apenas os 53 aeroportos atualmente operados pela Infraero e fazendo uma série histórica das estimativas de emissões pelo movimento de aeronaves nos mesmos (ciclo LTO e APU – Figura 4), nota-se que há uma ten-

**GRÁFICO 17. EMISSÕES DE AERONAVES EM AEROPORTOS DA INFRAERO, DE 2005 A 2018 – LTO + APU (TCO<sub>2</sub>).**



dência de queda desde 2011. Isso significa que, mesmo com leve aumento no número de passageiros, as aeronaves têm se tornado mais eficientes do ponto de vista do consumo de combustível e, em segundo plano, que os aeroportos têm contribuído com medidas de infraestrutura que auxiliam este processo de redução.

## Outras Medidas

É válido citar outras medidas pontuais que não geram redução significativa ou que foram apenas realizadas em períodos de testes, podendo-se destacar:

- Aeroporto do Rio de Janeiro/Santos Dumont (RJ) - Testes com ônibus elétrico para transporte de passageiros;
- Aeroporto de Jacarepaguá/RJ - Projeto piloto de energia solar que abastece alimenta cinco lâmpadas LED e duas to-

madas. O sistema é composto por dois controladores de carga, um inversor e duas baterias que armazenam a energia que será utilizada no período noturno;

- Aeroporto de Campo de Marte/SP - Nove painéis para captação de energia solar no Aeroporto de Campo de Marte para suprir, em conjunto com a rede externa, energia elétrica para lâmpadas e tomadas do piso térreo do prédio da administração;
- Estação Prestadora de Serviços de Telecomunicações e de Tráfego Aéreo (EPTA) de Jacarepaguá (RJ) - Primeira Estação Meteorológica de Superfície em Sítio Secundário da Infraero alimentado por painéis solares;
- Modernização de GSEs no Aeroporto de Congonhas (SBSP) com nove novos tratores rebocadores de aeronaves (*push back*), 8 novos tratores de reboque e 12 novas esteiras de carregamento móveis.

## 2. Aeroporto Internacional de Viracopos

O Aeroporto Internacional de Viracopos foi concedido para a iniciativa privada em fevereiro de 2012, quando o Consórcio Aeroportos Brasil ganhou o direito de administrar o aeroporto por um período de 30 anos. Formado pelas empresas TPI – Triunfo Participações e Investimentos, UTC Participações e a francesa Egis Airport Operation, o consórcio junto com a Infraero formam a Concessionária Aeroportos Brasil Viracopos.

Entre as melhorias implementadas no Aeroporto, pode-se destacar a construção do Novo Terminal de Passageiros (TPS 01) que possui 178.000 m<sup>2</sup>, com capacidade para processar 25 milhões de passageiros/ano; Instalação de 28 pontes de embarque; 35 novas posições de aeronaves; Construção de Edifício Garagem com capacidade para 4.000 veículos.

A Tabela abaixo relaciona as medidas de sustentabilidade e eficiência energética adotadas por Viracopos.

**TABELA 5. AÇÕES REALIZADAS E RESULTADOS ALCANÇADOS PELO AEROPORTO INTERNACIONAL DE VIRACOPOS.**

Categoria	Ações Realizadas	Resultados
Melhorias na Gestão e na Infraestrutura Aeroportuária	Sistema 400Hz (GPU e PCA) instalado em todas as 28 pontes de embarque, além de 04 sistemas móveis para atendimento em posições remotas	Redução média de 2.862 ton CO <sub>2</sub> por ano, tendo como base o ano de 2016.
	Substituição da frota operacional: foram colocados em operação 12 veículos operacionais ano modelo 2018 (04 diesel e 08 flex), em substituição a 11 veículos anos modelo 1998 a 2012 (08 diesel e 03 flex).	
	Substituição de empilhadeiras utilizadas no Terminal de Cargas – Importação e Exportação: 5 empilhadeiras a diesel, 28 empilhadeiras elétricas e 57 empilhadeiras a GLP.	
Melhorias na Eficiência Energética	Substituição de 400 lâmpadas de vapor de mercúrio por LED nas vias de acesso e sistema viário do sítio aeroportuário de Viracopos.	Redução média de 43,5 ton CO <sub>2</sub> por ano, tendo como base o ano de 2015
	Substituição de 23 lâmpadas de vapor de mercúrio por lâmpadas em LED na área do canal vermelho do Terminal de Cargas de Viracopos.	Redução média de 6,92 ton CO <sub>2</sub> por ano, tendo como base o ano de 2015
	Instalação de 190 lâmpadas em LED na área de ampliação do Terminal de Cargas, em substituição a lâmpadas de vapor de mercúrio.	Redução média de 20,7 ton CO <sub>2</sub> por ano, tendo como base o ano de 2015.

Categoria	Ações Realizadas	Resultados
Melhorias na Eficiência Energética	Instalação de 232 lâmpadas em LED na área de Exportação do Terminal de Cargas, em substituição a lâmpadas de vapor de mercúrio. Com isso o TECA Exportação passou a utilizar 100% em lâmpadas de LED em suas instalações.	Redução média de 25,28 ton CO <sub>2</sub> por ano, tendo como base o ano de 2015.
Melhorias na Gestão Ambiental	Gestão de resíduos: Programa de Coleta Seletiva desde o ano de 2014, que busca permanentemente agregar valor aos resíduos gerados nas diversas atividades.	Em 2018 foram geradas 3.071 ton. de resíduos no sítio aeroportuário e desse total, 1.361 ton. foram encaminhadas para reciclagem, compostagem, co-processamento etc, o que equivale a 44,3% de resíduos que deixaram de ser encaminhados para Aterros Sanitários.
	Educação ambiental: Viracopos realiza a conscientização de seus colaboradores através de treinamentos, palestras, comunicados, e o tema Emissões Atmosféricas está sempre presente nas atividades desenvolvidas	
Reporte de Sustentabilidade	Viracopos elabora o Inventário de Gases de Efeito Estufa desde o ano de 2013 e, a partir de 2016, passou a publicá-lo no Programa GHG Protocol, através da holding TPI – Triunfo Participações e Investimentos.	O Aeroporto possui o selo ouro do Programa GHG Protocol.

As ações planejadas pelo aeroporto de Viracopos incluem:

- Instalação de 472 lâmpadas em LED na área do TECA Importação, em substituição as lâmpadas de vapor de mercúrio existentes. Realizando essa ação o Terminal de Cargas passará a ter 100% de lâmpadas em LED nas suas instalações. Essa ação irá resultar em uma redução média de 51,43 tCO<sub>2</sub> por ano, tendo como base o ano de sua execução (previsão para o ano de 2019).
- Instalação de LED na área dos pátios November, Papa e Quebec. Como não foi finalizado o levantamento quantitativo, não é possível estimar o impacto.

### 3. Aeroporto Internacional de Belo Horizonte

O aeroporto internacional de Belo Horizonte, localizado no estado de Minas Gerais, foi concedido à BH Airport no leilão nº 1/2013, realizado na BMF&BOVESPA em 22 de novembro de 2013. O Contrato de Concessão foi assinado em 7 de abril de 2014 e sua eficácia iniciou-se em 7 de maio de 2014. As operações da Infraero foram transferidas para a BH Airport em 11 de janeiro de 2015.

A BH Airport e seus acionistas realizam a contabilização das emissões de gases de

efeito estufa - GEE de suas atividades empresariais, elaborando anualmente inventário de acordo com as diretrizes do GHG Protocol, o qual permite avaliar o desempenho empresarial e desenvolver planos de ação para mitigar os impactos.

O Aeroporto Internacional de Belo Horizonte foi reconhecido, em 2018, no Nível 1 do Airport Carbon Accreditation (ACA) do Airport Council International (ACI), pela identificação e mapeamento das fontes de emissões de gases de efeito estufa oriundas de

suas atividades, por meio do cálculo de pegada de carbono do aeroporto referente ao ano de 2017 (igual a 2.480 toneladas de CO<sub>2</sub>e naquele ano). A BH Airport recebeu, ainda, a certificação da norma ISO 14.064-1 (Emissões de Gases de Efeito Estufa). O inventário e monitoramento das emissões de GEE são realizadas pela BH Airport por meio da ferramenta de governança socioambiental CERENSA, que auxilia na análise da utilização dos recursos ambientais e identificação de oportunidades de agregar eficiência energética.

**TABELA 6. AÇÕES EM ANDAMENTO NO AEROPORTO INTERNACIONAL DE BELO HORIZONTE.**

Categoria	Ações em andamento
Melhorias na Gestão e na Infraestrutura Aeroportuária	Unificação dos setores de armazenamento da Importação.
	Ampliação da área de armazenamento da Exportação.
	Verticalização das áreas de armazenamento, reduzindo movimentações desnecessárias com as cargas.
	Redução média de 63 horas/mês nas movimentações de cargas com empilhadeira.
	Transferência dos ônibus reservas e micro-ônibus para o Abrigo de Rampa e transferência da sala dos motoristas para o Abrigo de Rampa para diminuição da distância percorrida pelos ônibus para realização dos atendimentos.
	Implantação de nova rotatória no pátio do Aeroporto, no ano de 2018, também para redução da distância percorrida para realização dos atendimentos remotos aos Passageiros, gerando uma média de redução de 30% da distância percorrida e consequentemente do combustível utilizado.
	Redução Geral do Consumo de Combustível da Frota de Veículos.
	Utilização do inventário para análise e identificação de oportunidades de agregar eficiência energética no consumo de combustível de movimentações de aeronaves e da frota de veículos da BH Airport e ESATAS.
Melhorias na Eficiência Energética	Utilização do inventário para análise e identificação de oportunidades de agregar eficiência energética no consumo de energia elétrica.
	Gestão do combustível de geradores.
	Gestão do uso de GLP na cozinha e nas empilhadeiras.
	Gestão do uso de fluidos refrigerantes no sistema de ar condicionado.
	Gestão relativa aos extintores de CO <sub>2</sub> .
Gestão de viagens aéreas de colaboradores.	

Categoria	Ações em andamento
Melhorias na Gestão Ambiental	Gestão de resíduos sólidos.
	Acompanhamento do volume de efluente tratado na estação de tratamento de esgoto.
Educação Ambiental	Reciclagem de boas práticas de armazenagem para todos os operadores, afim de otimizar a execução de todas atividades.
Reporte de Sustentabilidade	A pegada de carbono do aeroporto foi calculada em 2.480 toneladas de CO2 equivalente em 2017, conforme Certificado Nível 1 ACA ACI.

## 4. Aeroporto Internacional de Florianópolis

A Floripa Airport, pertencente à suíça Zurich Airport, assumiu o Aeroporto Internacional de Florianópolis em 03 de janeiro de

2018, e será a responsável por sua operação pelos próximos 30 anos.

**TABELA 7. AÇÕES PLANEJADAS E COMPROMISSOS ASSUMIDOS PELO AEROPORTO INTERNACIONAL DE FLORIANÓPOLIS.**

Categoria	Ações planejadas	Previsões de Entrega
Melhorias na Gestão e na Infraestrutura Aeroportuária	Fornecer energia elétrica e ar condicionado para as aeronaves.	Até 2030
	Construção de novo terminal <i>ecofriendly</i> , com: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aproveitamento da iluminação natural do TPS.</li> <li>• Iluminação 100% por LED.</li> <li>• Sistemas de automação.</li> <li>• Aquisição de carros elétricos (<i>follow me</i>).</li> <li>• Co-processamento dos resíduos não recicláveis para aproveitamento energético.</li> </ul>	Outubro de 2019

Categoria	Ações planejadas	Previsões de Entrega
Educação Ambiental	Manual do lojista: diretrizes de sustentabilidade contratuais com cessionários, ESATAS e companhias aéreas.	
	Compromisso de influenciar e encorajar clientes e parceiros na direção de um comportamento sustentável.	
Metas para neutralização e reporte de carbono	Mapeamento de todas as fontes de emissão de gases de efeito estufa	Até 2019
	Redução anual de 5% das emissões de GEE.	De 2020 a 2025
	Substituição dos equipamentos movidos à combustão por equipamentos elétricos.	30% até 2023 50% até 2030
	Obtenção de acreditação da <i>Airport Council International</i> ACI nos 3 primeiros níveis.	Até 2025
	Disponibilização de vagas de estacionamento exclusivo e prioritário para carros elétricos e híbridos.	
	Priorização da aquisição de materiais e insumos dentro de um raio de 400km.	
	Compromisso assumido de fazer escolhas orientadas para carbono neutro.	
Metas para melhorias na eficiência energética	Redução anual de 5% do consumo de energia por usuário.	De 2020 a 2025
	Iluminação do novo terminal e áreas adjacentes utilizando exclusivamente lâmpadas de LED, priorizando iluminação e climatização natural	
	Utilização de equipamentos inteligentes de baixo consumo de energia adquirindo exclusivamente equipamentos com selo “A” Procel.	
	Consumo exclusivo de energia elétrica de fontes limpas e renováveis, por meio do Mercado Livre de Energia no Brasil.	
	Gerar energia limpa (solar).	
Gestão Ambiental - Compromissos	Ser um aeroporto Lixo Zero, buscando continuamente a redução dos resíduos gerados.	
	Utilizar de forma equilibrada e sustentável os recursos naturais, principalmente água e energia.	
	Utilizar embalagens ecoeficientes, eliminando gradativamente utensílios plásticos de uso único.	

## 5. Aeroporto Internacional Tom Jobim – RIOgaleão

O aeroporto Galeão, localizado na cidade do Rio de Janeiro, foi concedido à concessionária RIOgaleão em leilão realizado em 22 de novembro de 2013. O Contrato de Concessão foi assinado em 2 de abril de 2014 e sua eficácia iniciou-se em 7 de

maio de 2014. A transferência das operações da Infraero para a RIOgaleão ocorreu em 12 de fevereiro de 2015. O Aeroporto possui 20 programas de sustentabilidade, cujas principais ações são descritas na Tabela abaixo.

**TABELA 8. AÇÕES EM ANDAMENTO NO AEROPORTO INTERNACIONAL TOM JOBIM – RIOGALEÃO**

Categoria	Ações em andamento
Melhorias na Gestão e na Infraestrutura Aeroportuária	Fomento às práticas que estimulem a redução de GEE decorrente da atividade aeroportuária.
Melhorias na Eficiência Energética	Fomento ao uso eficiente e racional da energia do sítio aeroportuário: plano de eficiência energética, estudos e projetos de inovação, monitoramento e prevenção, e ações de capacitação e treinamento.
Melhorias na Gestão Ambiental	Monitoramento da qualidade do ar.
	Monitoramento de ruído aeronáutico: verificação de curva de ruído e monitoramento de ruído.
	Promoção do uso eficiente e racional dos recursos hídricos.
	Operação do sistema de captação, tratamento e abastecimento de água não potável.
	Monitoramento da rede de abastecimento de água potável.
	Manutenção, operação e tratamento do sistema de esgotamento sanitário.
	Gestão de resíduos sólidos por meio de procedimentos, fluxos, monitoramento e avaliação da geração, coleta, transporte e destinação final dos resíduos gerados no aeroporto.
	Recuperação de áreas degradadas decorrente das medidas compensatórias dos processos de licenciamentos, autorizações ambientais, entre outros.
Estímulo ao fortalecimento da cadeia produtiva/serviços local, fomento à execução de serviços e a aquisição de insumos, equipamentos e produtos em conformidade com os Objetivos do Milênio e Princípios do Equador.	

## 6. Aeroporto Internacional de Fortaleza

A Fraport Brasil é uma subsidiária da Fraport AG Frankfurt Airport Services Worldwide, grupo que oferece soluções de gerenciamento, operação e consultoria aeroportuária há mais de 90 anos, em 31 aeroportos pelo mundo.

Em 2017, o aeroporto internacional de Fortaleza, localizado no estado do Ceará, foi concedido à Fraport no leilão nº 4/2017, realizado em 16 de março de 2017, pelo período de 30 anos. O Contrato de Concessão foi assinado em 28 de julho de

2017 e sua eficácia iniciou-se em 29 de agosto de 2017. As operações da Infraero foram transferidas para a concessionária em 2 de abril de 2018.

Em 2018, o aeroporto operou com média mensal de 4.400 decolagens e pousos domésticos, e 180 internacionais. Segundo o inventário de GEE do mesmo ano, para os escopos 1 e 2 foram emitidos 1.303 tCO<sub>2eq</sub>. Esse número representa 22,28 kgCO<sub>2eq</sub> por movimento de aeronave, e 0,20 kgCO<sub>2eq</sub> por movimento de passageiros.

**TABELA 9. INFRAESTRUTURA ATUAL E FUTURA DO AEROPORTO DE FORTALEZA**

	2018	2023
Passageiros	6,6 milhões	9 milhões
TPS	34.492 m <sup>2</sup>	70.000 m <sup>2</sup>
Pista	2.545m	2.755m
Posições	18	26
Pontes	7	15
Portões	13	21
Pontos comerciais	89	120
Estacionamento	850 vagas	1.100 vagas

FONTE: FRAPORT BRASIL.

Tendo em vista que mais de 90% das emissões de GEE do aeroporto são advindas do consumo de eletricidade, as medidas mitigadoras em execução são focadas na iluminação e no sistema de ar condicionado, conforme se depreende da Tabela abaixo.

**TABELA 10. AÇÕES EM ANDAMENTO NO AEROPORTO INTERNACIONAL DE FORTALEZA.**

<b>Categoria</b>	<b>Ações em andamento</b>	<b>Previsões de Entrega</b>
Melhorias na Gestão e na Infraestrutura Aeroportuária	Estudo para a implantação de sistema 400 Hz para as aeronaves em solo, com desenvolvimento de linhas de fornecimento de energia e de ar condicionado a partir do aeroporto.	
	Obras de ampliação do TPS e instalações acessórias.	Abril de 2020.
	Obras de ampliação de pista e instalações acessórias.	1º semestre de 2021.
Melhorias na Eficiência Energética	TPS Retrofit: troca da iluminação por LED e estudo de posicionamento de iluminação eficiente.	Abril de 2020.
	TPS Ampliação: instalação de iluminação por LED, posicionamento de eliminação eficiente e uso de iluminação natural.	Abril de 2020.
	Iluminação em LED no novo viário e no estacionamento.	1º semestre de 2021.
	Troca de todas as instalações das utilidades por LED.	1º semestre de 2021.
	Troca de <i>fan coils</i> do sistema de ar condicionado.	Em execução.
	Estudo das fugas de ar condicionado no TPS existente.	Em execução
	Sistema de ar condicionado: execução de nova cobertura sobre a existente com o objetivo de reduzir a demanda de ar condicionado.	Em execução.
Reporte de Sustentabilidade	Elabora inventário conforme o Programa GHG Protocol.	Anual.

## 7. Aeroporto Internacional de Porto Alegre

O aeroporto internacional de Porto Alegre, localizado no estado do Rio Grande do Sul, também é operado pela Fraport Brasil S.A., tendo sido concedido pelo período de 25 anos no leilão nº 4/2017, realizado em 16 de março de 2017. O Contrato de Concessão foi assinado em 28 de julho de 2017 e sua eficácia iniciou-se em 29 de agosto de 2017. As operações da Infraero foram transferidas para a Fraport em 2 de abril de 2018.

O aeroporto de Porto Alegre operou em 2018 com média mensal de 6.600 decolagens e pousos domésticos, e 458 internacionais. Segundo o inventário de GEE do mesmo ano, para os escopos 1 e 2 foram emitidos 1.552 tCO<sub>2</sub>eq. Esse número significa 19,16 kgCO<sub>2</sub>eq por movimento de aeronave, e 0,19 kgCO<sub>2</sub>eq por movimento de passageiros.

**TABELA 11. INFRAESTRUTURA ATUAL E FUTURA DO AEROPORTO DE PORTO ALEGRE**

	2018	2023
Passageiros	8,2 milhões	11,2 milhões
TPS	36.420 m <sup>2</sup>	73.000 m <sup>2</sup>
Pista	2.280m	3.200m
Posições	25	28
Pontes	8	14
Portões	20	24
Pontos comerciais	79	131
Estacionamento	2.684 vagas	4.300 vagas

FONTE: FRAPORT BRASIL.

A Tabela 12 relaciona as principais medidas mitigadoras em execução no aeroporto.

**TABELA 12. AÇÕES EM ANDAMENTO NO AEROPORTO INTERNACIONAL DE PORTO ALEGRE.**

Categoria	Ações em andamento	Previsões de Entrega
Melhorias na Gestão e na Infraestrutura Aeroportuária	Estudo para a implantação de sistema 400 Hz para as aeronaves em solo, com desenvolvimento de linhas de fornecimento de energia e de ar condicionado a partir do aeroporto.	
	Obras de ampliação de pista e instalações acessórias.	2º semestre de 2021.
	Obras de ampliação do TPS e instalações acessórias.	Outubro de 2019.
Melhorias na Eficiência Energética	TPS Retrofit: troca da iluminação por LED e estudo de posicionamento de iluminação eficiente.	Outubro de 2019.
	TPS Ampliação: instalação de iluminação por LED, posicionamento de eliminação eficiente e uso de iluminação natural (claraboias).	Outubro de 2019.
	Iluminação em LED do pátio ampliado	2º semestre de 2021.
	Troca de todas as instalações das utilidades por LED.	2º semestre de 2021.
	Novos equipamentos de ar condicionado.	Em execução.
	Troca das torres de resfriamento do sistema de ar condicionado.	Em execução.
	Troca das CAVs (troca térmica) do sistema de ar condicionado.	Em execução.
Reporte de Sustentabilidade	Elabora inventário conforme o Programa GHG Protocol.	Anual.

## 8. Aeroporto Internacional de São Paulo – Guarulhos

O aeroporto internacional de São Paulo foi concedido à concessionária GRU Airport S.A. no leilão nº 2/2012. O Contrato de Concessão foi assinado em 14 de junho de 2012 e sua eficácia iniciou-se em 11 de julho de 2012. As operações da Infraero foram transferidas para a GRU Airport em 15 de fevereiro de 2013.

Por meio da realização de inventário, a GRU Airport realiza o mapeamento das fontes

de emissão de GEE das suas atividades, o que permite quantificá-las, registrá-las e monitorá-las. Até o presente, o aeroporto mapeou 55 fontes de emissão provenientes de processos ou uso de equipamentos das seguintes atividades: manutenção (42,6% do total), serviços comerciais (36,4%), terminal de operações (15,1%), e outros (5,9%). Em 2018, o aeroporto emitiu 66.356,78 tCO<sub>2</sub>e, enquanto no ano anterior foram emitidos 69.326,59 tCO<sub>2</sub>e.

**TABELA 13. AÇÕES EM ANDAMENTO NO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – GUARULHOS.**

Categoria	Ações em andamento
Melhorias na Gestão e na Infraestrutura Aeroportuária	Construção de pistas de taxiamento e de saídas rápidas.
	Construção de 6 novas pontes de embarque com demanda reduzida por ar condicionado, as quais também reduzem a circulação de ônibus.
	Implantação de novas vias de serviço por trás dos aviões, diminuindo a distância percorrida pelos veículos.
	Frota de <i>ground handling</i> do Terminal 3 100% elétrica.
	Realização de estudo para adotar as pontes de embarque com fonte de 400 VAC.
Melhorias na Eficiência Energética	Substituição de lâmpadas halógenas por LED, já tendo sido instaladas 2.740 LEDs até o momento.
	Redução do uso do ar condicionado à noite.
	Aproveitamento da luz solar no terminal de passageiros.
Melhorias na Gestão Ambiental	Usina de biodiesel instalada, em fase final de preparação, que será conduzida em parceria com a comunidade local e possibilitará a utilização de biodiesel nos demais veículos empregados em solo.
Reporte de Sustentabilidade	Elabora inventário conforme o Programa GHG Protocol.

## 9. Aeroporto Internacional de Brasília

O Aeroporto Internacional de Brasília, localizado no Distrito Federal, foi concedido à concessionária Inframérica no leilão nº 2/2012. O Contrato de Concessão foi assinado em 14 de junho de 2012 e sua

eficácia iniciou-se em 24 de julho de 2012. As operações da Infraero foram transferidas para a concessionária em 1º de março de 2013.

**TABELA 14. AÇÕES REALIZADAS E RESULTADOS ALCANÇADOS PELO AEROPORTO INTERNACIONAL DE BRASÍLIA.**

Categoria	Ações Realizadas	Resultados
Melhorias na Gestão e na Infraestrutura Aeroportuária	Processamento eficiente de passageiros e infraestrutura de pátios e pistas.	
Melhorias na Eficiência Energética	Novos píeres com vidros duplos para melhor aproveitamento da luz natural e de sistemas de automação.	
	Substituição de lâmpadas tradicionais por iluminação LED no terminal	Redução de 112,29 tCO <sub>2</sub> e entre 2017 e 2018.
	Redução na demanda de energia.	Redução de 318,69 tCO <sub>2</sub> e entre 2017 e 2018.
	Utilização de energia de fontes renováveis.	Redução de 1.733,35 tCO <sub>2</sub> e em 2017.

As medidas planejadas que contribuirão para a redução das emissões de GEE incluem:

- Iluminação LED no pátio das aeronaves;
- Implantação de usina fotovoltaica;
- Fornecimento de ar condicionado e energia elétrica por meio de sistema 400 Hz.
- Elaboração de inventário de emissões de GEE utilizando a metodologia do *GHG Protocol*.

## 10. Aeroporto de Natal

O aeroporto de Natal, localizado no estado do Rio Grande do Norte, foi concedido à concessionária Inframerica no leilão nº 1/2011. O Contrato de Concessão foi assinado em 28 de novembro de 2011 e sua eficácia iniciou-se em 24 de janeiro de

2012. As operações do aeroporto iniciaram em 31/05/2014.

A Tabela abaixo lista as principais ações realizadas no aeroporto.

**TABELA 15. AÇÕES REALIZADAS E RESULTADOS ALCANÇADOS PELO AEROPORTO INTERNACIONAL DE NATAL.**

Categoria	Ações Realizadas	Resultados
Melhorias na Gestão e na Infraestrutura Aeroportuária	Processamento eficiente de passageiros e da infraestrutura de pátios e pistas.	
Melhorias na Eficiência Energética	Terminais com vidros duplos para melhor aproveitamento da luz natural.	
	Redução na demanda de energia.	Redução de 5 tCO <sub>2</sub> em 2018.

Já as medidas planejadas para aumento da eficiência energética do aeroporto incluem:

- Utilização de iluminação LED no terminal de passageiros;
- Elaboração de inventário de emissões de GEE utilizando a metodologia do *GHG Protocol*.

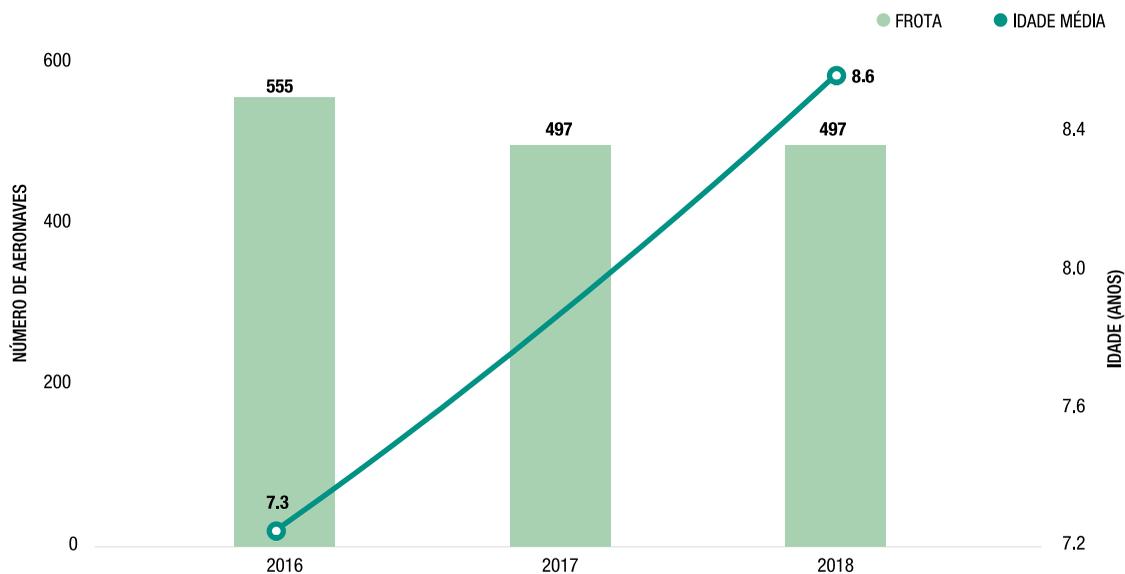
# Indústria Aeronáutica

De acordo com o documento *ALTA Brazil Aviation Insight*<sup>13</sup> divulgado pela Associação da América Latina e do Caribe de Transporte Aéreo, a frota aérea comercial brasileira era composta, em fevereiro de 2019, por 503 aeronaves. A idade média dessa frota era de 10,7 anos com uma utilização média das aeronaves de 8 horas/dia.

13 Aviation Insight Brazil. ALTA - Latin American and Caribbean Air Transport Association, março de 2019.

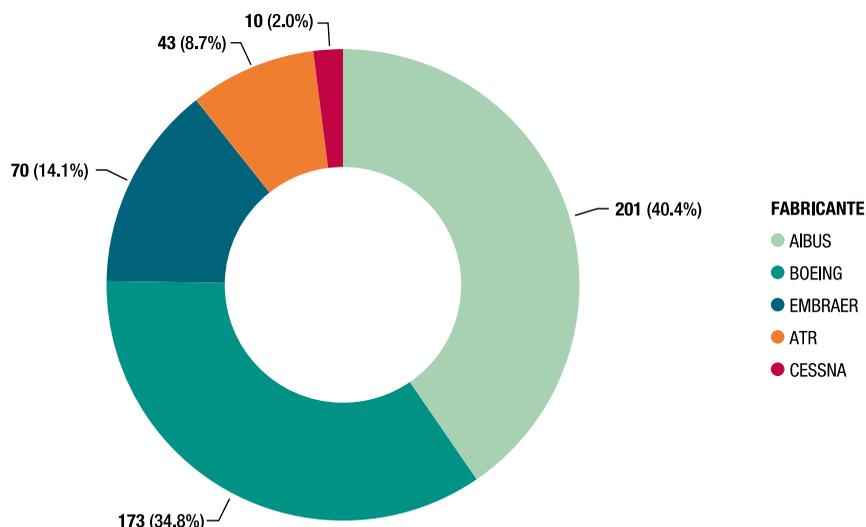
O Gráfico 18 apresenta, para os anos transcorridos desde a última edição do Plano de Ação (i. e. 2016, 2017 e 2018.), a idade média e tamanho da frota brasileira considerando-se apenas as aeronaves cujas movimentações foram efetivamente consideradas para a contabilização dos valores históricos de combustível consumido e RTK apresentados no Capítulo 3 deste documento. Além disso, também foram desconsideradas as aeronaves que

**GRÁFICO 18. EVOLUÇÃO DO TAMANHO E IDADE MÉDIA DA FROTA DAS EMPRESAS BRASILEIRAS PARA O PERÍODO DE 2016 A 2018.**



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC. BASE DE DADOS ESTATÍSTICOS DO TRANSPORTE AÉREO E REGISTRO AERONÁUTICO BRASILEIRO – RAB.

## GRÁFICO 19. PARTICIPAÇÃO DOS FABRICANTES NA COMPOSIÇÃO DA FROTA DAS EMPRESAS BRASILEIRAS PARA O ANO DE 2018.



FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC.  
BASE DE DADOS ESTATÍSTICOS DO TRANSPORTE AÉREO.

não tem a informação referente ao ano de fabricação ou a apresentam de maneira errônea na base de dados do Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB).

Nota-se que a frota brasileira, além de relativamente nova, está sempre em processo de renovação. Na passagem de 2017 para 2018, por exemplo, a idade média teve crescimento inferior a um ano, apesar do número total de aeronaves permanecer o mesmo.

A composição da frota de acordo com o fabricante pode ser observada no Gráfico 19, o qual foi elaborado considerando-se o mesmo escopo adotado para o Gráfico 18, ao lado.

## Embraer

### Centro de Pesquisas Conjunto Embraer-Boeing para Biocombustíveis Sustentáveis de Aviação

O Centro de Pesquisas Conjunto para Biocombustíveis Sustentáveis de Aviação estabelecido por Embraer e Boeing em 2014 contratou dois projetos de estudo visando contribuir para o entendimento e desenvolvimento desses combustíveis no Brasil.

As empresas financiaram o AGROICONE para desenvolver um estudo sobre “Emissões diretas e indiretas provenientes da mudança de uso da terra: avaliação e proposta técnica para biomassas brasileiras”. Esse estudo cobriu aspectos gerais

da análise de ciclo de vida, análise sobre como os modelos de mudanças no uso da terra estão sendo aplicados a particularidades do território brasileiro e contribuições para as discussões internacionais sobre as práticas de gestão de risco em mudanças indiretas de uso da terra (iLUC, na sigla em inglês) de baixo impacto.

O AGROICONE também simulou cenários de combustíveis sustentáveis para aviação no modelo brasileiro de utilização da terra, em comparação com outras estimativas de iLUC.

Os resultados dessa pesquisa foram compartilhados com os representantes do Brasil no Comitê de Proteção Ambiental da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) para auxiliar nas discussões técnicas sobre o tema.

Embraer e Boeing também financiaram um projeto para desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de dados para Bio-combustíveis Sustentáveis para Aviação (SAFs) no Brasil. O projeto foi conduzido por pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e tem por objetivo prover fácil acesso a informações e dados relacionados a matérias primas de interesse para produção de SAFs no Brasil, com base em rotas tecnológicas já certificadas. Tal sistema poderá ser utilizado por diversos interessados, como investidores, pesquisadores, formuladores de políticas públicas, organizações não governamentais, bem como pelo próprio Centro de Pesquisa Conjunto da Boeing e Embraer.

O sistema ainda está sendo estruturado para que o usuário possa rapidamente obter informações de interesse sobre diversas biomassas, como parâmetros para determinar o potencial de produção da biomassa, faixa de produtividade, preços de terrenos e infraestrutura existente em determinada região.

O estudo também está sendo expandido para incluir mais biomassas em sua base de dados antes de sua conclusão prevista para 2020.

## Nova geração de aeronaves comerciais E-Jets E2

Nos últimos dois anos, a Embraer introduziu ao mercado os primeiros modelos de sua nova geração de aeronaves comerciais com até 150 assentos, os E-Jets E2. Essa família é composta por três novos modelos: E190-E2, E195-E2 e E175-E2, que contam com um design de asa totalmente novo (*clean sheet design*), uso inteligente de materiais mais leves, sistema *full fly-by-wire* de 4ª geração e novos motores, além de outras melhorias que reduzem o peso estrutural e aumentam a aerodinâmica da aeronave. Com tecnologias mais modernas, foram atingidos níveis surpreendentes de redução de consumo de combustível e emissão de gases de efeito estufa.

O modelo E190-E2 que entrou em operação em abril de 2018, logo após sua certificação pelas principais autoridades aeronáuticas do mundo, a Agência Nacional

de Aviação Civil (ANAC) no Brasil, a Administração Federal de Aviação (FAA) nos Estados Unidos e a Agência Europeia para a Segurança da Aviação (EASA), alcançou uma redução de 17,3% sobre consumo de combustível e emissão de CO<sub>2</sub> por assento quando comparado com a versão anterior desse modelo, o E190-E1. Em uma operação regular média de 2.500 horas de voo por ano, isso representa aproximadamente 3.600 toneladas de CO<sub>2</sub> que deixaram de ser emitidas por aeronave anualmente.

Em abril de 2019, a ANAC também certificou o modelo E195-E2, a maior aeronave comercial já desenvolvida e construída pelo fabricante brasileiro. Esse modelo atingiu incríveis 25,4% de redução de consumo e emissão de dióxido de carbono por assento em relação a sua versão anterior, E195-E1. Ainda, essa aeronave é o modelo com menor nível de ruído externo em sua categoria, com uma margem cumulativa para o limite de ruído da OACI estágio IV que varia de 19 a 20 EPNdB, sendo 4.0 EPNdB a menos que seu concorrente direto. O primeiro operador dessa aeronave no mundo será a Azul Linhas Aéreas ainda em 2019.

Até o final de 2018, pedidos firmes, opções de compra e entregas dos E-Jets E2 totalizavam 154 aeronaves.

# Combustíveis Alternativos

## Biocombustíveis no Brasil

A preocupação global com a mudança climática, bem como os elevados preços e as incertezas acerca da oferta de petróleo têm levado a uma crescente demanda pelo desenvolvimento de novas tecnologias de energia renovável e para a adoção de processos mais eficientes de conversão de energia. Nesse contexto, a produção e o uso do etanol e do biodiesel têm-se desenvolvido nas décadas recentes, essencialmente buscando atender à demanda de veículos leves e pesados utilizados no transporte rodoviário e urbano<sup>14</sup>.

Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE), as metas mundiais de redução de gases de efeito estufa não serão atingidas sem o aumento expressivo do consumo de biocombustíveis. Para que se realize essa expansão, esta necessariamente deverá ser direcionada pela redução de custos de produção dos biocombustíveis avançados<sup>15</sup> e pela adoção de medidas de di-

minuição de riscos financeiros. A Agência também ressalta que, a menos que a curva de aprendizado tecnológico seja superada e a produção escalone, esses biocombustíveis continuarão a custar mais caro que os combustíveis fósseis.

No Brasil, em consonância com sua política energética, tanto a expansão da produção quanto o uso dos biocombustíveis vêm sendo continuamente incorporados como objetivos estratégicos nacionais<sup>16</sup>. Como resultado, o Brasil é atualmente o segundo maior produtor mundial de biocombustíveis, ficando atrás somente dos Estados Unidos<sup>17</sup>.

O etanol é o principal biocombustível produzido e consumido no Brasil, contando com uma cadeia de suprimento bem estabelecida, iniciada na década de 70 por

---

que sejam capazes de gerar reduções significativas de emissões de GEEs quando comparadas com combustíveis fósseis e que não compitam com terras de uso para plantações de fins alimentares ou causem impactos adversos à sustentabilidade.

14 Fonte: Agência Internacional de Energia – AIE, 2019.

15 A AIE (2019) define biocombustíveis avançados como combustíveis sustentáveis produzidos a partir de fontes que não tenham destino alimentar e

16 Fonte: Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2018.

17 Fonte: Statista, 2019..

## GRÁFICO 20. PRODUÇÃO GLOBAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS (HISTÓRICA E PREVISÃO) VERSUS METAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, DE 2010 A 2030.



FORNTE: AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA - AIE, 2019.

meio do programa Pro-Álcool. Atualmente, todo posto de gasolina brasileiro é obrigado a oferecer mistura de gasolina-etanol, contendo 27% de etanol<sup>18</sup>, e a maioria também comercializa etanol puro.

Para introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira, o Governo Federal lançou, em dezembro de 2004, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional. O principal resultado da primeira fase foi a definição de um arcabouço legal e regulatório. A partir de 2008, entrou em vigor a mistura mínima obrigatória de 2% de biodiesel ao diesel convencional (B2) em todo território nacional<sup>19</sup>. Com o amadurecimento do mercado brasileiro, esse percentual foi sucessivamente ampliado até o atual percentual de 10% (B10).

18 Fonte: Portaria MAPA Nº 75 DE 05/03/2015.

19 Fonte: Lei nº 11.097/2005.

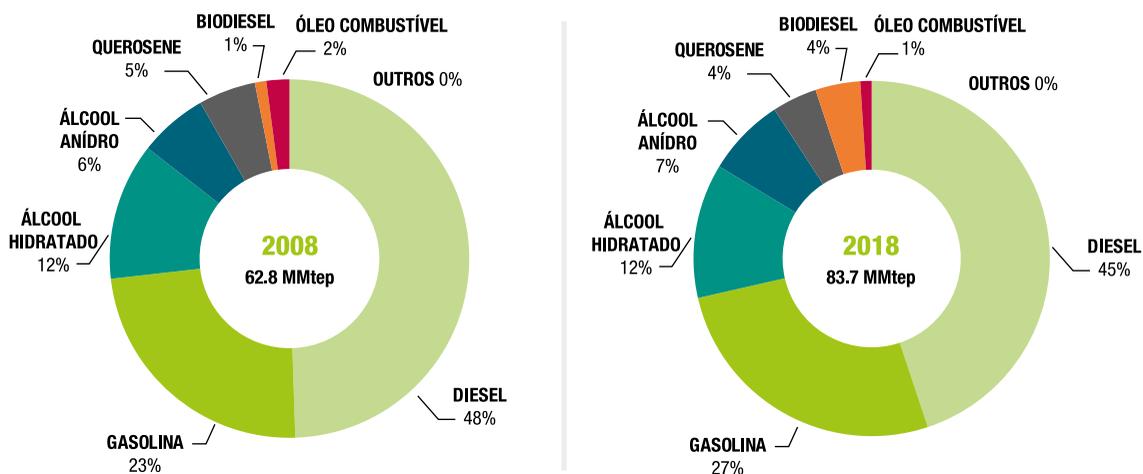
Segundo informações da Empresa de Pesquisa Energética (EPE)<sup>20</sup>, a participação dos biocombustíveis no setor de transportes evoluiu de 18,7% em 2008 para 23,1% em 2018, um aumento de cerca de 8 Mtep (aproximadamente 40% do incremento de todo o setor).

Em 2018, as emissões evitadas pelo uso de etanol (anidro e hidratado) e biodiesel, em comparação aos equivalentes fósseis (gasolina e diesel), somaram 63,7 MtCO<sub>2</sub>. Além dos biocombustíveis líquidos, a bioeletricidade da cana também contribuiu para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>. Considerando a energia exportada e o autoconsumo pelas unidades sucroenergéticas, as emissões evitadas pela bioeletricidade somam 2,6 MtCO<sub>2</sub><sup>21</sup>.

20 Fonte: Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, Ano base 2018 – Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia

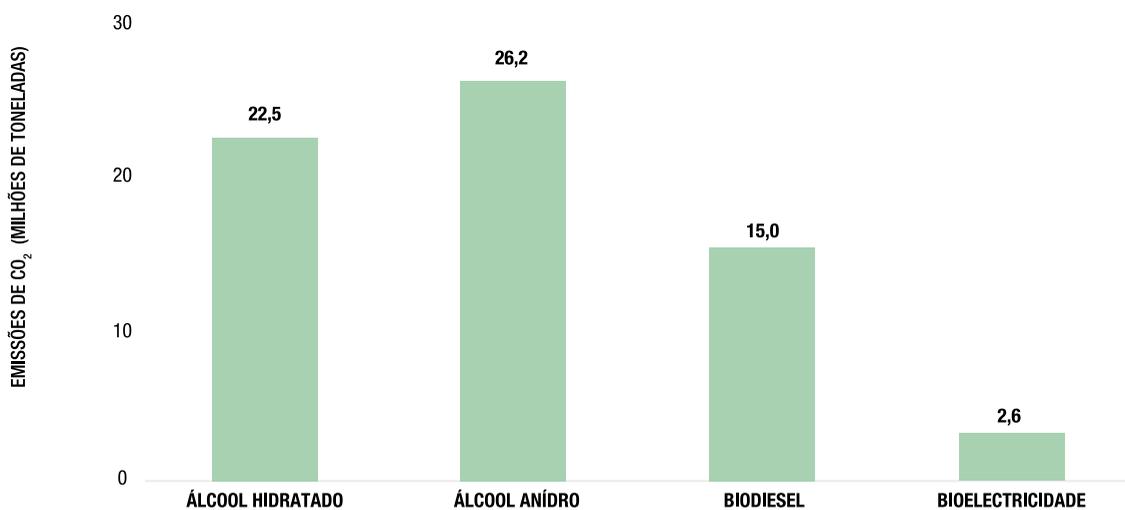
21 Para estimar as emissões evitadas a EPE utilizou o fator de emissão de tCO<sub>2</sub> por MWh gerado, calculado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTIC, 2019).

## GRÁFICO 21. MATRIZ ENERGÉTICA – SETOR TRANSPORTE – 2008 E 2018.



FONTE: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE, 2018.

## GRÁFICO 22. EMISSÕES EVITADAS COM BIOCOMBUSTÍVEIS EM 2018 – BRASIL.



FONTE: EPE, 2019A; IPCC, 2006; ROSA, OLIVERIA, COSTA PIMENTEIRA & MATTOS, 2003; AND MCTIC, 2019.

## Combustíveis Sustentáveis para a aviação

Apesar dos significativos ganhos de eficiência alcançados por meio de melhorias operacionais, tecnológicas e de infraestrutura, estudos estimam que ainda assim as emissões de CO<sub>2</sub> irão mais que duplicar até 2050<sup>22</sup>. O Gráfico 23 apresenta os resultados para a queima global de combustíveis da aviação internacional de 2005 a 2040, extrapolados para 2050.

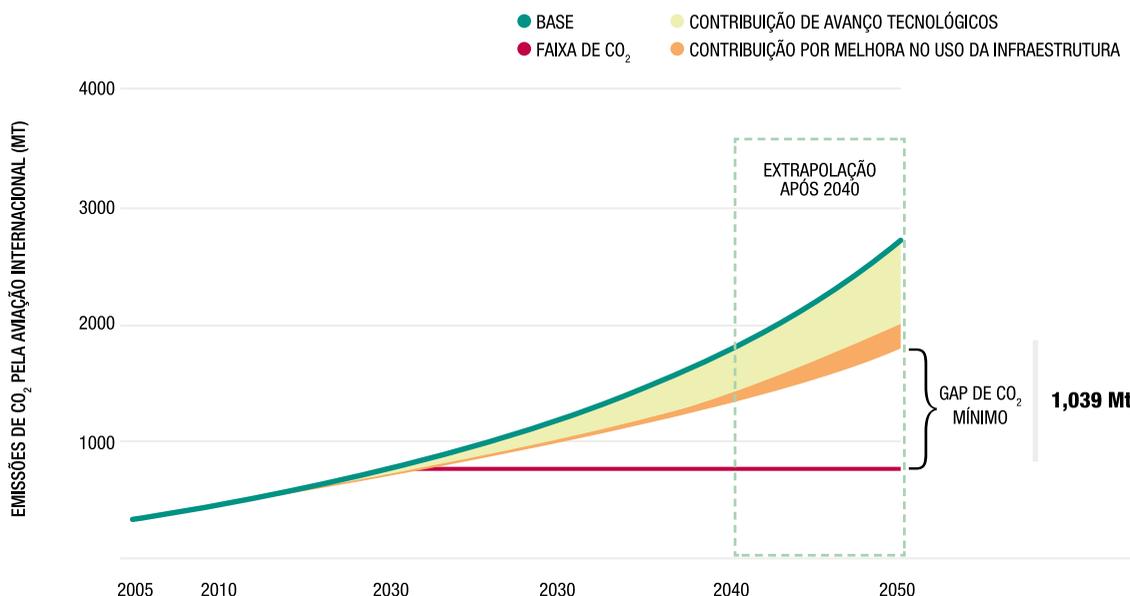
De modo a induzir o crescimento neutro da indústria de aviação civil a partir de 2020, torna-se imprescindível a utilização de combustíveis sustentáveis de aviação.

22 Fonte: Reporte Ambiental da OACI, 2016.

Não obstante, no Brasil e no mundo, há desafios industriais e econômicos a serem superados para que esses combustíveis possam ser competitivos em relação ao de origem fóssil. A ponderação da relação custo/benefício é condição primordial à mudança de matriz energética, tendo em vista que o gasto com combustível representa o fator mais relevante para o custo operacional de uma empresa aérea, em torno de 30%.

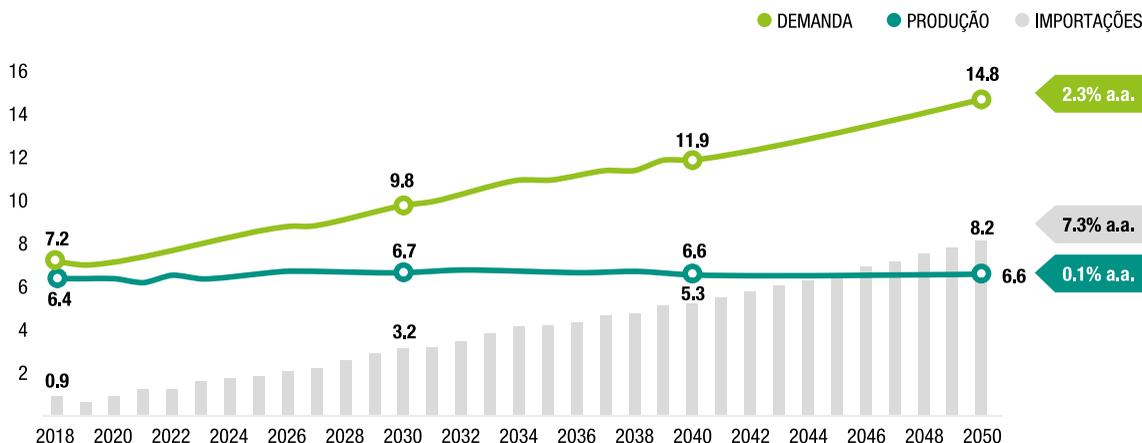
Para garantir a segurança dos voos, os combustíveis de aviação são submetidos a elevadas exigências de qualidade que englobam toda a cadeia de produção e distribuição até os tanques das aeronas-

**GRÁFICO 23. TENDÊNCIAS DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> DA AVIAÇÃO CIVIL DE 2005 A 2050.**



FONTE: ICAO ENVIRONMENTAL REPORT 2016.

## GRÁFICO 24. PRODUÇÃO, DEMANDA E IMPORTAÇÕES DE QAV (EM BILHÕES DE LITROS).



FONTE: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE.

ves. Essas exigências visam garantir a segurança das operações e são similares em todo o mundo, de modo a permitir a interoperabilidade, por exemplo, dos voos internacionais. Dessa forma, tendo em vista sua especificação global e utilização distribuída entre vários países, os combustíveis sustentáveis de aviação são desenvolvidos sob o conceito de *drop-in*, ou seja, podem utilizar a mesma infraestrutura e não exigem adaptação das aeronaves ou motores.

Em adição às exigências técnicas de qualidade, a indústria de aviação exige a certificação de sustentabilidade da produção dos combustíveis, incluindo a produção da matéria-prima, para garantir que sejam produzidos de acordo com exigências ambientais e sociais.

No Brasil, as matérias-primas mais promissoras para a produção de BioQAV, observados os processos tecnológicos certificados

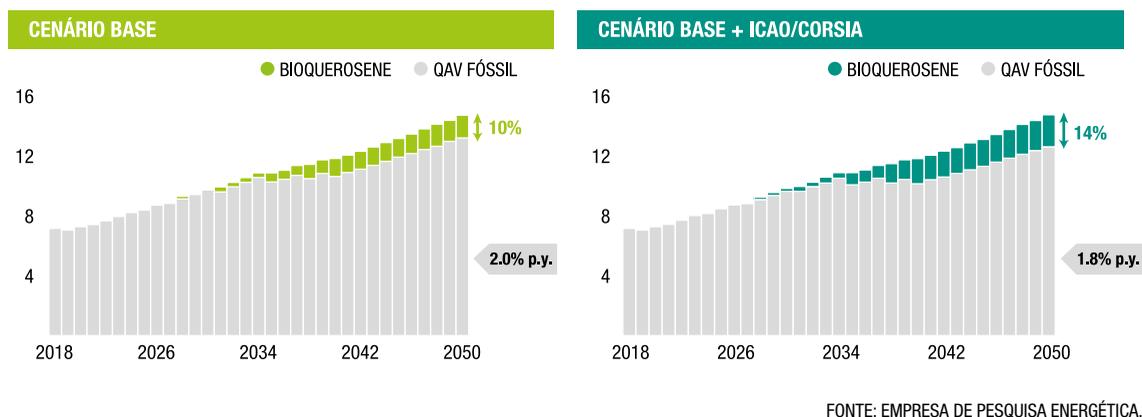
pela ASTM Internacional, são o babaçu, a cana-de-açúcar, a macaúba, a palma, a soja e recursos florestais (eucalipto)<sup>23</sup>.

O primeiro teste com bioquerosene no país ocorreu em 2010 em um voo da TAM, hoje Latam. Azul e Gol também realizaram experimentos com combustíveis sustentáveis. Durante a Copa do Mundo de 2014, a Gol realizou mais de 300 voos com uma mistura de 4% de biocombustível, o que evitou a emissão de 239.136,32 kg de CO<sub>2</sub>.

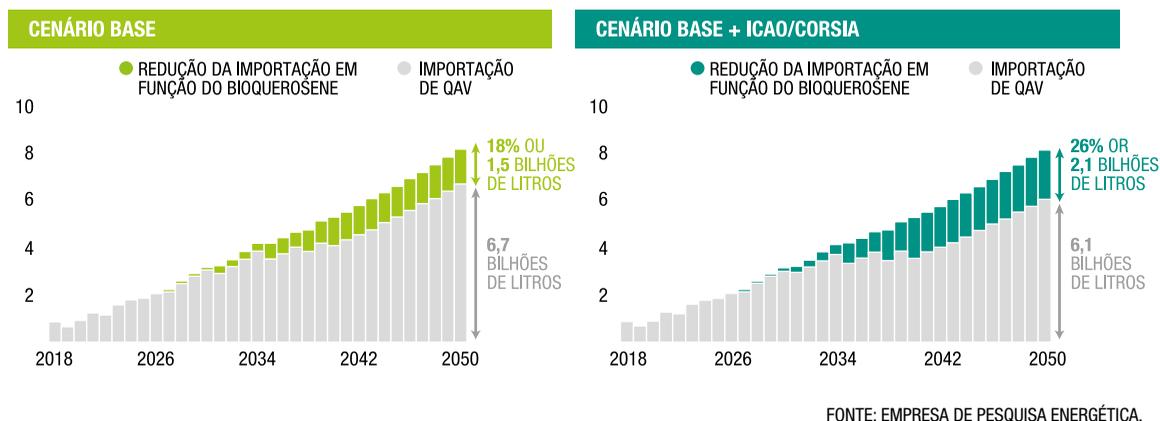
Ressalta-se que o bioquerosene e os hidrocarbonetos renováveis para aviação apresentam vantagem competitiva no caso brasileiro, pois consistem em soluções interessantes para a oferta descentralizada e consequente redução dos custos logísticos. Atualmente, mais de 80% da produção nacional de QAV localiza-se

<sup>23</sup> Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, 2018.

## GRÁFICO 25. PARTICIPAÇÃO DO BIOQUEROSENE DO CONSUMO TOTAL DE QAV (EM BILHÕES DE LITROS).



## GRÁFICO 26. IMPACTO DO BIOQUEROSENE NAS IMPORTAÇÕES DE QAV (EM BILHÕES DE LITROS).



na Região Sudeste<sup>24</sup>, enquanto o consumo é distribuído por aeródromos espalhados por todas as regiões do Brasil, em muitos casos em áreas remotas. O atendimento dessas áreas apresenta um elevado custo logístico para o abastecimento nacional.

Ademais, trata-se de importante alternativa à importação de energéticos fósseis. O balanço nacional de QAV, realizado pela EPE mostra uma estimativa de crescimento na

demanda até 2050 que não será acompanhada pelo incremento na produção<sup>25</sup>, conforme se observa no Gráfico 24.

A EPE estima ainda que, até 2050, a participação do bioquerosene no consumo total de combustíveis de aviação pode chegar a 1,5 bilhão de litros, o que reduziria a necessidade de importação em 18%. Considerando-se o incentivo adicional

<sup>24</sup> Fonte: Projeção de Oferta e demanda de QAV e Bioquerosene no Brasil; Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia.

<sup>25</sup> Essa trajetória considera a ausência de investimentos em refino no país e o incremento na produção se justifica pelo aumento no fator de utilização das refinarias existentes.

promovido pelo CORSIA, esse valor pode chegar a 2,1 bilhões de litros de BioQAV consumidos.

## Iniciativas em pesquisa e desenvolvimento de combustíveis sustentáveis de aviação

### Petrobras

A Petrobras, empresa estatal de economia mista, com sede no Rio de Janeiro, opera atualmente em diversos países no segmento de energia, prioritariamente nas áreas de exploração, produção, refino, comercialização e transporte de petróleo, gás natural e seus derivados. A empresa possui projetos em andamento relacionados à produção de BioQav e diesel renovável em suas refinarias.

Uma possibilidade em análise trata-se do processamento de óleo vegetal para produção de querosene de aviação com conteúdo renovável (co-processamento). A Petrobras já possui experiência de sucesso na produção de diesel renovável com o co-processamento de até 5% de óleo vegetal em Unidades de Hidrotratamento (HDT). O Diesel com conteúdo Renovável possui qualidade superior à mistura de diesel fóssil com a mesma proporção de biodiesel de transesterificação e esterificação de matérias graxas. Há também tecnologia disponível para unidades dedicadas a operar exclusivamente com matéria renovável (processos de Hidrotratamento – HDT), que exigem, entretanto, novos investimentos.

Tendo em vista que estes processos também produzem Diesel Renovável em quanti-

dades significativas, a viabilidade econômica do projeto depende de ajuste regulatório: é importante que a produção de Diesel Renovável, assim como o Biodiesel (éster), possa gerar Créditos de Descarbonização – CBIO, no âmbito da Política Nacional de Biocombustíveis (Programa RenovaBio).

### Programa Aeroporto Verde

A Petrobras Distribuidora possui o Programa Aeroporto Verde, que busca utilizar tecnologias e práticas ecoeficientes nas unidades BR Aviation, com o objetivo de transformá-las em Parques de Abastecimento de Aeronaves sustentáveis, capazes de utilizar os recursos naturais de forma mais consciente.

As principais metas do projeto são reduzir o consumo da água tratada; reduzir e utilizar com eficiência a energia; reduzir a geração de resíduos; e reduzir e controlar as emissões.

Assim, as unidades BR Aviation com o conceito Aeroporto Verde são dotadas de sistemas para captação e reaproveitamento de água da chuva, tratamento de efluentes, reciclagem e coleta seletiva de resíduos e produção e consumo eficiente de energia elétrica.

O projeto foi implantado em 31 aeroportos de 21 estados. Os principais resultados alcançados referem-se à redução média de 48% do consumo de energia e o controle e uso eficiente da água tratada, além da maior conscientização da força de trabalho para minimização da geração de resíduos e controle das emissões.

## ProQR – Combustíveis Alternativos sem Impactos Climáticos

Em agosto de 2017, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e a *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ), Agência Alemã de Cooperação Técnica, iniciaram o projeto “Combustíveis Alternativos sem Impactos Climáticos – ProQR”, oficialmente instituído pelo Ajuste Complementar, de 26 de junho de 2017, ao Acordo Básico de Cooperação Técnica entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República Federal da Alemanha, de 17 de setembro de 1996.

O ProQR visa a criação de um caso de referência internacional para a aplicação de combustíveis alternativos sem impactos climáticos no transporte aéreo. Combustíveis alternativos nesse sentido são combustíveis sintéticos, cujo insumo principal é energia elétrica renovável; também são chamados de eletrocombustíveis renováveis. A produção destes combustíveis pode se basear somente nos insumos ar ambiente e energia elétrica, ou incluir insumos biogênicos. O ProQR contribuirá para o aumento da produção de combustíveis alternativos e diminuição de gases de efeito estufa.

No atual cenário, a crescente expansão da rede de transporte aéreo em áreas remotas no Brasil apresenta enormes desafios logísticos. Longas e complicadas rotas de transporte de combustíveis geram altos custos e prejudicam o meio ambiente. Além disso, a crescente demanda por combustível não pode ser integralmente

atendida por biocombustíveis como o etanol e o biodiesel.

O Brasil possui grande potencial para produzir energia a partir de fontes renováveis descentralizadas, possui uma indústria bem desenvolvida e uma crescente demanda por combustíveis, além de reconhecida expertise em biocombustíveis. A Alemanha por sua vez possui expertise para produção de combustíveis sintéticos ecológicos. Nesse cenário, a cooperação técnica firmada entre os dois países permite que esses trabalhem juntos para a descarbonização global, contribuindo à inovação em nível mundial na produção de combustíveis de última geração.

Neste sentido, o projeto tem como objetivo criar, por meio de uma instalação piloto, um caso de referência que comprove a plausibilidade, viabilidade e possível replicação internacional da produção e do uso de combustíveis sustentáveis de aviação inteiramente neutros ao clima.

Para alcançar esse objetivo, em setembro de 2017, foi realizada a 1ª Reunião do Comitê Consultivo, formado por representantes da Alemanha e do Brasil, com participação de órgãos da administração direta e indireta, academia e indústria.

Em 2018, foram conduzidos estudos para avaliar a plausibilidade de um conceito de produção descentralizada de combustíveis sintéticos, bem como descrever sua viabilidade técnica e econômica, nichos de mercado e aproximação à rota tecnológica (*Fischer-Tropsch*, aprovada pela ASTM

7566 Anexo 1 e 4). Em parceria com a EPE<sup>26</sup>, realizou-se pesquisa com o objetivo de examinar o status quo da cadeia de valor do combustível para aviação no Brasil e determinar o custo real de mercado vendido pelos distribuidores. O projeto buscou analisar os custos reais dos combustíveis, incluindo os “escondidos” (*hidden costs*), que pudessem viabilizar oportunidades locais para combustíveis alternativos de aviação com base em condições logísticas de abastecimento economicamente restritivas.

Os resultados apontam que a solução criada tende a ser adequada para localidades remotas, que possuem custos logísticos mais elevados e demanda por quantidades reduzidas de QAV (500 l/dia). O escalonamento se dará pela produção em série das plantas, em formato de módulos pré-prontos, e não pelo aumento da produtividade de uma única planta. A pesquisa indicou, ainda, que o combustível sintético de aviação tem competitividade econômica prevista para após 2030<sup>27</sup>.

Em agosto de 2018, foi assinado Memorando de Entendimentos (MoU) entre a GIZ e a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), ficando esta responsável pela certificação dos combustíveis a serem produzidos e por propor melhorias ao processo produtivo. Em outubro do mesmo ano formou-se um consórcio empresarial, também por meio da assinatura de um MoU.

---

26 Fonte: Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, Ano 2017 - EPE.

27 Fonte: Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, Ano base 2018 – EPE.

Após a prova teórica e o engajamento de atores relevantes, entre 2019 e 2020, o referido consórcio internacional, liderado por uma empresa brasileira, construirá a planta piloto no Brasil, sendo a instalação financiada por fundos brasileiros e internacionais. As experiências serão sistematicamente captadas e documentadas, cientificamente validadas e fornecidas à discussão internacional da descarbonização do setor de transporte aéreo.

### Plataforma Brasileira de Bioquerosene e Renováveis

Lançada durante a RIO+20, em 2012, pela Associação Brasileira das Empresas Aéreas (ABEAR), União Brasileira do Bioquerosene e Renováveis (UBRABIO), GOL Linhas Aéreas e Curcas Diesel Brasil, a Plataforma Brasileira de Bioquerosene e Renováveis (PBBR) tem como foco prioritário a produção sustentável de biocombustíveis a partir de oleaginosas e resíduos em plataformas regionais logisticamente otimizadas, multi matéria prima e multi processos.

Desde seu lançamento, a PBBR, através da UBRABIO, tem participado ativamente na formulação de políticas públicas para estruturação do segmento de bioquerosene de aviação e hidrocarbonetos sintéticos e integração da iniciativa privada com prefeituras e estados para viabilização de projetos regionais, promovendo o desenvolvimento sustentável em consonância aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.

Diante da dimensão continental do Brasil com seus inúmeros aeroportos, a estratégia que vem sendo desenvolvida é a im-

plantação de unidades de produção distribuída próximo das fontes de matéria prima e de consumo.

## Visão 2030 BR

*“Implantar uma Agenda 2030 BR baseado em cadeias regionais altamente integradas, “desde a pesquisa até o tanque”, logicamente otimizadas, para produção sustentável de biocombustíveis e renováveis com vistas à mitigação dos GEE da aviação civil para atendimento ao CORSIA nos aeroportos brasileiros, recuperação ambiental e reflorestamento com o uso de oleaginosas para atendimento de metas do NDC para a inserção do Brasil na bioeconomia global de baixo carbono preconizada pelo Acordo de Paris.”*

### Plataforma Mineira de Bioquerosene e Renováveis

Lançada em 2014, a Plataforma Mineira de Bioquerosene e Renováveis integra todos os 843 municípios do estado de Minas Gerais, localizado na região Sudeste do Brasil, em uma plataforma estadual de inovação e tecnologia, inserindo Minas Gerais no esforço global de transição para a Economia verde dos biocombustíveis.

Neste sentido, a Visão 2030 MG busca o desenvolvimento sustentável de Minas Gerais na próxima década, alavancando sua base agropecuária e infraestrutura industrial, com a introdução de novas tecnologias disruptivas de conversão de biomassa e resíduos (economia circular), preparando o estado para seu ingresso na bioeconomia, e contribuindo para a sustentabilidade.

Essa agenda positiva se baseia na intensiva ação de reflorestamento para o aumento da recarga hídrica dos aquíferos do estado através da recuperação ambiental das áreas de preservação permanente (APPs), reservas legais e pastagens degradadas com oleaginosas da biodiversidade regional, consorciadas com culturas sazonais (energia + alimentos), com aproveitamento dos resíduos agrícolas e a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos (RSU), integradas digitalmente em uma avançada plataforma de inteligência artificial (Big Data, IoT, modelos preditivos) para a tecnificação do campo na Agricultura 4.0 e o ingresso do segmento agroindustrial mineiro na Indústria 4.0.

Nessa abordagem sistêmica propõe-se integrar a Vertente de Biomassa com a Vertente de Resíduos, para redução dos custos de matéria prima e de produção de Diesel Verde (HVO), Bioquerosene e Renováveis aproveitando a sinergia advinda da integração dos processos de alta tecnologia na produção de biomassa sustentável e no aproveitamento dos resíduos orgânicos, promovendo o desenvolvimento regional sustentável com forte viés ambiental.

O uso intensivo da tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) em todos os elos da cadeia permitirá substancial redução de custos operacionais, além da eficiência e produtividade da Agricultura 4.0 integrada com Indústria 4.0, com forte uso da Inteligência Artificial, IoT, e modelos preditivos tendo como alvo a mudança de paradigma replicável para um ecossistema sustentável - “desde a pesquisa até a asa do avião”.

A Visão 2030 MG se baseia em três vertentes para atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável de Minas Gerais:

**Água:** a água como elemento integrador da Agenda 2030 regional das diferentes regiões do estado, tendo a recuperação da bacia do Paraibuna da Zona da Mata Mineira como experiência piloto apoiado pela Agência Nacional de Águas (ANA). A Visão 2030 MG promove a cobertura vegetal das APPs com oleaginosas nativas na Vertente Biomassa, tendo a palmácea nativa Macaúba (*Acrocomia aculeata*) como principal espécie nativa, dada sua produtividade e capacidade de aumentar a permeabilidade da água face às características da estrutura foliar da coroa e os espinhos do fuste, melhorando o ciclo hidrológico das bacias hidrográficas do estado.

**Biomassa:** promove a produção sustentável de biomassa na visão de Agricultura 4.0 com uso intensivo da Tecnologia da Informação e Comunicação em modelos altamente replicáveis, consorciando oleaginosas perenes com cultura anuais (APLs), visando a tecnificação da agricultura familiar e o empreendedorismo rural. A implantação inicial de Unidades Técnicas Demonstrativas (UTDs) em todos os municípios aderentes ao projeto permite a capacitação e treinamento dos agricultores na produção de energia e alimentos.

**Resíduos:** estruturada a partir de processos inovadores de Economia Circular, esta vertente converte resíduos agrícolas, fração orgânica do lixo urbano (RSU), lodo de esgotamento sanitário, bagaço de cana, cavacos de eucalipto, serragem em produtos de alto valor agregado: bio-óleo, gás de síntese e bio-carvão como insumos

para a Plataforma Integrada de Biorefino desenvolvida pela RenewCo para a Prova de Conceito de Juiz de Fora. Promove forte inclusão social através da integração das Associações de Catadores de Material Reciclável em todos os municípios para coleta de óleos e gorduras residuais (OGR) e na triagem e condicionamento dos resíduos sólidos urbanos.

### Plataforma de Bioquerosene e Renováveis da Zona da Mata

A Zona da Mata Mineira é uma das mesorregiões do estado Minas Gerais, formada por 142 municípios que, segundo dados da Fundação João Pinheiro, apresentou o menor crescimento do PIB per capita no período de 1999 a 2011, entre todas as 12 regiões estaduais. Historicamente, a região foi uma das primeiras fronteiras agrícolas do Brasil quando, na primeira metade do século XIX, era uma das principais produtoras de café do país.

Nesse sentido, a Prefeitura de Juiz de Fora vem coordenando ações multi-institucionais com a participação do Governo Federal, Governo de Minas Gerais, EMBRAPA, EMATER, Universidades Federais (Minas Gerais, Juiz de Fora, Viçosa, Lavras), UBRA-BIO, GOL Linhas Aéreas, Curcas Diesel do Brasil, Agropecuária Serra Negra/Entaban S.A, Geoflorestas, RenewCo entre outras, com vistas à mobilização de esforços junto a outros 45 municípios da região, para implantar um modelo de desenvolvimento regional alinhado aos princípios da Agenda 2030, reiterados no Acordo de Paris (COP 21), consolidando o conceito de Economia Circular, em plataforma colaborativa, com inserção dos municípios regionais na economia verde global.

Lançado em 5 de junho de 2018, o projeto promoverá a recuperação ambiental em 130.000 hec. de áreas degradadas estabelecidas em pastagens, APPs e Reservas Legais, visando o aumento da capacidade de recarga dos aquíferos dos mananciais regionais e a concomitante melhoria da qualidade das águas, a partir da implantação de sistemas agrosilvipastoris e agroflorestais utilizando espécies de oleaginosas nativas, como é o caso da Macaúba, estruturadas no conceito mais amplo de reflorestamento e de manejos agroecológicos sustentáveis.

A Prova de Conceito da Plataforma de Bioquerosene e Renováveis da Zona da Mata estabeleceu projetos específicos para promover um modelo replicável de integração de processos e competências para aproveitamento sinérgico de toda a infraestrutura e recursos locais existentes, reduzindo Capex (investimento fixo) de implantação, otimizando Opex (custos operacionais), produtividade, com aumento de emprego e renda regional.

A partir da Prova de Conceito, espera-se alcançar os seguintes resultados:

- Validação do conceito de cadeias regionais altamente integradas, da pesquisa aos tanques, para produção distribuída de biocombustíveis e produtos renováveis a partir de biomassa e resíduos orgânicos em unidades compactas de produção distribuída com tecnologias inovadoras.
- Agenda Positiva de desenvolvimento regional sustentável dos municípios da Zona da Mata baseado no restauro florestal com Macaúba, para replicação em todos os municípios mineiros.
- Recuperação Ambiental do Bioma Mata Atlântica, com recarga hídrica dos mananciais e sequestro de carbono do reflorestamento.
- Desenvolvimento tecnológico dos biocombustíveis apoiado pelo CIT/SENAI da FIEMG.
- Fornecimento de bioquerosene para os aeroportos IZA, SDU e GIG com redução dos GEE da aviação civil brasileira e atendimento ao CORSIA.

A partir dos processos de conversão *Hydro-processed Esters and Fatty Acids* (HEFA) e *Thermo Catalyst Reforming* (TCR), a Plataforma Integrada de Biorefino terá capacidade para produzir 1.250.000 litros de bioquerosene em 2023, podendo chegar a mais de 200 milhões de litros em 2031.

**TABELA 16. ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE BIOQUEROSENE..**

Ano	Bioquerosene (litros)
2023	1.250.000
2024	1.637.257
2025	6.132.397
2026	15.122.677
2027	37.598.377
2028	71.311.927
2029	116.263.327
2030	172.452.577
2031	266.169.500

FONTE: CURCAS BRASIL.

A cadeia de produção será certificada pela Round Table on Sustainable Biomaterials (RSB), consultoria em sustentabilidade, critérios de certificação para pequenos proprietários e cadeia de valor integrada de bioquerosene.

## Rede Brasileira de bioquerosene e Hidrocarbonetos Renováveis para Aviação

A Rede Brasileira de Bioquerosene e Hidrocarbonetos Renováveis para Aviação (RB-QAV) foi lançada no dia 24 de maio de 2017 no seminário “Biodiesel e Bioquerosene: Sustentabilidade econômica e ambiental”, promovido pela União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene (Ubrabio) e é uma iniciativa do Ministério da Ciência, Tecnologia Inovações e Comunicação (MCTIC), das empresas ligadas ao setor oleoquímico e das universidades e institutos de pesquisa que atuam na pesquisa em bioquerosene e hidrocarbonetos renováveis.

A Rede tem como objetivo a realização de pesquisa, desenvolvimento e inovação por meio de parcerias entre instituições governamentais, instituições de pesquisa e empresas privadas do setor produtivo e consumidor, e assim apoiar o desenvolvimento do setor de bioquerosene de aviação no âmbito nacional. Além disso, a rede dá suporte à criação de políticas públicas e às ações viabilizadoras para a produção de bioquerosene e hidrocarbonetos renováveis contribuindo para redução das emissões do mercado de aviação civil, alinhada às metas do NDC brasileiro, aos compromissos internacionais assumidos pelo Brasil e ao Programa RenovaBio.

## Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP

No Brasil, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) é o órgão responsável pelas especificações técnicas dos combustíveis de aviação bem como pela fiscalização das atividades do segmento, o que inclui o controle

da qualidade do combustível ao longo da cadeia de distribuição. Recentemente, a ANP revisou as normas de qualidade de querosene de aviação fóssil (Resolução ANP nº 37/2009) e renovável (Resolução ANP nº 63/2014). A revisão visou aprimorar a qualidade desses combustíveis, além de alinhar tais especificações às internacionais, originárias da *ASTM International*.

A *ASTM International*, antes *American Society for Testing and Materials*, é uma associação de normas de consenso internacional, sem fins lucrativos, que coleta, padroniza e dissemina informações técnicas. Fundada em 1898, conta com mais 30.000 membros em todo o mundo, os quais, representam produtores de combustíveis, OEMs, fabricantes de equipamentos para análises físico-químicas e órgãos regulatórios de diferentes Estados.

As normas da ASTM são referência mundiais para as especificações técnicas de combustíveis de aviação. O subcomitê D02.J0 é o responsável pelo desenvolvimento das normas aplicadas aos combustíveis de aviação, o qual inclui as especificações de querosene de aviação de petróleo, gasolinas de aviação e de querosenes de aviação alternativos, além dos métodos de ensaio específicos para certificação de combustíveis de aviação. O D02.J0 tem como membros instituições como Boeing, Embraer, GE, Pratt & Whitney, Honeywell, FAA, SwRI, Exxon Mobil, Petrobras, ANP, dentre outras.

A harmonização das especificações dos combustíveis de aviação consiste em uma exigência do setor, uma vez que a aeronave abastecida no Brasil pode ser abaste-

cida em qualquer região do mundo, o que traz a necessidade de disponibilidade de combustível com padrão mínimo de qualidade em qualquer localidade.

Assim, após passar por Consulta e Audiência Públicas, a Resolução ANP 778/2019 traz a unificação das duas resoluções supracitadas em uma única norma, com o intuito de facilitar o entendimento dos regulamentos.

Localizado em Brasília/DF, o Centro de Pesquisas e Análises Tecnológicas - CPT é o laboratório da ANP e tem como principais atribuições: i) realizar ensaios físico-químicos em amostras de combustíveis e lubrificantes, para atendimento às demandas da ANP, incluindo a fiscalização e ii) desenvolver estudos e pesquisas na área de qualidade de petróleo, derivados e biocombustíveis. O Centro possui infraestrutura analítica moderna para certificação completa de gasolina, etanol, óleo diesel, biodiesel (B-100), óleos lubrificantes e petróleo, sendo, inclusive, acreditado conforme a ISO 17025.

Na área de combustíveis de aviação (QAV e GAV), o Centro atualmente possui infraestrutura para certificação de cerca de 60% dos ensaios exigidos nas especificações de querosene de aviação alternativo, ASTM D7566 e RANP 63/2014, e de gasolina de aviação, ASTM D910 e RANP 5/2009 (estimada em cerca de R, 5 milhões). Além disso, o CPT possui expertise no tema, uma vez que é demandado por órgãos como Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aéreos (CENIPA) e Polícia Federal não somente para realizar ensaios físico-químicos, mas também emi-

tir pareceres técnicos e recomendações acerca dos procedimentos operacionais de amostragem e boas práticas para garantir a qualidade dos combustíveis de aviação.

No momento, o CPT/ANP tem trabalhado na linha de inovação e, além disso, ampliado sua capacidade e competência de certificação e controle de qualidade de querosene de aviação sustentável, inclusive com a aquisição de equipamentos analíticos e treinamentos específicos dos recursos humanos. Desta forma, o complemento da infraestrutura do laboratório permitirá atender de uma maneira integral às demandas de instituições governamentais do segmento de aviação.

Relativamente às iniciativas inovadoras, o CPT terá papel ativo no projeto de cooperação Brasil-Alemanha “Combustíveis Alternativos sem Impactos Climáticos - ProQR”, que visa contribuir com solução técnica para a gradual descarbonização da aviação. Como nicho mais promissor foi identificado a produção descentralizada de combustíveis de aviação, e como rota mais adequada para assegurar e confiabilidade e qualidade dos produtos foi escolhida a rota Fischer-Tropsch utilizando hidrogênio renovável e alguma fonte, também renovável, de gás carbônico.

No projeto, o CPT ficará responsável pela certificação dos combustíveis a serem produzidos e para sugerir adequações do processo produtivo a fim de atingir um nível de qualidade além do combustível fóssil. Tal participação foi formalizada pela assinatura, no dia 24 de agosto de 2018, de um memorando de entendimentos entre a ANP e a GIZ, idealizadora do projeto.

# Medidas de Mercado

## Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation – CORSIA

Em 2016, os Estados membros da OACI acordaram pela criação do *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation* (CORSIA), medida de mercado global para compensação simples das emissões em voos internacionais que ultrapassem os níveis de 2020. O esquema foi aprovado por meio da Resolução A39-3: *Consolidated statement of continuing ICAO policies and practices related to environmental protection – Global Market-based Measure* (MBM) scheme.

Trata-se de medida transitória (até 2035, podendo se estender) e complementar às demais ações de mitigação para que o setor consiga alcançar sua meta de crescimento neutro em carbono a partir de 2020.

Dessa forma, a média das emissões provenientes de operações internacionais nos anos de 2019 e 2020 comporá a linha que servirá de base comparativa para o cálculo do crescimento das emissões dos próximos anos.

Há três aspectos principais na implementação do CORSIA que merecem destaque:

**Implementação faseada:** o esquema divide-se em 3 fases (i) fase piloto (2021-2023); (ii) primeira fase (2024-2026); e (iii) segunda fase (2027-2035). As duas primeiras fases são de participação voluntária. A partir de 2027, o CORSIA torna-se obrigatório para todos os países com atividade internacional, cujo volume no ano de 2018 esteja acima de 0,5% do RTK internacional total (ou no acumulado até 90%). Estados com atividade internacional abaixo desses níveis, bem como Países Menos Desenvolvidos (PMDs), Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (PEID) e Países em desenvolvimento sem litoral possuem rotas isentas de compensação, a menos que optem por participar de maneira voluntária.

**Abordagem por rotas:** para que não haja distorções competitivas, uma rota só estará sujeita à compensação se ambos os países de origem e destino estiverem participando do esquema. Essa prerrogativa garante que as obrigações de compensação se aplicarão a todos os operadores em um mesmo mercado.

**Distribuição de obrigações:** inicialmente, as obrigações de compensação decorrentes do crescimento do setor como um todo serão distribuídas entre os operadores de maneira setorial. Como resultado, as obrigações de cada operador serão proporcionais a sua participação de mercado. A partir de 2030, o crescimento individual em relação à linha de base passa a ter um peso cada vez maior. Ressalta-se que a abordagem individual sofreu críticas do Brasil, tendo em vista que favorece as empresas aéreas estabelecidas e cria ônus desproporcional a novos entrantes. Uma regulação econômica que se traduz em tratamento diferenciado entre os atores de um mesmo mercado vai de encontro ao papel e objetivos da atuação governamental. Ademais, a distribuição das obrigações de maneira individual estabelece uma espécie de “direito adquirido” para emitir às incumbentes, enquanto novos operadores, bem como aqueles com reduzida participação no mercado nos anos 2019/20 serão mais duramente penalizados.

As rotas brasileiras estarão sujeitas à compensação no CORSIA a partir de 2027. Em que pese o reconhecimento do setor de que seu crescimento deve se dar acompanhado por políticas de sustentabilidade, o mercado de aviação brasileiro ainda é imaturo, ou seja, tende a crescer mais, em relação aos níveis de 2020, do que outros mercados já estabelecidos. No Brasil, o número de viagens per capita – número de viagens por transporte aéreo em relação à população – ainda é baixo (0,56)<sup>28</sup>

28 Fonte: ANAC.

quando comparado ao de outros países e a expectativa é que novos usuários sejam agregados ao modal.

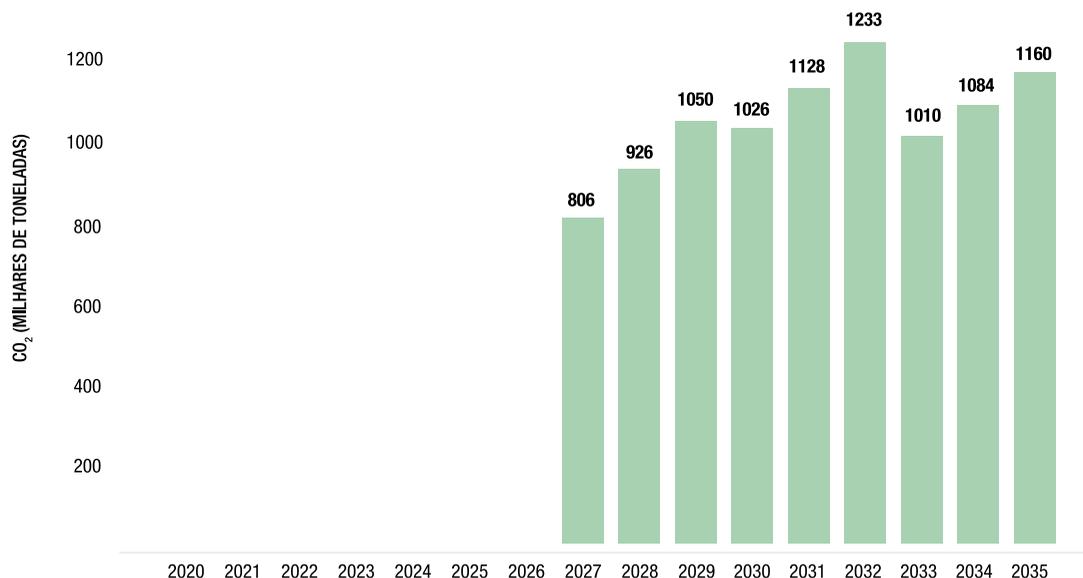
Registre-se que o país participou ativamente das discussões na OACI que possibilitaram o estabelecimento dessa medida de mercado global. Como em qualquer negociação internacional, a acomodação das diferentes realidades nacionais e regionais em um único conjunto de regras requer mecanismos de adaptação. A entrada faseada foi a solução encontrada para, em alguma medida, reconhecer as responsabilidades históricas, bem como os diferentes estágios de desenvolvimento dos países. Assim, a adesão ao esquema antes do inicialmente acordado ensejaria o reequilíbrio entre os elementos que compõem o pacote negociado no âmbito do CORSIA.

Não obstante, as primeiras obrigações do CORSIA relacionadas ao monitoramento, reporte e verificação (MRV) das emissões já estão em vigor. O Brasil internalizou essas regras ao arcabouço regulatório doméstico por meio da Resolução ANAC nº 496/2018 e Portaria nº 4005/ASINT/2018.

Ressalta-se ainda que, em 2018, foi desenvolvido projeto de cooperação entre Brasil e União Europeia<sup>29</sup> para implementação dos mecanismos de MRV do CORSIA no Brasil, tendo em vista a experiência euro-

29 Guia CORSIA - Monitoramento, Reporte e Verificação das Emissões de CO<sub>2</sub> da Aviação Internacional. <http://infraestrutura.gov.br/component/content/article/17-ultimas-noticias/8685-sac-elabora-guia-para-orientar-companhias-aereas-sobre-monitoramento-de-emissao-de-co2.html>

## GRÁFICO 27: EVOLUÇÃO DAS OBRIGAÇÕES DE COMPENSAÇÃO DE CO<sub>2</sub> DOS OPERADORES AÉREOS BRASILEIROS (MIL DE TONELADAS)



FONTE: NOTA TÉCNICA Nº 38/2017/ASINT/ANAC - ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DO CORSIA..

peia com o EU-ETS. No âmbito da parceria foi publicado um guia de orientação voltado às empresas aéreas com o objetivo de nivelar os entendimentos a respeito dos requisitos para controle das emissões em voos internacionais.

O projeto também possibilitou o desenvolvimento de um sistema eletrônico para checagem dos dados reportados pelas empresas aéreas no âmbito do CORSIA. A comparação é feita a partir do cruzamento desses dados com os disponíveis no Banco de Dados da ANAC. Trata-se de uma ferramenta de suma importância para o cumprimento das obrigações da Agência em relação ao CORSIA, pois determina o nível de conformidade entre as duas fontes de informação.

Em simulação realizada pela ANAC em 2017<sup>30</sup>, estima-se que os operadores aéreos brasileiros deverão compensar mais de 9 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> entre 2027 e 2035, conforme Gráfico 27<sup>31</sup>.

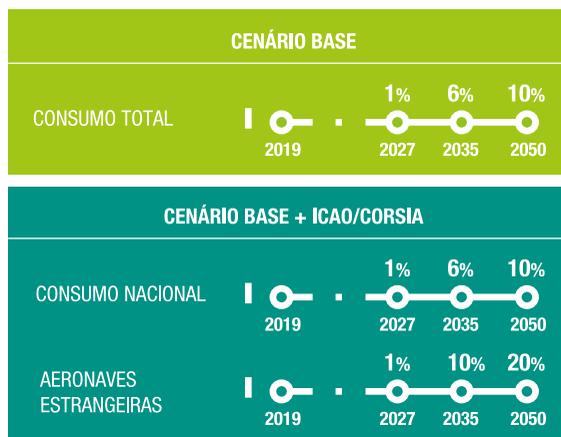
Ademais, estudos realizados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) estimam que o CORSIA possa promover um incremento adicional ao consumo de bioquerosene na ordem de 600 milhões de litros até 2050, conforme Gráfico 28.

30 Fonte: Nota Técnica nº 38/2017/ASINT - Análise de Custo-Benefício do CORSIA.

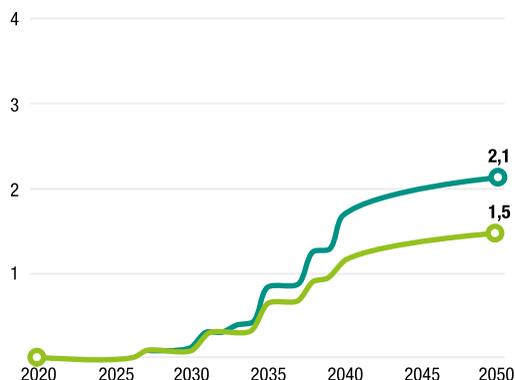
31 A simulação utilizou os cenários de longo prazo para o crescimento da aviação internacional da OACI, os quais são agregados por grupos de rotas; no caso brasileiro utilizaram-se os cenários previstos para os voos internacionais da América Latina, apenas às rotas que estarão sujeitas ao CORSIA.

## GRÁFICO 28. CENÁRIOS PARA BIOQUEROSENE

### CENÁRIO PARA PERCENTUAL DE CONSUMO DE BIOQUEROSENE



### CONSUMO DE BIOQUEROSENE BILHÕES DE LITROS



FORNTE: PROJEÇÃO DE OFERTA E DEMANDA DE QAV E BIOQUEROSENE NO BRASIL - EPE..

## Apoio a terceiros países - CORSIA Buddy Partnerships

O programa faz parte do plano de atuação da OACI para apoiar os Estados-membros no processo de implementação do CORSIA. No âmbito das parcerias, peritos técnicos de Estados doadores trabalham em conjunto com os pontos focais de países beneficiários para fornecer formação no local, e acompanhar a preparação e implementação dos mecanismos de MRV das emissões, especialmente em relação à criação de arcabouço regulatório.

Em cooperação com a Itália, o Brasil forneceu apoio a outros países lusófonos e latino-americanos na preparação para a implementação do esquema. Dessa maneira, técnicos brasileiros estiveram em Angola, Cabo Verde, Colômbia, Moçambique, Paraguai e São Tomé e Príncipe para prestar assistência.

## RenovaBio

A Política Nacional de Biocombustíveis (Programa RenovaBio) foi instituída pela Lei nº 13.576, de 26 dezembro de 2017, e tem como objetivo principal reconhecer o papel estratégico dos biocombustíveis na matriz energética brasileira com relação à segurança energética e à mitigação das emissões de gases de efeito estufa - GEEs no setor de combustíveis. A política busca valorar as externalidades ambientais positivas dos biocombustíveis e, com isso, promover o processo de descarbonização do mercado de combustíveis.

Assim, o Programa pretende fornecer uma importante contribuição para o cumprimento dos Compromissos Nacionalmente Determinados do Brasil no âmbito do Acordo de Paris; promover a adequada expansão dos biocombustíveis na matriz

energética, com ênfase na regularidade do abastecimento de combustíveis; e assegurar previsibilidade para o mercado de combustíveis induzindo ganhos de eficiência energética e redução de emissões de GEEs na produção, comercialização e uso de biocombustíveis.

Diferentemente de medidas tradicionais, o RenovaBio não propõe a criação de subsídios, imposto sobre carbono, crédito presumido ou mandatos volumétricos de adição de biocombustíveis a combustíveis fósseis. O programa busca estimular a produção e uso de biocombustíveis por meio de dois instrumentos:

- **Estabelecimento de metas nacionais de redução de emissões** para a matriz de combustíveis, definidas para um período de dez anos. As metas nacionais serão anualmente desdobradas em metas individuais para os distribuidores de combustíveis, conforme sua participação no mercado de combustíveis fósseis. A lei prevê multas em casos de não atendimento às metas; e
- **Certificação individual das unidades produtoras de biocombustíveis**, atribuindo-se notas em valor inversamente proporcional à intensidade de carbono<sup>32</sup> do biocombustível produzido. A nota refletirá exatamente a contribuição individual de cada agente produtor para a mitigação de uma quantidade específica de gases de efeito estufa em relação ao seu substituto fóssil (em termos de

32 Relação da emissão de gases causadores do efeito estufa, com base em avaliação do ciclo de vida, computada no processo produtivo do combustível, por unidade de energia.

toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente). Os três critérios de elegibilidade definidos são:

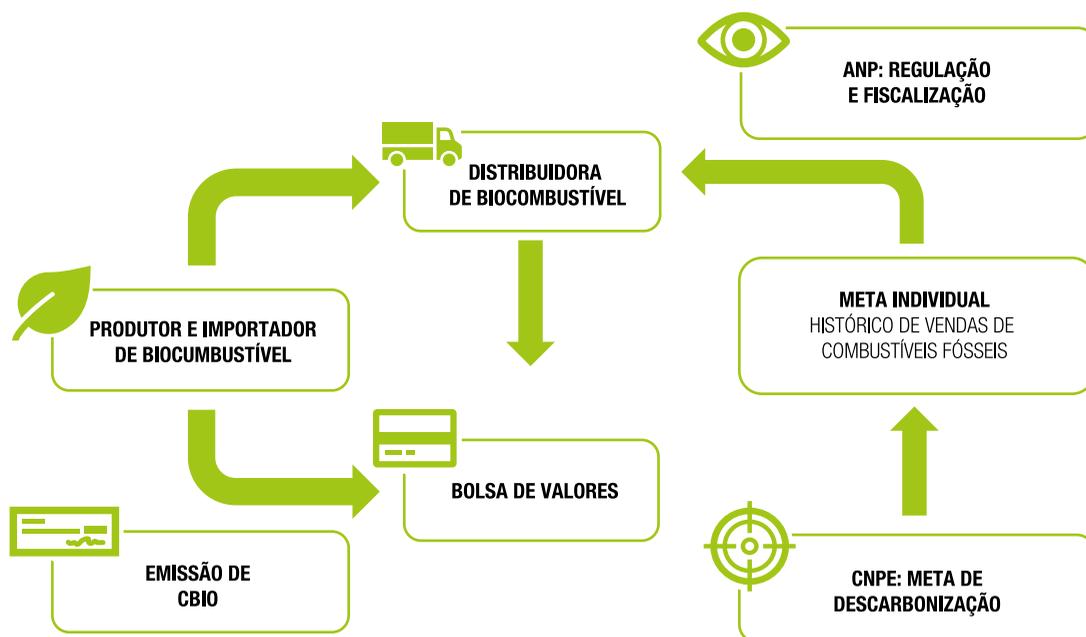
- I. A matéria-prima certificada não pode ter origem de área desmatada após 26 de dezembro de 2017, data de assinatura da lei do RenovaBio;
- II. Os produtores de cana-de-açúcar devem ter Cadastro Ambiental Rural (CAR) com status atualizado ou pendente; e
- III. As áreas de cultivo devem respeitar os zoneamentos agroecológicos da cana-de-açúcar (ZAE Cana) e do óleo de palma.

Esses dois instrumentos serão conectados pela criação do Crédito de Descarbonização por Biocombustíveis (CBIO): um ativo financeiro, negociado em bolsa e emitido pelo produtor de biocombustível a partir da comercialização (nota fiscal).

A quantidade de CBIOs emitidas deverá variar de acordo com o volume de biocombustíveis comercializado e a Nota de Eficiência Energética-Ambienta<sup>33</sup> de cada emissor primário. Assim, quanto menor a intensidade de carbono no ciclo de vida dos biocombustíveis, maior será a quantidade de CBIOs emitidos para um determinado volume comercializado. Os distribuidores de combustíveis cumprirão a meta ao demonstrar a propriedade dos CBIOs em sua carteira. A Figura abaixo ilustra o

33 Valor atribuído no Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis, chancelado pela firma inspetora, que representa a diferença entre a intensidade de carbono de seu combustível fóssil substituto e sua intensidade de carbono estabelecida no processo de certificação.

**FIGURA 2. RENOVABIO E PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO MERCADO DE CBIO**



PARÂMETROS: FUNÇÃO E VOLUME, NOTA DO CICLO DE VIDA E FATOR REGIONAL.

FONTE: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME.

processo de implantação do RenovaBio e de emissão de CBIOs.

Como se observa, o RenovaBio estabelece um mecanismo de mercado que busca diversificar a oferta de combustíveis no país, com indução de eficiência energética e ambiental, tendo em vista que o processo de certificação valoriza e reconhece os melhores biocombustíveis em termos de maior quantidade de energia gerada com menores valores de emissões de GEEs. Esse mecanismo deverá garantir a segurança necessária para investimentos em novas usinas, uma vez que os CBIOs irão oferecer maior receita para os produtores.

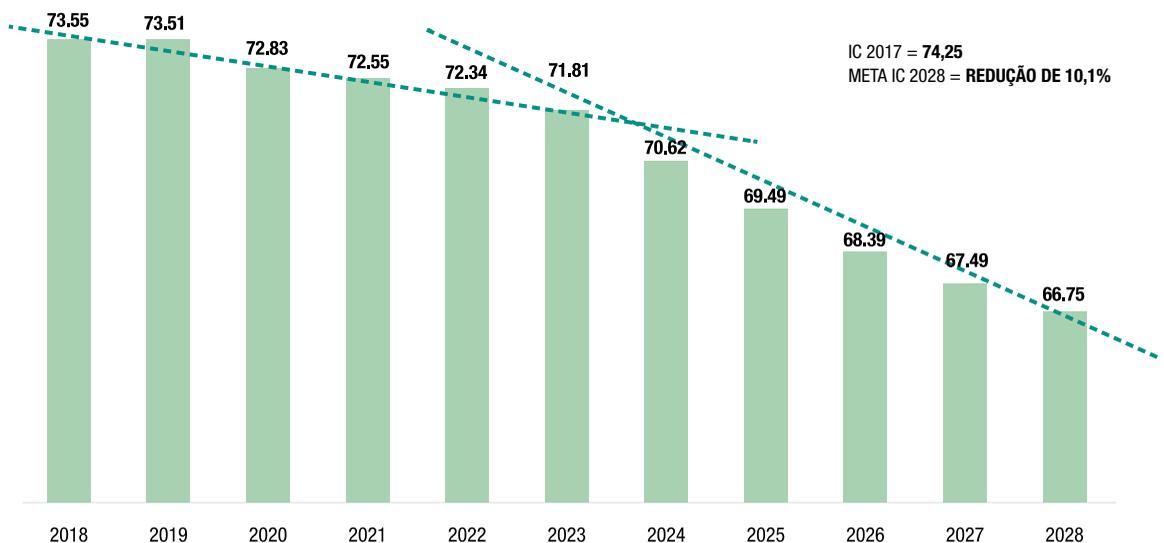
Nesse sentido, “ao criar um mercado de certificado de descarbonização dos com-

bustíveis (CBIO), o RenovaBio permite a internalização das externalidades ambientais positivas dos biocombustíveis e, por conseguinte, a remuneração do setor por este serviço prestado de abatimento das emissões de GEE. É esta remuneração adicional que, ao ampliar o pool de receitas e contribuir para o rateio dos custos, permite a expansão da oferta de biocombustíveis até o ótimo social”.<sup>34</sup>

Assim, o programa prima pela promoção da livre concorrência no mercado de biocombustíveis, pela agregação de valor à biomassa brasileira e pelo desenvolvimento e inclusão econômica e social.

<sup>34</sup> Fonte: Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, ano 2017 - Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia.

## GRÁFICO 29. INTENSIDADE MÉDIA DE CARBONO DA MISTURA DE COMBUSTÍVEL (GCO<sub>2</sub>E/MJ)



FONTE: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME.

De maneira alinhada à contribuição nacionalmente determinada brasileira, o RenovaBio estabeleceu para o período de 2019 a 2028 a meta de 10,1% de redução da intensidade de carbono da matriz de combustíveis. Dessa forma, a política prevê, até 2028, a elevação para 28,6% da participação de renováveis na matriz de combustíveis, o que reduzirá as emissões de estimados 425 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, para 345 milhões no ano de 2028.

Segundo análises e simulações realizadas, estima-se que a cesta de combustíveis (total) ao consumidor apresentará uma queda de preço estimado em 0,84%.

Inicialmente, tendo em vista a inexistência de oferta nacional de biocombustíveis de aviação em escala comercial, a participação de mercado do querosene de aviação não comporá o cálculo das metas dos

distribuidores<sup>35</sup>. Não obstante, não há impedimentos para que produtores e importadores de biocombustíveis de aviação se beneficiem da emissão de CBIOS.

Registre-se que o Ministério de Minas e Energia (MME) destacou o interesse de que os CBIOS possam ser utilizados no âmbito do CORSIA para cumprimento das obrigações de compensação das empresas aéreas. Para tal, é preciso que atendam aos critérios estabelecidos pela OACI para os mercados de créditos de carbono habilitados.

Por fim, se reconhece a importância de que o RenovaBio também estimule o desenvolvimento de novas tecnologias de produção de combustíveis sustentáveis, inclusive para a aviação.

35 Fonte: Resolução CNPE Nº 5 DE 05/06/2018 (Artigo 2º, parágrafo único).

# Considerações Finais

Este Plano de Ação reflete a atuação colaborativa dos integrantes do Grupo de Trabalho - GT institucionalizado pela Portaria nº 514, de 1º de outubro de 2018. Em fevereiro de 2019, o GT reuniu-se para um workshop de três dias, que pautou as informações ora apresentadas. Na oportunidade, também foram discutidas maneiras de sistematizar e padronizar as metodologias e procedimentos para coleta de dados.

Desde 2015, progressos importantes foram alcançados na implementação do Plano de Ação. Os resultados mostram que as empresas aéreas brasileiras continuam melhorando a eficiência energética anual. Em 2018, a taxa de consumo de combustível da aviação internacional foi de 29 litros<sup>36</sup> por 100 RTK, enquanto para as operações domésticas foi de 40,8 litros por 100 RTK. Comparativamente a 2015, a eficiência energética da aviação brasileira evoluiu a uma taxa acumulada de 8,74%, o que representa uma melhoria de 3% ao ano.

O documento também apresenta a grande diversidade na composição da rede aeroportuária brasileira e o esforço empreendido pelo Governo Federal para adequação da infraestrutura disponível. Embora a

maioria dos aeroportos possua programas de sustentabilidade estruturados, pode-se observar os diferentes níveis de maturidade da rede em relação ao acompanhamento e controle de emissões atmosféricas.

Durante a realização do workshop para elaboração deste Plano de Ação, restou claro como o aumento da competitividade entre os operadores aeroportuários, decorrente do processo de concessões, também se estende de maneira benéfica à área ambiental. Na ocasião, os representantes dos aeroportos enfatizaram a importância da realização do evento, que promoveu o compartilhamento de informações e a troca de experiências não só entre as áreas de sustentabilidade dos aeroportos, como entre estes e os operadores aéreos. Ressaltaram, inclusive, os diversos desafios compartilhados com as empresas aéreas, como os relacionados ao tratamento de resíduos sólidos e gestão de emergência.

Relativamente ao desenvolvimento e uso de combustíveis sustentáveis, o documento traz um retrato mais amplo da matriz energética do setor de transportes nacional que, em 2018, contou com 23,1% de participação de biocombustíveis, responsáveis por evitar a emissão de 63,7 MtCO<sub>2</sub>.

36 Considerou-se a densidade do QAV igual a 0,8.

Ademais, no sentido de promover a adequada expansão de renováveis no país, foi criado o Programa RenovaBio, que prevê a elevação da participação dos biocombustíveis para 28,6% até 2028, o que levará à redução de 80 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> no referido ano. A produção e a importação de biocombustíveis de aviação também podem se beneficiar do Programa.

Assim, várias entidades brasileiras estão engajadas em superar os desafios para desenvolver a cadeia dos combustíveis sustentáveis de aviação, desde a produção de matérias-primas (Plataforma Brasileira de Bioquerosene), passando por tecnologias disruptivas (ProQR), adequação de refinarias existentes (Petrobras), até o investimento em laboratórios de aferição e certificação de combustíveis (ANP).

No que se refere à implementação do CORSIA, as primeiras obrigações do esquema já foram internalizadas ao regramento doméstico, por meio da Resolução ANAC nº 496/2018 e Portaria nº 4005/ASINT/2018. Em cooperação com a União Europeia, foi desenvolvido um sistema informatizado que ajudará a ANAC a realizar a checagem dos dados reportados.

A compensação simples de emissões trata-se de uma importante iniciativa para controle imediato do impacto da aviação na mudança climática. Entretanto, entende-se que a mobilização de recursos para novas tecnologias e soluções com potencial de endereçar o problema dentro do próprio setor seja uma alternativa eficiente e definitiva que deve ser buscada.

Esta edição inovou em relação às anteriores pelo esforço para quantificar o impacto das medidas adotadas. Não obstante, espera-se que ao longo do próximo triênio haja maior densidade de dados monitorados, o que permitirá obter maior precisão nos cálculos.

Outro desafio enfrentado refere-se à falta de clareza em relação ao planejamento de novas medidas ou ampliação das atualmente adotadas, o que impossibilitou a projeção da economia de combustível com base nessas informações. Assim, a evolução das emissões até 2050 foi estimada considerando-se apenas as projeções de crescimento do RTK e da eficiência energética. Para o RTK foi utilizada a taxa de crescimento calculada no Plano Aeroviário Nacional 2018-2038, extrapolada para 2050. Para a projeção da eficiência energética utilizou-se a linha de tendência logarítmica para os dados históricos (2000 a 2018), conforme metodologia da ferramenta desenvolvida pela OACI, o *Environmental Benefits Tool* (EBT).

A aviação civil brasileira possui amplo potencial de crescimento e este Plano de Ação reflete o comprometimento do Brasil para que os esforços nacionais atinjam os objetivos estratégicos de desenvolvimento sustentável do setor, com aumento da acessibilidade, conectividade e eficiência, e ao mesmo tempo conservação do meio ambiente. Nesse contexto, 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.

# Dados do Inventário

A Tabela 1 apresenta os dados históricos de RTK, combustível e dióxido de carbono classificados de acordo com tipo de movimentação, doméstica ou internacional, para os anos de 2000 a 2015.

**TABELA 1. VALORES DE RTK, COMBUSTÍVEL E DIÓXIDO DE CARBONO DAS EMPRESAS BRASILEIRAS. VOOS DOMÉSTICOS E INTERNACIONAIS. 2000 A 2015.**

Ano	Tipo de movimentação					
	Doméstica			Internacional		
	RTK (000')	Qav (ton)	CO <sub>2</sub> (ton)	RTK (000')	Qav (ton)	CO <sub>2</sub> (ton)
2000	2.763.115,5	1.660.602,1	5.247.502,7	2.937.769,2	938.828,0	2.966.696,3
2001	2.946.411,7	1.814.358,8	5.733.373,9	2.702.761,4	938.603,1	2.965.985,6
2002	2.951.685,8	1.825.583,8	5.768.844,8	2.792.506,9	894.495,5	2.826.605,8
2003	2.735.651,5	1.520.246,7	4.803.979,6	2.807.562,8	816.788,5	2.581.051,7
2004	3.048.290,5	1.584.238,0	5.006.192,0	2.851.402,5	853.994,1	2.698.621,3
2005	3.709.487,9	1.769.857,1	5.592.748,4	3.229.970,6	989.527,8	3.126.907,7
2006	4.281.691,3	1.816.696,4	5.740.760,6	2.314.539,5	699.781,3	2.211.308,9
2007	4.613.370,1	1.955.502,8	6.179.388,8	2.037.880,1	677.755,8	2.141.708,4
2008	4.943.894,6	2.092.499,6	6.612.298,7	2.222.812,6	820.821,8	2.593.796,9
2009	5.610.077,3	2.287.258,4	7.227.736,6	2.144.404,9	789.590,8	2.495.106,9
2010	6.992.246,5	2.632.853,6	8.319.817,3	2.709.555,5	887.407,6	2.804.208,0
2011	8.017.532,3	2.984.922,5	9.432.355,1	3.364.502,3	970.753,5	3.067.581,0
2012	8.426.164,9	3.138.443,3	9.917.480,8	3.371.785,3	959.435,1	3.031.814,8
2013	8.491.665,4	3.098.710,5	9.791.925,0	3.760.524,2	970.407,5	3.066.487,6
2014	8.911.730,2	3.079.413,2	9.730.945,8	3.833.776,5	925.608,0	2.924.921,4
2015	8.886.422,9	3.089.048,2	9.761.392,4	4.145.881,1	1.050.100,7	3.318.318,2

Os dados utilizados para construção da linha de base são exibidos na Tabela 2, que reúne os dados de RTK, combustível e dióxido de carbono caso as medidas de mitigação não fossem adotadas.

**TABELA 2. CENÁRIO SEM A ADOÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO. DADOS ANUAIS DE RTK, COMBUSTÍVEL E CO<sub>2</sub> DAS EMPRESAS BRASILEIRAS. VOOS DOMÉSTICOS E INTERNACIONAIS. 2016 A 2050.**

Ano	Tipo de movimentação					
	Doméstica			Internacional		
	RTK (000')	Qav (ton)	CO <sub>2</sub> (ton)	RTK (000')	Qav (ton)	CO <sub>2</sub> (ton)
2016	8.375.444,5	3.091.759,6	9.769.960,4	4.131.242,2	789.922,3	2.496.154,6
2017	8.520.490,6	3.102.707,7	9.804.556,2	4.646.317,0	788.536,4	2.491.775,0
2018	8.750.229,3	3.206.498,2	10.132.534,4	5.595.419,7	1.383.817,2	4.372.862,3
2019	9.004.752,3	3.023.055,9	9.552.856,5	5.758.176,9	1.477.394,1	4.668.565,4
2020	9.435.629,6	3.116.185,8	9.847.147,0	6.033.705,6	1.537.318,6	4.857.926,8
2021	9.872.345,1	3.209.014,6	10.140.486,0	6.312.967,6	1.597.728,4	5.048.821,7
2022	10.291.089,6	3.293.930,1	10.408.819,1	6.580.737,9	1.654.796,7	5.229.157,6
2023	10.717.611,5	3.379.399,5	10.678.902,4	6.853.481,5	1.712.711,1	5.412.167,1
2024	11.152.309,2	3.465.513,4	10.951.022,3	7.131.453,1	1.771.527,9	5.598.028,3
2025	11.596.168,9	3.552.538,7	11.226.022,3	7.415.283,6	1.831.395,6	5.787.210,0
2026	12.050.075,6	3.640.697,6	11.504.604,5	7.705.538,7	1.892.443,6	5.980.121,6
2027	12.514.929,0	3.730.205,9	11.787.450,5	8.002.793,7	1.954.801,5	6.177.172,6
2028	13.079.185,6	3.847.021,9	12.156.589,1	8.363.613,1	2.032.200,9	6.421.754,8
2029	13.718.757,6	3.983.089,5	12.586.562,8	8.772.593,6	2.120.696,3	6.701.400,2
2030	14.392.663,5	4.125.932,8	13.037.947,7	9.203.529,4	2.213.831,8	6.995.708,4
2031	15.101.665,8	4.275.521,8	13.510.649,0	9.656.907,9	2.311.672,7	7.304.885,8
2032	15.847.029,8	4.431.970,6	14.005.027,0	10.133.538,2	2.414.361,8	7.629.383,4
2033	16.630.266,0	4.595.456,6	14.521.643,0	10.634.386,2	2.522.078,0	7.969.766,4
2034	17.453.054,7	4.766.196,9	15.061.182,1	11.160.526,5	2.635.024,3	8.326.676,9
2035	18.316.214,5	4.944.166,4	15.623.565,7	11.712.482,4	2.753.272,5	8.700.341,1
2036	19.222.795,1	5.129.937,6	16.210.602,8	12.292.204,2	2.877.228,5	9.092.042,2
2037	20.174.949,3	5.323.821,2	16.823.274,9	12.901.068,6	3.007.159,5	9.502.624,1
2038	21.174.570,3	5.526.046,7	17.462.307,7	13.540.286,0	3.143.291,2	9.932.800,1
2039	22.224.038,1	5.736.960,0	18.128.793,5	14.211.378,5	3.285.919,3	10.383.505,0
2040	23.325.872,5	5.956.927,6	18.823.891,2	14.915.957,2	3.435.357,1	10.855.728,4
2041	24.482.734,5	6.186.336,6	19.548.823,6	15.655.723,9	3.591.935,3	11.350.515,6
2042	25.697.431,2	6.425.594,2	20.304.877,6	16.432.473,6	3.756.002,7	11.868.968,5
2043	26.972.920,4	6.675.128,1	21.093.404,7	17.248.097,7	3.927.926,3	12.412.247,2
2044	28.312.317,3	6.935.386,7	21.915.821,8	18.104.588,1	4.108.092,5	12.981.572,2
2045	29.718.900,8	7.206.839,8	22.773.613,7	19.004.041,7	4.296.907,2	13.578.226,8
2046	31.196.122,0	7.489.979,2	23.668.334,3	19.948.665,2	4.494.797,4	14.203.559,9
2047	32.747.611,8	7.785.319,7	24.601.610,2	20.940.780,5	4.702.211,6	14.858.988,7
2048	34.376.286,3	8.093.186,7	25.574.470,0	21.982.252,3	4.919.491,6	15.545.593,5
2049	36.085.961,4	8.414.102,3	26.588.563,3	23.075.520,8	5.147.104,9	16.264.851,4
2050	37.880.665,8	8.748.616,6	27.645.628,5	24.223.162,1	5.385.544,7	17.018.321,1

A Tabela 3 reúne os dados de RTK, combustível e dióxido de carbono quando considerada a redução no consumo de combustível obtida em função das medidas

de mitigação implementadas pelo DECEA e pelas empresas aéreas, no período de 2016 a 2018, bem como o efeito futuro da continuidade de adoção dessas medidas.

**TTABELA 3. CENÁRIO COM A ADOÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO. DADOS ANUAIS DE RTK, COMBUSTÍVEL E CO<sub>2</sub> DAS EMPRESAS BRASILEIRAS. VOOS DOMÉSTICOS E INTERNACIONAIS. 2016 A 2050.**

Ano	Tipo de movimentação					
	Doméstica			Internacional		
	RTK (000')	Qav (ton)	CO <sub>2</sub> (ton)	RTK (000')	Qav (ton)	CO <sub>2</sub> (ton)
2016	8.375.444,5	2.795.828,7	8.834.818,7	4.131.242,2	756.311,4	2.389.943,9
2017	8.520.490,6	2.770.767,7	8.755.625,9	4.646.317,0	749.610,4	2.368.768,9
2018	8.750.229,3	2.856.112,2	9.025.314,6	5.595.419,7	1.301.771,2	4.113.597,1
2019	9.004.752,3	2.902.224,4	9.171.029,0	5.758.176,9	1.456.194,2	4.601.573,5
2020	9.435.629,6	2.985.889,9	9.435.412,0	6.033.705,6	1.514.454,9	4.785.677,4
2021	9.872.345,1	3.069.014,3	9.698.085,3	6.312.967,6	1.573.158,6	4.971.181,3
2022	10.291.089,6	3.144.332,3	9.936.090,1	6.580.737,9	1.628.539,6	5.146.185,0
2023	10.717.611,5	3.219.952,7	10.175.050,6	6.853.481,5	1.684.722,3	5.323.722,6
2024	11.152.309,2	3.295.957,8	10.415.226,8	7.131.453,1	1.741.761,8	5.503.967,3
2025	11.596.168,9	3.372.596,7	10.657.405,5	7.415.283,6	1.799.803,2	5.687.378,2
2026	12.050.075,6	3.450.074,3	10.902.234,8	7.705.538,7	1.858.973,1	5.874.355,1
2027	12.514.929,0	3.528.588,1	11.150.338,5	8.002.793,7	1.919.397,9	6.065.297,2
2028	13.079.185,6	3.632.642,4	11.479.150,1	8.363.613,1	1.994.553,7	6.302.789,7
2029	13.718.757,6	3.754.506,6	11.864.240,7	8.772.593,6	2.080.552,1	6.574.544,6
2030	14.392.663,5	3.882.346,1	12.268.213,5	9.203.529,4	2.171.049,9	6.860.517,8
2031	15.101.665,8	4.016.100,3	12.690.877,1	9.656.907,9	2.266.107,1	7.160.898,5
2032	15.847.029,8	4.155.844,2	13.132.467,6	10.133.538,2	2.365.859,4	7.476.115,8
2033	16.630.266,0	4.301.711,4	13.593.408,0	10.634.386,2	2.470.478,1	7.806.710,8
2034	17.453.054,7	4.453.871,5	14.074.233,8	11.160.526,5	2.580.157,9	8.153.299,0
2035	18.316.214,5	4.612.267,1	14.574.763,9	11.712.482,4	2.694.964,8	8.516.088,8
2036	19.222.795,1	4.777.397,5	15.096.575,9	12.292.204,2	2.815.291,9	8.896.322,5
2037	20.174.949,3	4.949.514,9	15.640.467,2	12.901.068,6	2.941.396,1	9.294.811,8
2038	21.174.570,3	5.128.794,7	16.206.991,4	13.540.286,0	3.073.493,6	9.712.239,7
2039	22.224.038,1	5.315.518,2	16.797.037,6	14.211.378,5	3.211.868,7	10.149.505,0
2040	23.325.872,5	5.509.984,0	17.411.549,4	14.915.957,2	3.356.822,7	10.607.559,7
2041	24.482.734,5	5.712.507,1	18.051.522,5	15.655.723,9	3.508.673,8	11.087.409,2

Ano	Tipo de movimentação					
	Doméstica			Internacional		
	RTK (000')	Qav (ton)	CO <sub>2</sub> (ton)	RTK (000')	Qav (ton)	CO <sub>2</sub> (ton)
2042	25.697.431,2	5.923.419,0	18.718.004,0	16.432.473,6	3.667.757,3	11.590.113,0
2043	26.972.920,4	6.143.067,1	19.412.092,1	17.248.097,7	3.834.426,2	12.116.786,9
2044	28.312.317,3	6.371.815,5	20.134.937,0	18.104.588,1	4.009.052,0	12.668.604,2
2045	29.718.900,8	6.610.044,8	20.887.741,5	19.004.041,7	4.192.025,0	13.246.798,9
2046	31.196.122,0	6.858.152,8	21.671.763,0	19.948.665,2	4.383.755,5	13.852.667,4
2047	32.747.611,8	7.116.555,3	22.488.314,8	20.940.780,5	4.584.674,7	14.487.572,1
2048	34.376.286,3	7.385.491,9	23.338.154,4	21.982.252,3	4.795.109,3	15.152.545,5
2049	36.085.961,4	7.665.379,1	24.222.598,1	23.075.520,8	5.015.508,2	15.849.006,0
2050	37.880.665,8	7.956.655,8	25.143.032,2	24.223.162,1	5.246.345,1	16.578.450,4

# Colaboradores

Ministério de Ciência, Tecnologia,  
Inovações e Comunicações (MCTIC)  
Eduardo Soriano Lousada

## Infraero

Arthur Neiva Fernandes  
Fued Abrão Junior

## DECEA

Bruno Garcia Franciscone

## Embraer

Daniel Rodriguez Bassani

## ABEAR

Rogério Benevides Carvalho

## Gol Linhas Aéreas

Pedro Scorza

## Latam Linhas Aéreas

Maria Fernanda Tinoco

## Avianca Brasil

Rosemeire Alves de Moraes;

## Azul Linhas Aéreas

Raquel Keiroglo

## Inframérica

Daniella Karla Cunha de Lacerda  
Rodrigo Gomes de Paula

## BH Airport

Douglas Gameiro  
Érika Franklin

## GRU Airport

Amauri Alves

## RIOGaleão

Milena Maria Martorelli  
Karen Airy Shigueno

## Viracopos

Moises Alves de Araújo Júnior

## Fraport Fortaleza e Porto Alegre

Ludmila Vanton Dias

## Floripa Airport

Priscilla Mesquita Matos Maymone

## Aeroporto Salvador Bahia

## VINCI Airports

Rodrigo Augusto Gazal Tavares

Plataforma Brasileira de Bioquerosene  
e Renováveis e Curcas Brasil

Mike Lu

Petrobrás

Ricardo Rodrigues da C. Pinto

Flávio Tojal

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit  
(GIZ) GmbH

Torsten Schwab

Plural

Ana Helena Mandelli





MINISTÉRIO DA  
INFRAESTRUTURA



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL