

PLANO DE AÇÃO

PARA A REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DA DA AVIAÇÃO CIVIL BRASILEIRA

ANO BASE 2015

2ª EDIÇÃO



PLANO DE AÇÃO

PARA REDUÇÃO DAS EMISSÕES
DE GASES DE EFEITO ESTUFA
DA AVIAÇÃO CIVIL BRASILEIRA

ANO BASE 2015

2ª EDIÇÃO

Presidência da República do Brasil
Secretaria de Aviação Civil - SAC / PR
Endereço: Setor Comercial Sul – Quadra 09 – Lote C
Edifício Parque Cidade Corporate – Torre C - 5º andar
Brasília – DF – Brasil
CEP: 70.308-200

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil
ANAC/SRI/GNAS/GTAC
Endereço: Setor Comercial Sul - Quadra 09 - Lote C
Edifício Parque Cidade Corporate - Torre A - 4º andar
Brasília - DF - Brasil
CEP: 70.308-200

Secretário de Política Regulatória de Aviação Civil – SAC/PR
Rogério Coimbra

Diretor do Departamento de Política de Serviços Aéreos – SAC/PR
Ricardo Rocha

Superintendente de Relações Internacionais – ANAC
Bruno Dalcolmo

Gerente Técnico de Análise Ambiental – ANAC
Alexandre Filizola

Coordenadora
Ana Paula Machado

Organização e Redação
Ana Paula Machado e Alexandre Filizola

Projeto Gráfico e diagramação
Rafael W. Braga

Colaboradores
Infraero, Aeroporto de Viracopos, GRUAIRPORT, BH Airport,
Inframérica, Embraer, Plataforma Mineira de Bioquerosene,
UBRABIO, Gol Linhas Aéreas Inteligentes, DECEA (Departamen-
to de Controle do Espaço Aéreo) e Secretaria de Navegação
Aérea – SENAV/SAC-PR

Sumário

Sumário Executivo	5
Introdução	7
2. Escopo do plano de ação brasileiro	9
2.1 Aviação Doméstica e Aviação Internacional: Conceitos	11
2.2 Metodologia para cálculo do consumo de combustível e das emissões de GEE	12
3. A aviação brasileira: dados do setor	13
4. Consumo de combustível e emissões associadas	19
4.1 O Consumo de combustível	20
4.2 Previsão de Crescimento do Consumo de Combustível.	22
4.3 As Emissões de Gases de Efeito Estufa	23
5. A intensidade de emissões e a eficiência energética	25
5.1 Intensidade de Emissões (IE)	28
5.2 Eficiência Energética (EE)	31
6. Medidas que contribuem para a redução das emissões de GEE da aviação	35
6.1 Contribuições dos Aeroportos	36
6.1.1 Infraero	36
6.1.2 Aeroporto de Guarulhos/Governador André Franco Montoro	39

6.1.3 Aeroporto de Campinas/Viracopos	42
6.1.4 Aeroporto de Belo Horizonte/Confins	45
6.1.5 Aeroportos de Brasília/Presidente Juscelino Kubitschek e São Gonçalo do Amarante/Governador Aluizio Alves	47
6.2 Indústria Aeronáutica: desenvolvimento tecnológico	48
6.2.1 Embraer	48
6.3 Contribuições das Empresas Aéreas	49
6.3.1 Gol Linhas Aéreas Inteligentes	49
6.3.2 TAM Linhas Aéreas – Grupo LATAM	54
6.4 Biocombustíveis de Aviação	57
6.4.1 Plataforma Mineira de Bioquerosene e Renováveis	57
6.4.2 Ações da Empresa GOL Linhas Aéreas Inteligentes	60
6.4.3 Ações da empresa TAM Linhas Aéreas	62
6.5 Melhorias no gerenciamento do tráfego aéreo	63
Conclusão	67
Colaboradores	69

Sumário Executivo

O Plano de Ação tem por objetivo apresentar uma visão geral sobre o impacto da aviação brasileira, doméstica e internacional, na mudança do clima. Trata-se de uma atualização do documento entregue à Organização de Aviação Civil Internacional – OACI, em 2014 (dados consolidados até 2013). Esta nova edição insere dados sobre consumo de combustível e emissões de Gases de Efeito Estufa – GEE da aviação brasileira até o ano de 2015.

Além dos dados, o documento traz também a descrição de ações de mitigação adotadas no país que contribuirão para o desenvolvimento da aviação com menor impacto no meio ambiente. Dentre essas ações destacam-se:

- 1 Melhorias operacionais:** ações que promovem maior eficiência das operações e redução da queima de combustível e da emissão de gases de efeito estufa.
- 2 Gestão do Tráfego aéreo:** Implementação de procedimentos que ampliam a eficiência das operações em rota e nas Áreas de Controle Terminal.
- 3 Desenvolvimento Tecnológico de Aeronaves:** Melhorias aerodinâmicas, eficiência de motores, uso de materiais leves, etc.
- 4 Desenvolvimento de biocombustível para aviação:** Ações de pesquisa e desenvolvimento para a criação de cadeia produtiva de biocombustível de aviação no Brasil.

5 Aeroportos: Fornecimento de ar condicionado e energia elétrica nas pontes de embarque (evita a queima de combustível das aeronaves em solo – uso de APUs – e reduz a emissão de gases de efeito estufa); prédios inteligentes (uso de energia renovável, lâmpadas LED, iluminação natural, etc), dentre outras.

Esse Plano de Ação foi elaborado para contribuir com os esforços da OACI de redução das emissões de gases de efeito estufa da aviação internacional, conforme solicitado pela Organização. Entretanto, o documento é mais abrangente e contém também informações relacionadas à aviação doméstica. O conteúdo é o resultado de um trabalho conjunto entre órgãos governamentais, administradores aeroportuários, empresas aéreas, indústria aeronáutica, e plataformas brasileira e mineira de bioquerosene de aviação. Assim, logrou-se uma coordenação entre os atores relacionados ao desenvolvimento sustentável do setor, o que poderá contribuir para a efetiva implementação de medidas de mitigação. Ainda há muito a ser feito, como, por exemplo, estabelecer metodologias harmonizadas para cálculo do impacto das medidas de mitigação na redução das emissões de gases de efeito estufa, desenvolver marcos regulatórios que viabilizem a adoção de algumas das medidas e mobilizar os recursos financeiros necessários. Trata-se de um trabalho contínuo que requer o envolvimento do setor privado e o apoio dos órgãos públicos.

INTRODUÇÃO

A mudança do clima é um tema que requer o envolvimento de toda a sociedade e em especial dos governos nacionais que devem adotar soluções compartilhadas e urgentes para evitar o aquecimento do planeta em níveis críticos e irreversíveis para a humanidade. O governo brasileiro participa ativamente das negociações internacionais sobre o tema na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima -UNFCCC. Na última reunião da Conferência das Partes (COP21) da UNFCCC, realizada em Paris, em dezembro de 2015, o Brasil apresentou documento (INDC)¹ com compromissos ambiciosos de mitigação. O INDC brasileiro destaca que o país já diminuiu as suas emissões em mais de 41% em 2012, quando comparado a 2005. O documento aponta ainda que o Brasil possui um dos maiores e mais bem sucedidos programas de biocombustível, incluindo a cogeração de energia elétrica a partir de biomassa. A matriz energética brasileira é composta por 40% de energia renovável e, se considerarmos apenas a geração de energia elétrica, esse valor chega a 75% de energia renovável. A pretensão brasileira apresentada no documento (INDC) é de

reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025; e 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030. Esse compromisso refere-se a toda a economia nacional.

Em relação à aviação, apesar de não haver meta setorial específica, diversas ações estão em curso para redução das emissões do setor, tanto no mercado doméstico quanto no internacional. A aviação civil internacional contribui com cerca de 2% das emissões antrópicas totais de gases de efeito estufa no planeta. A OACI², durante a 37ª Assembleia, realizada em outubro de 2010, aprovou a Resolução A37-19 que endossa um leque de medidas para lidar com a contribuição da aviação civil internacional para a mudança do clima. A adoção destas medidas foi reforçada em 2013 por ocasião da 38ª Assembleia da OACI (Res. A38-18). Dentre as medidas contidas no texto das Resoluções da Assembleia destacam-se as recomendações aos países membros da OACI para que submetam, de forma voluntária, seus respectivos Planos de Ação e o compromisso voluntário de se buscar uma melhoria de 2%

¹ "Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada" ou "Intended Nationally Determined Contribution – INDC".

² O Protocolo de Quioto, em seu artigo 2.2, confere a responsabilidade de redução das emissões do transporte aéreo internacional à Organização de Aviação Civil Internacional.

ao ano na eficiência energética, considerando 2010 como o ano base.

Este Plano de Ação é uma atualização do Plano de Ação para a Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Aviação Civil Brasileira apresentado para a OACI em 2014 (ano base 2013). A primeira parte do documento contém explicações sobre o escopo do Plano e as metodologias usadas para mensuração das emissões, além dos dados econômicos, de consumo de combustível e de emissões. A segunda parte do Plano lista as ações de mitigação em curso ou planejadas no Brasil que poderão resultar na redução das emissões de gases de efeito estufa da aviação. Destaca-se que este documento incorpora informações, que não constavam no documento anterior, sobre as ações de mitigação de gases de efeito estufa da Infraero e dos administradores dos aeroportos concedidos. São apresentadas também ações de algumas empresas aéreas nacionais relacionadas à eficiência de combustível e investimento em combustíveis renováveis. Medidas relacionadas ao desenvolvimento tecnológico de aero-

naves também estão descritas no documento. Além disso, foram realizadas atualizações nos dados relativos a melhorias de gestão do tráfego aéreo que contribuem para a eficiência das operações. Outra ação de relevância citada no Plano é o projeto de desenvolvimento de cadeia produtiva de biocombustível para aviação no Brasil, que envolve diversas entidades públicas e privadas. Esse projeto é considerado estratégico para a redução, a longo prazo, das emissões de gases de efeito estufa nacionais e internacionais.

Conforme destacado no Plano de Ação anterior, esse documento não constitui um plano setorial doméstico para a aviação brasileira, conforme definido pelo artigo 11 da Lei nº 12.187/09. O Plano de Ação para a Redução das Emissões da Aviação Brasileira consolida dados sobre consumo de combustível e emissões do setor e reúne as informações de mitigação adotadas ou planejadas para lidar com essas emissões. O objetivo principal é compartilhar essas informações com a OACI e seus estados membros e contribuir para o esforço global de combate à mudança do clima.

2. ESCOPO DO PLANO DE AÇÃO BRASILEIRO

Esta segunda edição do Plano de Ação para a redução das emissões de gases de efeito estufa da aviação civil brasileira atualiza os dados sobre o crescimento do setor, o consumo de combustível e as emissões de gases de efeito estufa apresentados no documento de 2014 (ano base 2013). Primeiramente, serão analisados os dados econômicos da aviação no Brasil. A partir desses dados, apresenta-se a evolução do consumo de combustível e das emissões associadas. Uma previsão de crescimento do consumo de combustível também é apresentada, com a ressalva de que trata-se de uma análise simplificada, baseada em dados de evolução de tráfego por limitado período.

O documento apresenta também medidas já adotadas ou planejadas para a melhoria da eficiência energética da aviação civil. Tratam-se de iniciativas de diferentes instituições públicas e privadas que visam aumentar a eficiência do setor aéreo nacional, reduzir custos e diminuir o volume de emissões de gases de efeito estufa. Registre-se que a experiência adquirida na elaboração do Plano de Ação anterior possibilitou um maior engajamento dos atores do setor, que contribuíram com informações sobre as medidas de mitigação de emissões já adotadas ou planejadas. Algumas das contribuições recebidas trazem dados numéricos sobre o impacto de cada uma das medidas na redução de emissões

de CO₂ (gás carbônico). Entretanto, muitas medidas estão em fase de mensuração dos impactos e, portanto, ainda não existem dados sobre redução de emissões associados a elas.

O Guia da OACI sobre o desenvolvimento de Planos de Ação (Doc. 9988) estabelece ampla flexibilidade em termos de escopo, conteúdo e formato dos Planos de Ação. A OACI solicita informações consolidadas sobre o consumo de combustível da aviação internacional, para controle da evolução desse indicador que, pelo artigo 2.2 do Protocolo de Quioto, é de responsabilidade da Organização. Entretanto, o Doc. 9988 da OACI também incentiva os Estados a informarem ações que possuem impacto nas emissões da aviação doméstica, que abrangem além das operações domésticas das empresas aéreas, as emissões dos aeroportos e outras ações como a produção de biocombustível para aviação.

Assim, este Plano de Ação apresenta as informações sobre consumo de combustível das empresas nacionais em operações internacionais, conforme solicitado pela OACI, mas também outras informações que completam o cenário de emissões do setor da aviação no Brasil. Nas sessões seguintes são descritos os conceitos e metodologias adotados para apresentação das informações e dos dados.

2.1 Aviação Doméstica e Aviação Internacional: Conceitos

A metodologia utilizada neste documento segue as orientações do IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change*. De acordo com o IPCC *Good Practice Guide* (2006), para um voo de múltiplas etapas, cada etapa deve ser separadamente classificada como doméstica, se envolver transporte de passageiros e cargas entre dois pontos de um mesmo país. Sob qualquer outra circunstância a etapa é considerada como um voo internacional. O MIATA (Mapeamento do Impacto Ambiental do Transporte Aéreo), sistema desenvolvido pela ANAC para calcular as emissões da aviação civil, assume que para voos internacionais operados por companhias brasileiras, as etapas dentro do Brasil são consideradas como etapas domésticas.

Além disso, empresas estrangeiras operando voos de ou para o Brasil não podem, por força da legislação nacional e dos acordos bilaterais em vigor, realizar operações que se caracterizem como etapas domésticas. Sendo assim, todas as etapas operadas por empresas estrangeiras são consideradas como etapas internacionais. Existem poucas rotas operadas por empresas brasileiras no exterior nas quais se aplicam Quintas ou Sextas Liberdades do Ar, com o direito de embarcar e desembarcar passageiros e cargas entre dois pontos fora

do Brasil. Essas rotas são, em geral, operadas entre países da América do Sul e Caribe e não são computados pelo MIATA. Entretanto, devido à pequena quantidade desses voos, seu impacto total é considerado desprezível.

Não é feita nenhuma tentativa de conciliação entre os dados gerados pelo MIATA com os dados do *Form M* da OACI, compilado, preenchido e submetido pela Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC à OACI, com base em informação fornecida pelas empresas de transporte aéreo sobre o consumo de combustível. Registre-se que a metodologia para diferenciação entre voos domésticos e internacionais converge com o recomendado pelo IPCC e não com o proposto pela OACI na primeira edição do Doc. 9988. Os dados foram compilados dessa forma tendo em vista procedimento já adotado para cálculo de inventário de emissões do setor que compõe a comunicação nacional à UNFCCC. No entanto, com vistas a proporcionar os dados necessários à OACI para a consolidação das informações sobre emissões da aviação civil internacional, esse documento faz também a distinção entre operações internacionais realizadas por empresas brasileiras e operações internacionais realizadas por empresas estrangeiras.

2.2 Metodologia para cálculo do consumo de combustível e das emissões de GEE

Os dados apresentados neste documento foram calculados pelo MIATA, desenvolvido pela Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC para computar o consumo de combustível e as emissões da aviação civil brasileira. O sistema é baseado em dados de movimentos de aeronaves fornecidos pelo Departamento de Controle do Tráfego Aéreo - DECEA. Esses dados foram utilizados para a elaboração do Relatório de Referência para o setor de aviação civil que é parte dos Comunicados Nacionais Sobre Fontes e Sumidouros de Gases de Efeito Estufa, submetidos periodicamente à UNFCCC, como parte dos compromissos assumidos por adesão ao Protocolo de Quioto.

Os cálculos de consumo de combustível e emissões são feitos separadamente para cada um dos voos de aeronaves comerciais, fretamentos e aviação geral, seguindo a metodologia IPCC Tier 3^a, baseados na distância voada (aproximação por *great circle distance*) e utilizando os fatores de emissão, para cada tipo de motor, especificados pelas bases de dados da EEA (*European Environment Agency*, ou Agência Europeia de Ambiente) e da OACI (EMEP/EEA CORINAIR *Emission Inventory* e ICAO *Aircraft Engine Emissions Databank*, respectivamente). Para aeronaves turboélice são utilizados os fatores de emissão contidos em

base de dados mantida pela autoridade de aviação civil da Suécia.

O sistema não calcula emissões de aeronaves militares ou de helicópteros. Devido a estas peculiaridades uma conciliação é feita ao final dos cálculos com o total de querosene de aviação distribuído no país, por ano, segundo dados oficiais divulgados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP. Destaca-se que as emissões provenientes do consumo de combustível tipo gasolina de aviação representam menos de 1%³ do total das emissões de CO₂ do setor no Brasil e, portanto, não foram incluídas no escopo deste trabalho.

Por fim, com exceção das emissões relativas às aeronaves, não foram consolidadas neste documento as emissões das operações em solo, tais como: transportes de pessoas, equipamentos de auxílio em solo, geradores, ar condicionado de aeroportos, dentre outras. Apesar de serem apresentados dados sobre os volumes de redução de emissões obtidos por muitas dessas ações individualmente, não foi possível fazer a consolidação total dessa redução, tendo em vista a incompletude dos dados e as diferentes metodologias adotadas pelos diversos atores.

³ Dados da 2ª Segunda Comunicação Nacional Sobre Fontes e Sumidouros de Gases de Efeito Estufa.

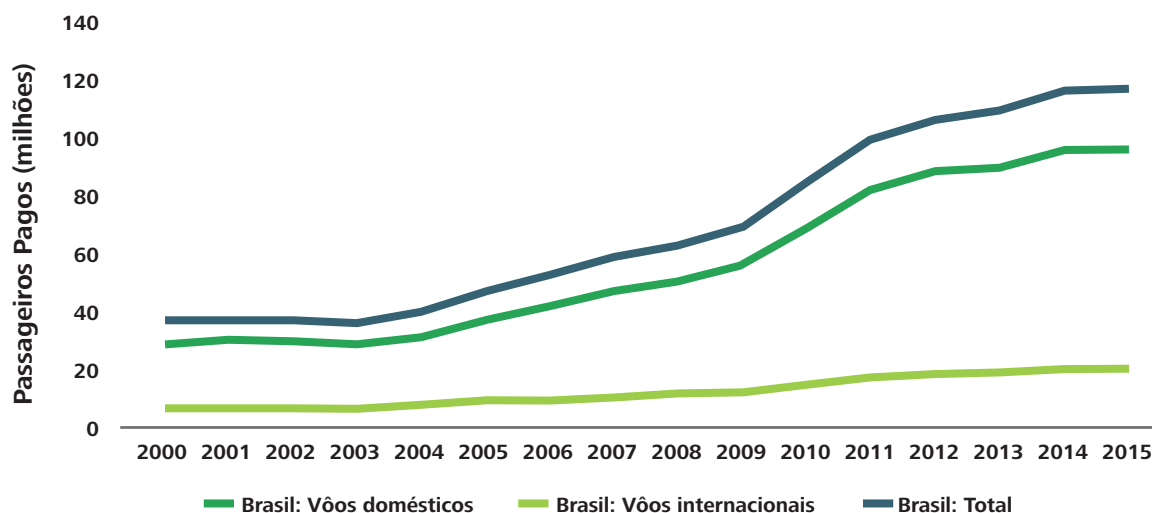
3. A AVIAÇÃO BRASILEIRA: DADOS DO SETOR

Nos últimos dezesseis anos, o mercado doméstico de passageiros predominou no cenário brasileiro em relação ao mercado internacional⁴ (ver Gráfico 1). Em média, 81% do mercado brasileiro (em termos de passageiros transportados) corresponderam a etapas domésticas de voo. Em 2015 (dados preliminares), por exemplo, o volume de passageiros foi de 117 milhões, sendo 96 milhões no mercado doméstico e 21 milhões no internacional. O mercado doméstico também apresentou maior crescimento entre 2000 e 2015 (8,3% ao ano e 231,2% acumulado) do que o mercado internacional (6,5% ao ano e 156,4% acumulado). Por outro lado, o mercado internacional cresceu 13,5% no período entre 2012 e 2015, enquanto o doméstico expandiu 8,5%.

No mercado internacional, o volume de passageiros transportados no período 2008-2015 apresentou um crescimento médio anual de 7,0% (se considerado somente o período 2008-2014, a taxa média anual alcança 8,1%), enquanto a taxa de 5,2% foi registrada no período 2000-2007, conforme ilustrado no Gráfico 2. Tal comportamento do mercado reflete não apenas um aumento da renda e o barateamento das passagens, mas também o reposicionamento regulatório da aviação civil brasileira, expresso na negociação de acordos de serviços aéreos menos restritivos (liberdade tarifária, múltipla designação e livre capacidade, por exemplo), a partir das diretrizes da Resolução nº 007/2007 do Conselho de Aviação Civil - CONAC e da Política Nacional de Aviação Civil - PNAC (Decreto nº 6.780, de 18 de fevereiro de 2009).

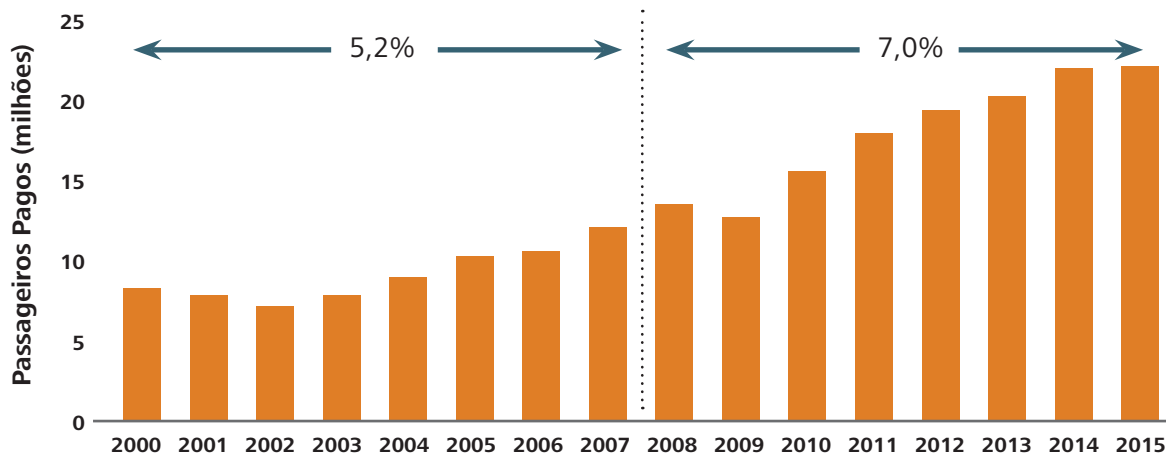
⁴ Foram consideradas empresas brasileiras e estrangeiras que exploram serviços de transporte aéreo público no Brasil.

Gráfico 1: Quantidade de passageiros pagantes transportados em voos domésticos e internacionais no Brasil (em milhões) – 2000-2015*.



Fonte: ANAC - *Dados Preliminares: 2015.

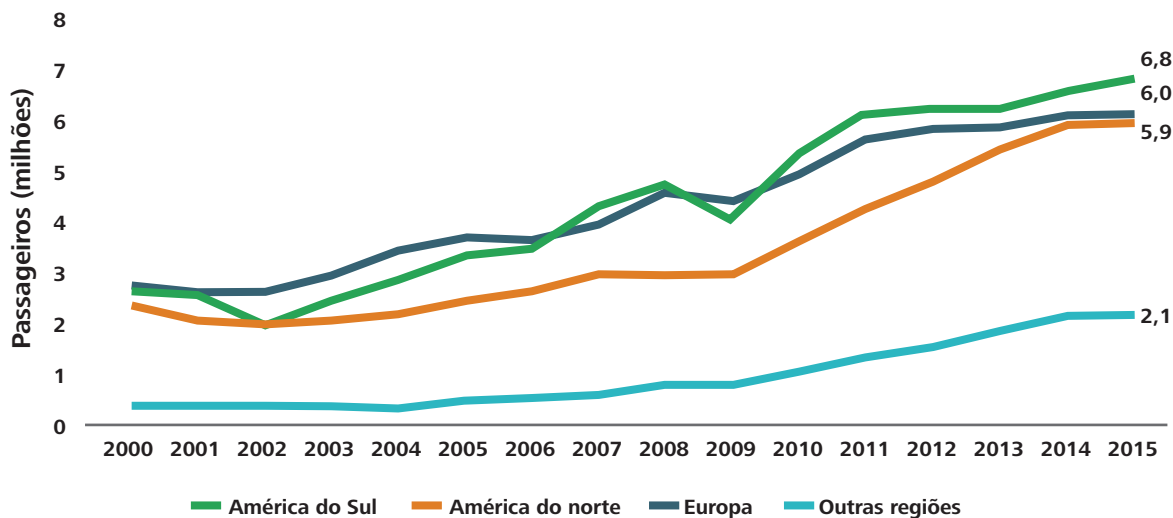
Gráfico 2: Quantidade de passageiros pagantes transportados em voos internacionais com origem ou destino no Brasil – 2000-2015*.



Fonte: ANAC - *Dados Preliminares: 2015.

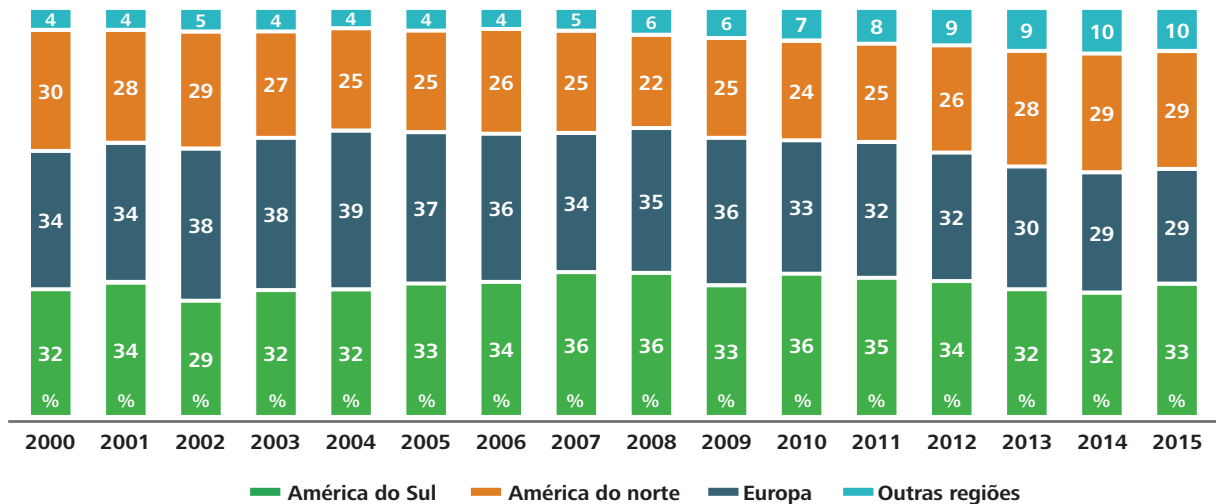
As principais regiões de origem ou destino internacional de passageiros do Brasil foram América do Sul (com 33% de participação de mercado), Europa (29%) e América do Norte (29%) conforme mostrado no Gráfico 3. Em contrapartida, outras regiões estão ganhando mercado (ver Gráfico 4), principalmente a América Central, que passou de 24 mil passageiros em 2000 para 1,1 milhão em 2015.

Gráfico 3: Quantidade de passageiros transportados em voos internacionais com origem ou destino no Brasil, por continente de origem ou destino – 2000-2015*.



Fonte: ANAC - *Dados Preliminares: 2015.

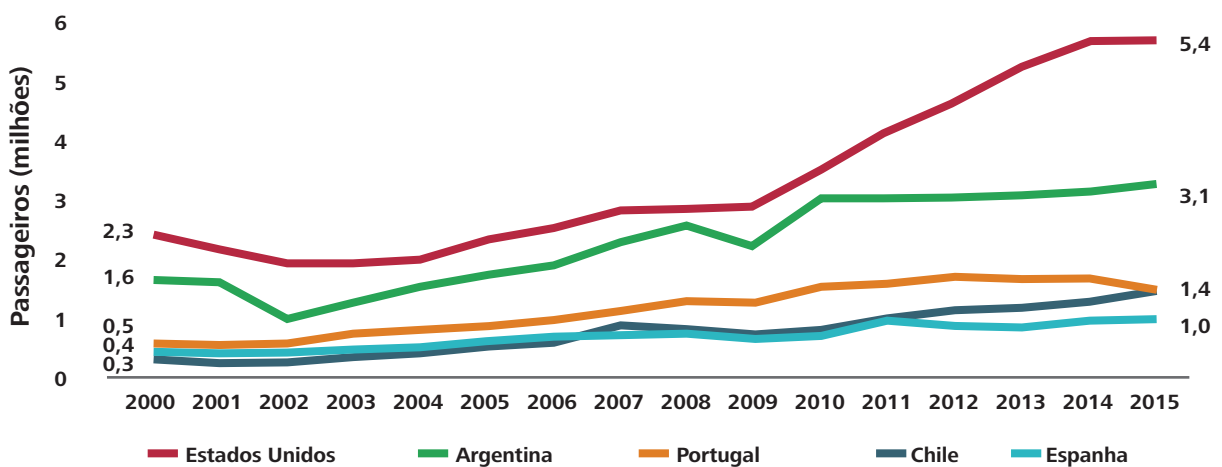
Gráfico 4: Participação percentual por continente no total de passageiros transportados em voos internacionais com origem ou destino no Brasil, por continente de origem ou destino – 2000-2015*



Fonte: ANAC - *Dados Preliminares: 2015.

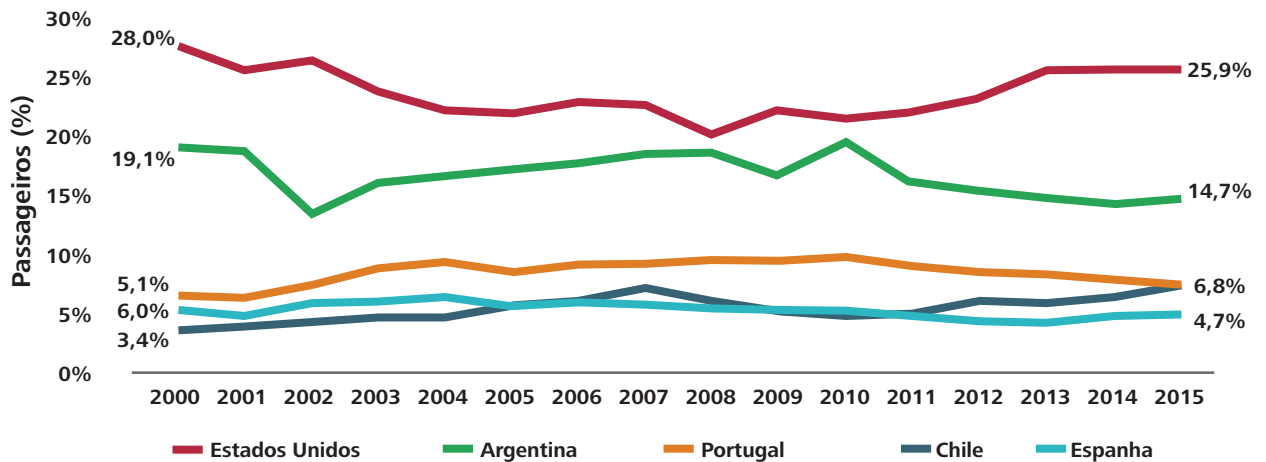
Os gráficos 5 e 6 demonstram que os Estados Unidos lideraram nos últimos dezesseis anos como principal destino em volume de passageiros, transportando 5,4 milhões em 2015, o que significou uma participação de mais de um quarto do mercado internacional brasileiro (25,9%) no ano citado. Destacam-se também, em 2015, a Argentina com 14,7% de participação, Portugal com 6,8%, Chile com 6,8% e Espanha com 4,7%.

Gráfico 5: Quantidade de passageiros transportados por empresas aéreas brasileiras e estrangeiras em voos internacionais entre o Brasil e os cinco países de maior movimento de passageiros (em milhões) – 2000-2015.



Fonte: ANAC - *Dados Preliminares: 2015.

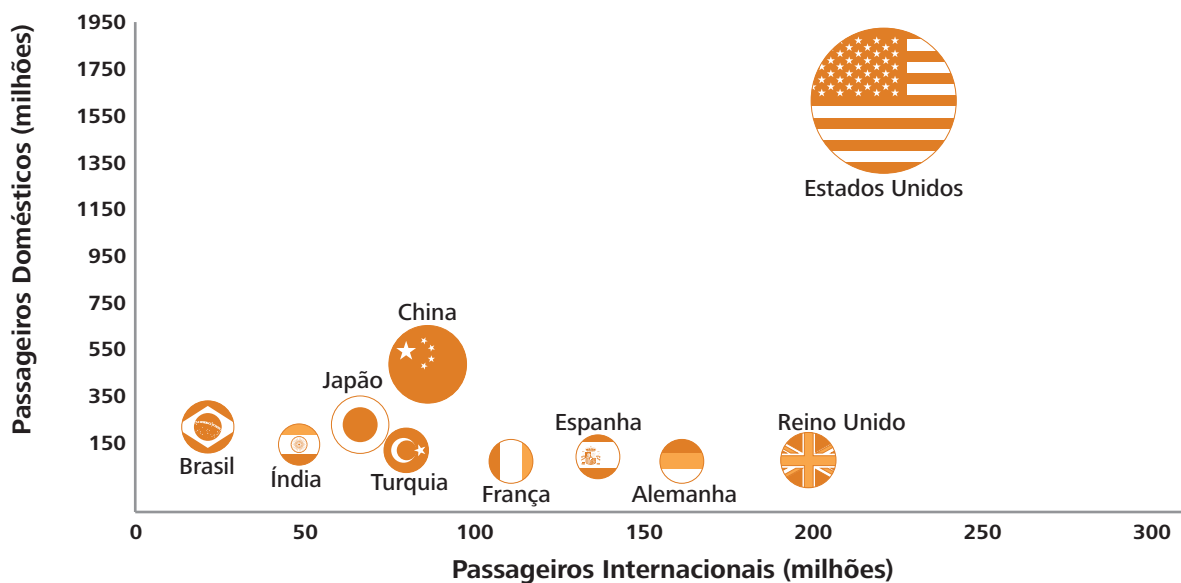
Gráfico 6: Distribuição percentual da quantidade de passageiros transportados por empresas aéreas brasileiras e estrangeiras em voos internacionais entre o Brasil e os cinco países de maior movimento de passageiros – 2000-2015.



Fonte: ANAC - *Dados Preliminares: 2015.

Na comparação dos mercados doméstico e internacional do Brasil em relação aos demais países, utiliza-se a quantidade de passageiros que passaram pelos aeroportos (embarque + desembarque), verifica-se que, em 2014, segundo o relatório do *Airports Council International (ACI)*, o Brasil é o 5º colocado no mundo em relação ao número total de passageiros transportados; o 4º colocado em relação ao tamanho do mercado doméstico; e o 36º no mercado internacional.

Gráfico 7: Mercados Doméstico e Internacional: Análise comparativa



Fonte: World Airport Traffic Report, 2015. ACI. Compilação e Interpolação GAMI/SRI.
* O tamanho da bolha de cada país representa o volume total de passageiros.

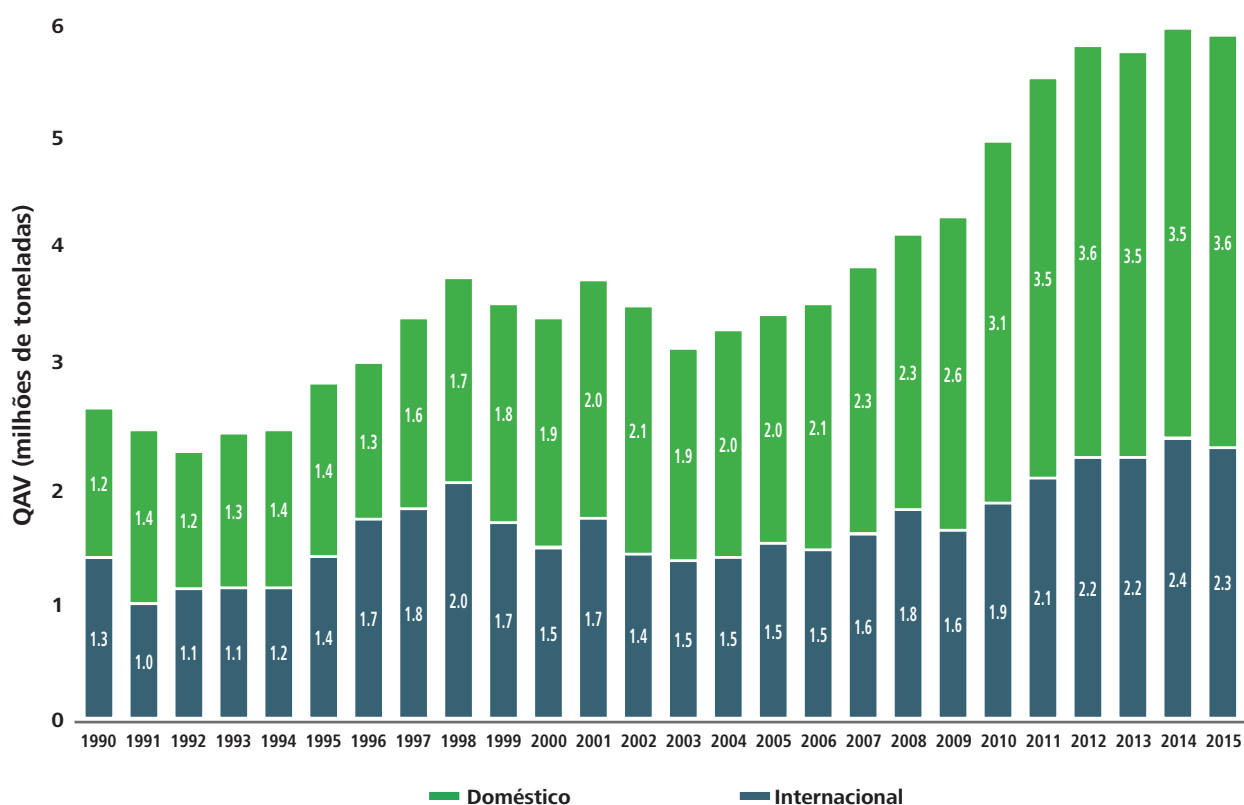
4. CONSUMO DE COMBUSTÍVEL E EMISSÕES ASSOCIADAS

4.1 O Consumo de combustível

A tendência de crescimento do movimento de voos domésticos e, conseqüentemente, do consumo de querosene de aviação, já apresentada na primeira edição do Plano de Ação,

se manteve para os anos de 2013 e 2014. No entanto, observou-se uma pequena retração no ano de 2015, como mostra o **Gráfico 8**.

Gráfico 8: Consumo de combustível – Operações domésticas e internacionais – Série 1990-2015



Fonte: ANAC

A proporção entre o consumo de combustível nas operações domésticas e internacionais se manteve, nos últimos três anos, em aproximadamente 60% do consumo de QAV para domésticas e 40% para internacionais. A Tabela 1 discrimina as operações domésticas, as operações internacionais realizadas por empresas brasileiras e as operações internacionais totais

(que incluem as etapas internacionais realizadas por empresas nacionais e estrangeiras). Adota-se, na Tabela 1, 2005 como o ano base e são apresentados os dados de consumo de combustível dos últimos três anos. A taxa de crescimento acumulada do consumo de QAV se refere ao total de consumo de cada ano em relação ao consumo do ano base de 2005.

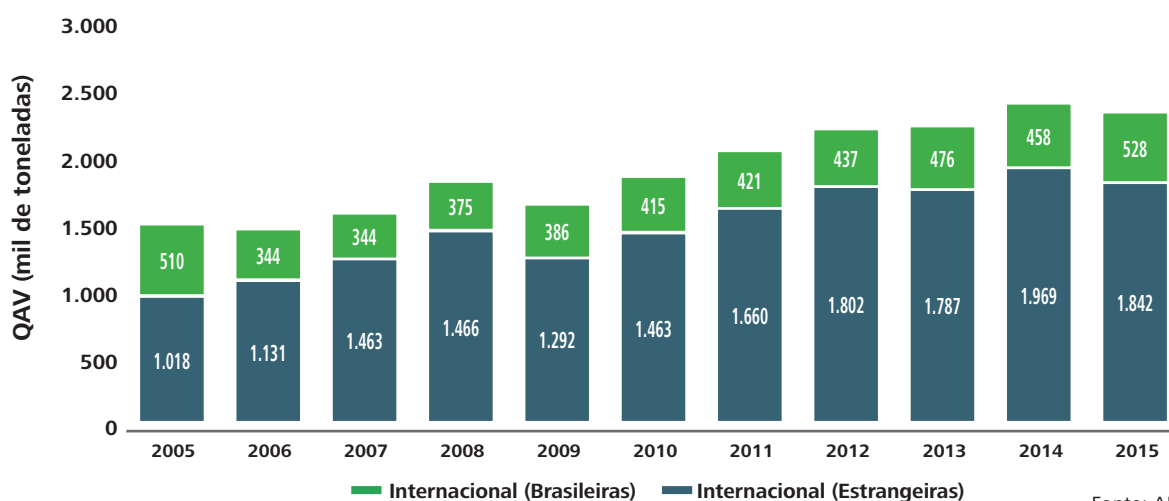
Tabela 1: Consumo de querosene de aviação (QAV) em kg e percentual de consumo (ano-base: 2005), por natureza da etapa de voo – 2005 e 2013-2015.

ANO	Consumo de QAV (kg)			Percentual de Consumo de QAV (ano-base: 2005)		
	Etapa doméstica	Etapa internacional (emp. brasileiras)	Etapa internacional (emp. brasileiras e estrangeiras)	Etapa doméstica	Etapa internacional (emp. brasileiras)	Etapa internacional (emp. brasileiras e estrangeiras)
2005	2.011.045.694	510.003.985	1.528.105.227	100	100	100
2013	3.508.980.991	476.574.769	2.263.654.585	174,5	93,5	148,1
2014	3.540.949.758	458.563.244	2.427.760.136	176,1	89,9	158,8
2015	3.578.031.940	528.165.843	2.370.299.968	177,9	103,6	155,1

É possível observar um crescimento expressivo no consumo de QAV doméstico da ordem de 78% a partir do ano de 2005. O mesmo ocorre no segmento internacional, a taxas por volta de 55%. Em particular, verifica-se uma recuperação do consumo das empresas brasileiras no segmento internacional que observaram uma queda em relação aos volumes consumidos em 2005 e esboçaram uma recuperação acima

deste nível em 2015. Uma possível explicação para este aumento no consumo está relacionada ao aumento de frequências semanais internacionais voadas por empresas brasileiras e o início das operações da Azul Linhas Aéreas para os Estados Unidos. O Gráfico 9 apresenta a série histórica do consumo de combustível em operações internacionais, segregadas por empresas estrangeiras e empresas brasileiras.

Gráfico 9: Consumo de querosene de aviação (QAV) por empresas brasileiras e estrangeiras em voos internacionais com origem no Brasil (em toneladas) -2005-2015.



Fonte: ANAC

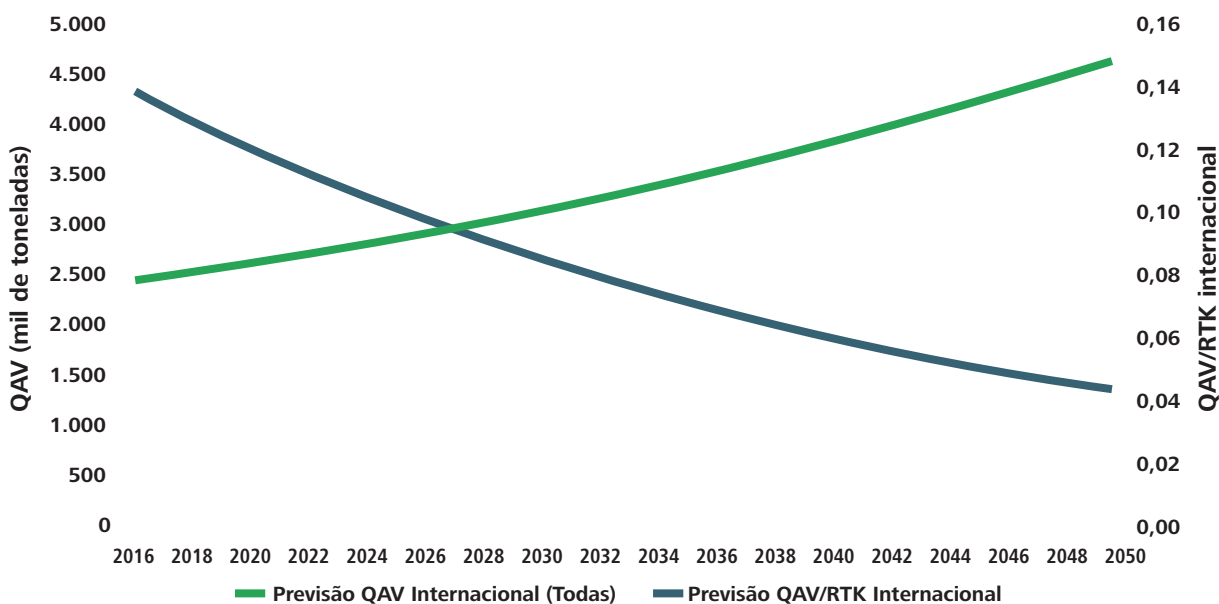
4.2 Previsão de Crescimento do Consumo de Combustível.

Para a realização da previsão do crescimento do consumo de combustível foram usados dados sobre a evolução do consumo total, ao ano, das empresas aéreas (tanto brasileiras quanto estrangeiras) operando no segmento internacional, para o período de 2000-2015. Outra análise realizada foi o consumo anual de combustível por RTK-Revenue Tonne Kilometer⁵, no mesmo período. A partir destas séries, buscou-se uma curva que apresentasse o melhor ajuste para os pontos encontrados. O melhor ajuste encontrado para ambos os

casos foi uma função exponencial. Considerando essa função e as taxas de crescimento previstas pela OACI de 5,5% ao ano para o RTK internacional e de 5,4% ao ano para o RTK de empresas brasileiras operando no segmento internacional (*Brazil forecast growth RTK 2014 - 2030 ICAO Doc. 9940*), foi feita uma extrapolação do crescimento do consumo por RTK até 2050. A partir desta extrapolação pode-se estimar o valor previsto para o crescimento do consumo de combustível até 2050.

⁵ Dados obtidos nos Anuários Estatísticos da ANAC.

Gráfico 10: Previsão do crescimento do consumo de querosene de aviação (QAV) por empresas brasileiras e estrangeiras em voos internacionais com origem no Brasil (em toneladas) -2016-2050.



Fonte: ANAC

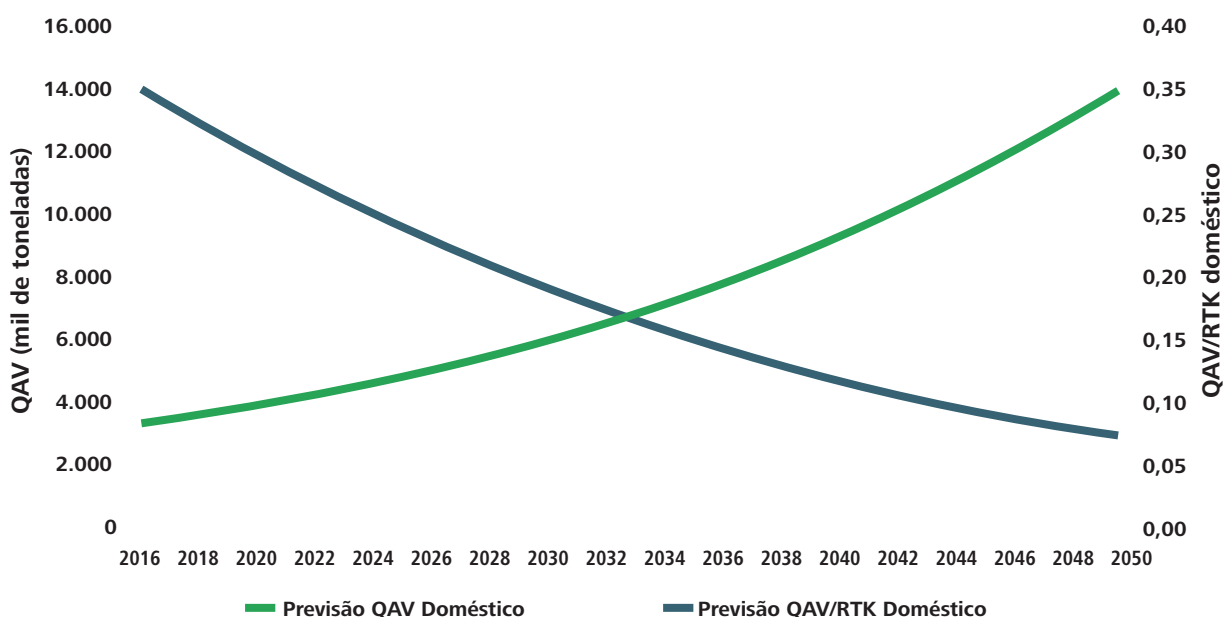
O Gráfico 10 mostra uma previsão de aumento de 203,4% no consumo de combustível dos voos internacionais partindo do Brasil no ano

de 2050, em relação ao ano base de 2005. Isto aponta para uma previsão de consumo de 4,6 milhões de toneladas de QAV ao ano em 2050.

Utilizando-se da mesma metodologia, estimou-se o valor previsto para o crescimento do consumo de combustível no mercado doméstico até 2050. O Gráfico 11 mostra uma previsão de consumo de 14,4 milhões de toneladas

de QAV ao ano em 2050. Os resultados apresentam uma previsão de aumento de aproximadamente 618,4% no consumo de combustível dos voos domésticos até o ano de 2050 em relação ao ano base de 2005.

Gráfico 11: Previsão do crescimento do consumo de querosene de aviação (QAV) no mercado doméstico (em toneladas) -2016-2050.



Fonte: ANAC

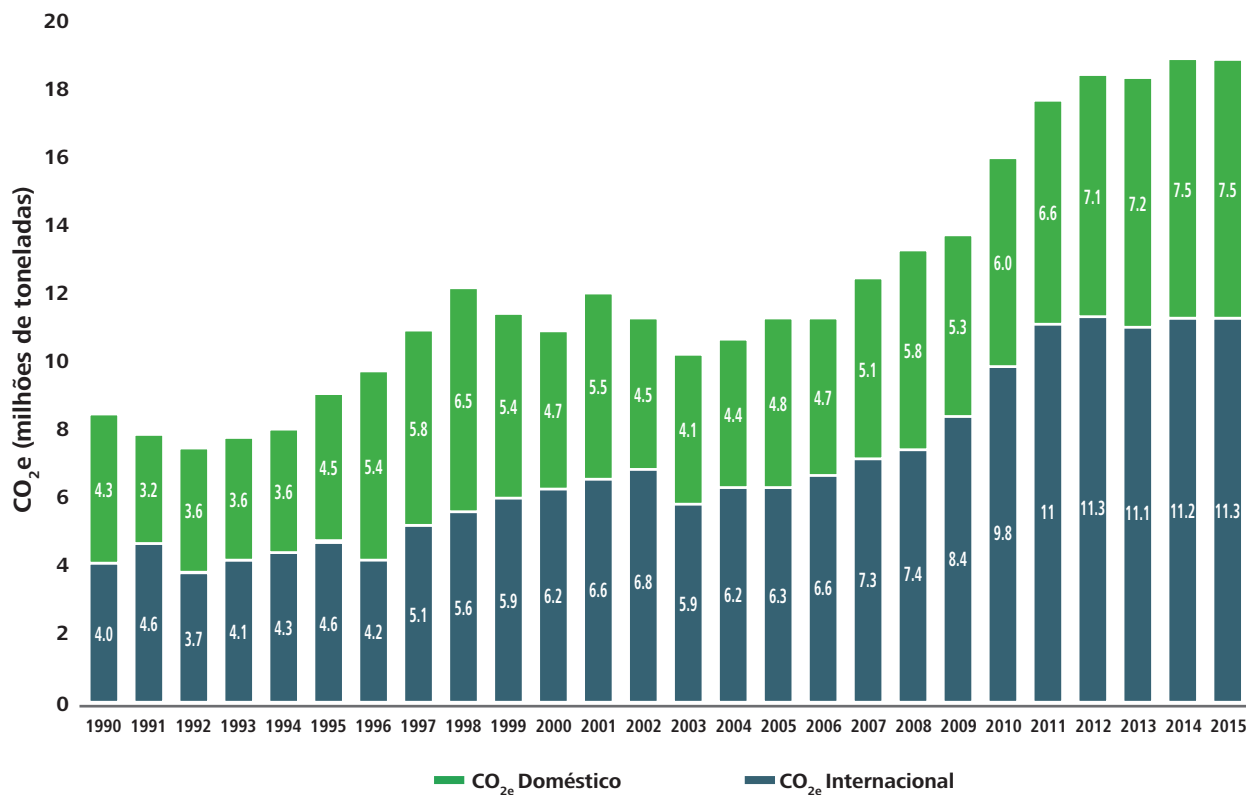
4.3 As Emissões de Gases de Efeito Estufa – GEE

A seguir é apresentada a série histórica com as emissões totais do setor (Gráfico 12). Registre-se que a conversão dos gases de efeito estufa em CO₂e (CO₂ equivalente) é feita conforme valores apresentados na 2^o Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima⁶.

A série do Gráfico 12 espelha a série de consumo de combustível apresentada no Gráfico 8. Assim, a taxa de crescimento anual das emissões de GEE entre 1990 e 2015 se manteve em aproximadamente 3,85% em média para o segmento doméstico e 3,23% em média para o segmento internacional.

⁶ Os fatores GWP *Global Warming Potential* são 1 para CO₂, 21 para CH₄ e 310 para N₂O.

Gráfico 12: Emissões de GEE totais do setor – Série 1990-2015



Fonte: ANAC

5. A INTENSIDADE DE EMISSÕES E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Esta seção apresenta os resultados dos indicadores utilizados para acompanhamento da evolução do setor, em termos de emissão por passageiro transportado (Intensidade de Emissões) e melhoria no consumo de combustível (Eficiência Energética).

O Anuário Estatístico da Aviação Civil Brasileira, elaborado pela ANAC, tem informações disponíveis sobre RPK⁷ (*Revenue Passenger Kilometer*) e RTK⁸ (*Revenue Tonne Kilometer*)

para as companhias aéreas brasileiras e estrangeiras. As tabelas 2 e 3 apresentam, respectivamente: a evolução do RPK e do RTK das empresas aéreas brasileiras e a evolução do RPK e do RTK para todas as empresas internacionais operando a partir do Brasil. Na tabela 2, que representa as empresas brasileiras operando no segmento internacional, os dados estão divididos em operações domésticas e operações internacionais.

Tabela 2: Quantidade de passageiros-quilômetros pagos transportados (RPK) e de toneladas-quilômetros pagas transportadas por empresas brasileiras nos mercados doméstico e internacional – 2005-2015 (em milhões)

Ano	RPK (x ¹⁰⁶)		RTK (x ¹⁰⁶)	
	Internacional	Doméstica	Internacional	Doméstica
2005	22.730	35.561	3.230	3.709
2006	16.057	40.556	2.314	4.280
2007	14.353	45.911	2.037	4.625
2008	18.933	49.563	2.222	4.931
2009	19.293	56.731	2.144	5.599
2010	23.485	70.238	2.709	6.989
2011	26.045	81.452	3.364	8.016
2012	26.193	87.005	3.371	8.428
2013	27.478	88.226	3.758	8.482
2014	29.142	93.332	3.919	8.911
2015	33.153	94.380	4.257	8.885

Fonte: ANAC

⁷ Representa, em linhas gerais, a demanda por transporte aéreo de passageiros. Para o cálculo do índice, multiplica-se, em cada etapa remunerada de voo, a quantidade de passageiros pagos transportados pela quantidade de quilômetros voados (1 passageiro-quilômetro é o mesmo que 1 passageiro que voou 1 quilômetro). (Anuário Estatístico da ANAC, 2014)

⁸ Representa, em linhas gerais, a demanda por transporte aéreo em termos de capacidade de toneladas, incluindo as toneladas para passageiros. Para o cálculo do índice, multiplica-se, em cada etapa remunerada de voo, o peso pagante transportado pela distância da etapa. No Brasil adota-se a média de 75 quilos para cada passageiro transportado, já incluída a bagagem de mão. A unidade de medida é tonelada-quilômetro, que representa 1 tonelada transportada por 1 quilômetro. (Anuário Estatístico da ANAC, 2014)

Para realizar a divisão entre os estágios nacionais e internacionais e segregar as operações entre os transportadores locais e estrangeiros são necessários os dados de controle de tráfego aéreo. A base de dados com movimentos

de torre disponível se inicia em 2005. Desta forma, os cálculos de eficiência energética e de intensidade de emissões se iniciam em 2005 para as companhias aéreas brasileiras, segregando as operações em domésticas e internacionais.

Tabela 3: Quantidade de passageiros-quilômetros pagos transportados (RPK) e toneladas-quilômetros pagas transportadas (RTK) por empresas brasileiras e estrangeiras em voos internacionais com origem no Brasil – 2000-2015 (em milhões).

Ano	RTK (x10 ⁶)	RPK (x10 ⁶)
2000	7.331	51.334
2001	6.597	47.864
2002	6.640	45.889
2003	6.960	49.313
2004	4.756	55.898
2005	8.354	62.264
2006	8.242	62.138
2007	8.779	67.757
2008	9.514	77.522
2009	8.894	75.385
2010	11.821	89.913
2011	13.638	102.586
2012	14.139	109.925
2013	14.698	114.180
2014	16.468	130.529
2015	16.386	130.644

Fonte: ANAC

Para o cálculo dos indicadores de Intensidade de Emissões e Eficiência Energética, além dos RPKs e RTKs listados nas Tabelas 2 e 3, serão

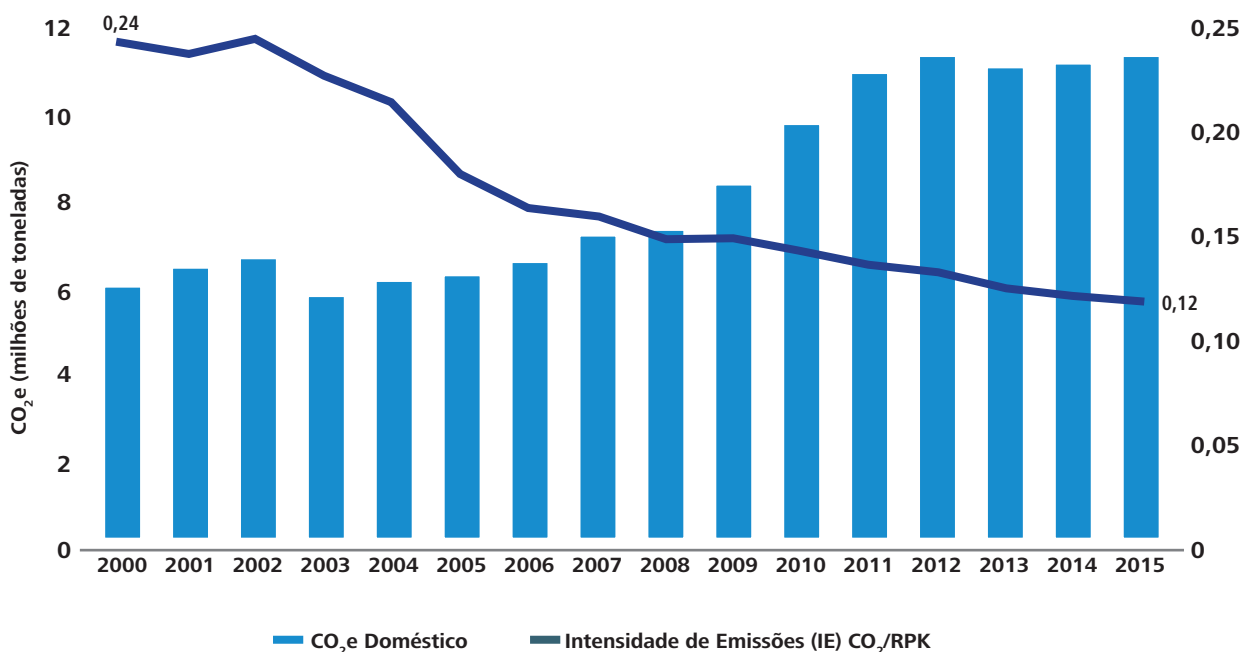
utilizados os dados de emissão de CO₂ e consumo de combustível, apresentados na seção anterior.

5.1 Intensidade de Emissões (IE)

O cálculo da intensidade de emissões de gases de efeito estufa é feito com base nas emissões por quilômetro voado e por passageiro transportado. Desse modo, isolam-se as variáveis de aumento no número de passageiros transportados e de crescimento do número de rotas e das distâncias voadas.

O Gráfico 13 consolida as informações sobre intensidade de emissões e sobre a evolução das emissões de CO₂e nas operações domésticas. As barras verticais demonstram o volume anual de emissões e a linha horizontal apresenta a evolução da intensidade de emissões.

Gráfico 13: Volume (em ton.) e Intensidade de Emissões de CO₂e em voos domésticos – 2000-2015.



Fonte: ANAC

Tomando como ano base o ano de 2005, o volume de emissões de CO₂e da aviação doméstica aumentou a uma taxa média anual de 5,9% e cresceu mais de 77,9% no acumulado entre 2005 e 2015. Entretanto, a intensidade de emissões apresentou significativa redução, a uma taxa média anual de 3,9% no

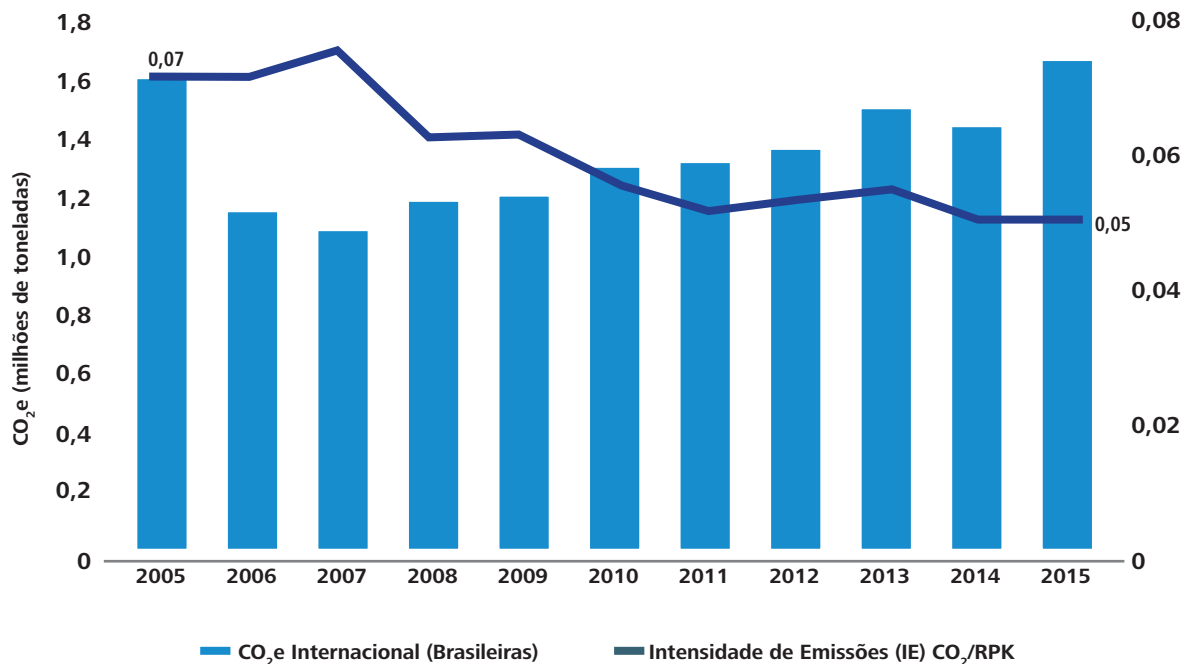
mesmo período. Em 2015, a intensidade de emissões foi de 12,0 kg CO₂e por 100RPK, ou seja, 12 Kg de CO₂e por cada 100 passageiros transportados, por quilômetro voado.

O gráfico 14 demonstra a evolução da intensidade de emissões nas operações internacio-

nais de empresas aéreas brasileiras entre os anos de 2005 e 2015. As barras verticais representam o volume anual de emissões nessas operações, enquanto os pontos na linha horizontal indicam a intensidade das emissões por ano.

As empresas brasileiras nas operações internacionais apresentaram uma redução anual média da intensidade de emissões de 3,9% a.a. e um crescimento médio do volume total de emissões de 0,35% a.a. O crescimento acumulado do volume de emissões a partir

Gráfico 14: Volume (em toneladas) e Intensidade de Emissões de CO₂e por empresas brasileiras em voos internacionais – 2005-2015

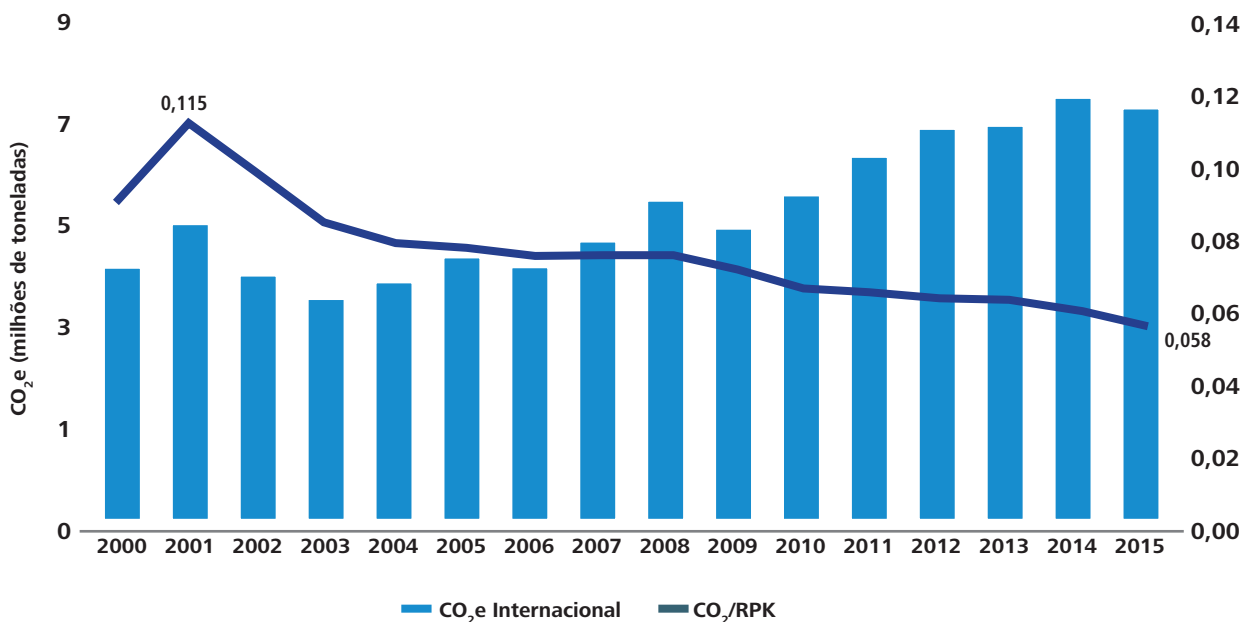


Fonte: ANAC

de 2005 foi de 3,6%, contra uma redução na intensidade de emissões acumulada de 29,0% no mesmo período. Observam-se no Gráfico 14 algumas oscilações na linha sobre intensidade de emissões. Os motivos para este comportamento são os mesmos já apresentados no Primeiro Plano de Ação,

ou seja, efeitos do processo de falência da antiga empresa de bandeira brasileira, a VARIG, que encerrou suas operações em 2006. Com a reorganização que se seguiu no setor os novos operadores passaram por um processo de ajuste entre oferta e demanda de assentos e isso se refletiu no aumento da

Gráfico 15: Volume (em toneladas) e Intensidade de Emissões de CO₂e por empresas brasileiras e estrangeiras em voos internacionais com origem no Brasil – 2000-2015.



Fonte: ANAC

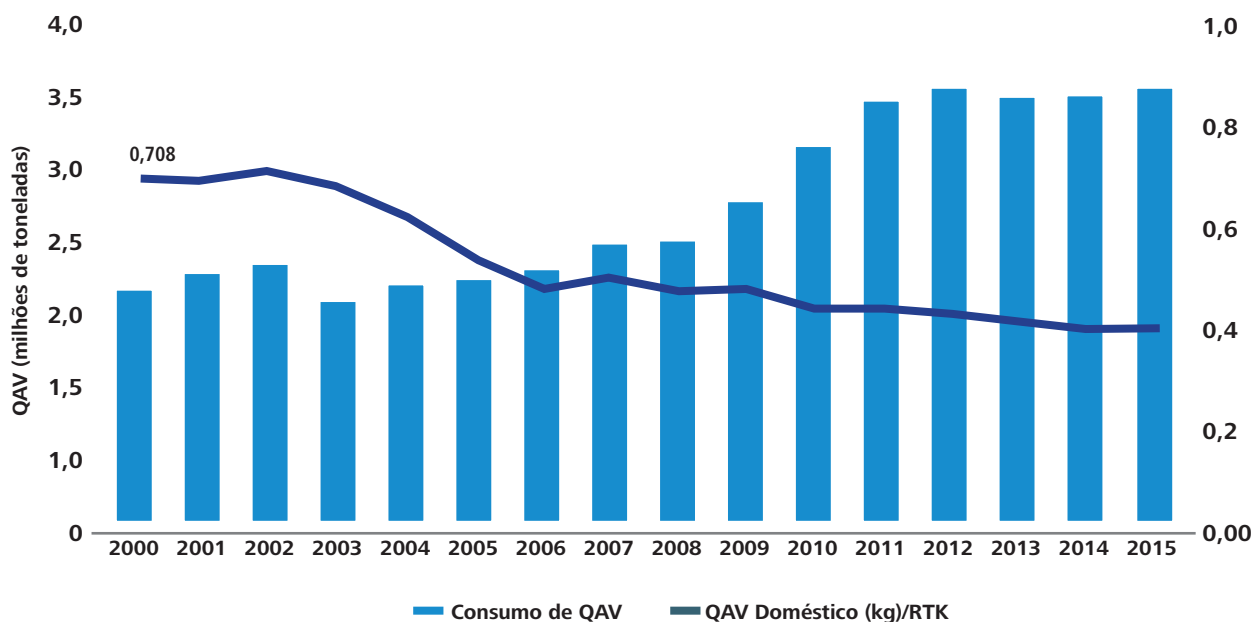
intensidade de emissões nos anos de 2006 a 2008. Em 2009, o setor já havia se ajustado e a Intensidade de Emissões caiu para valores abaixo aos de 2005.

Por fim, o Gráfico 15 demonstra a evolução da intensidade de emissões nas operações internacionais totais, que incluem as empresas brasileiras e estrangeiras operando a partir do Brasil, entre os anos de 2000 e 2015.

Assim, o resultado global foi uma redução anual média da intensidade de emissões das

operações internacionais de empresas aéreas, nos voos com origem no Brasil, de 3,0% ao ano entre os anos de 2005 e 2015 e um aumento do volume total de emissões em 4,5% ao ano no mesmo período. O crescimento acumulado das emissões do setor no segmento internacional foi de 54,9%, tomando como base o ano de 2005, contra uma redução na intensidade de emissões acumulada de 26,2% no mesmo período. Em 2015, a intensidade de emissões nas operações internacionais a partir do Brasil foi de 5,8 kg de CO₂e por 100RPK.

Gráfico 16: Consumo de querosene de aviação (QAV), em toneladas, e Eficiência Energética das empresas brasileiras em voos domésticos – 2000-2015.



Fonte: ANAC

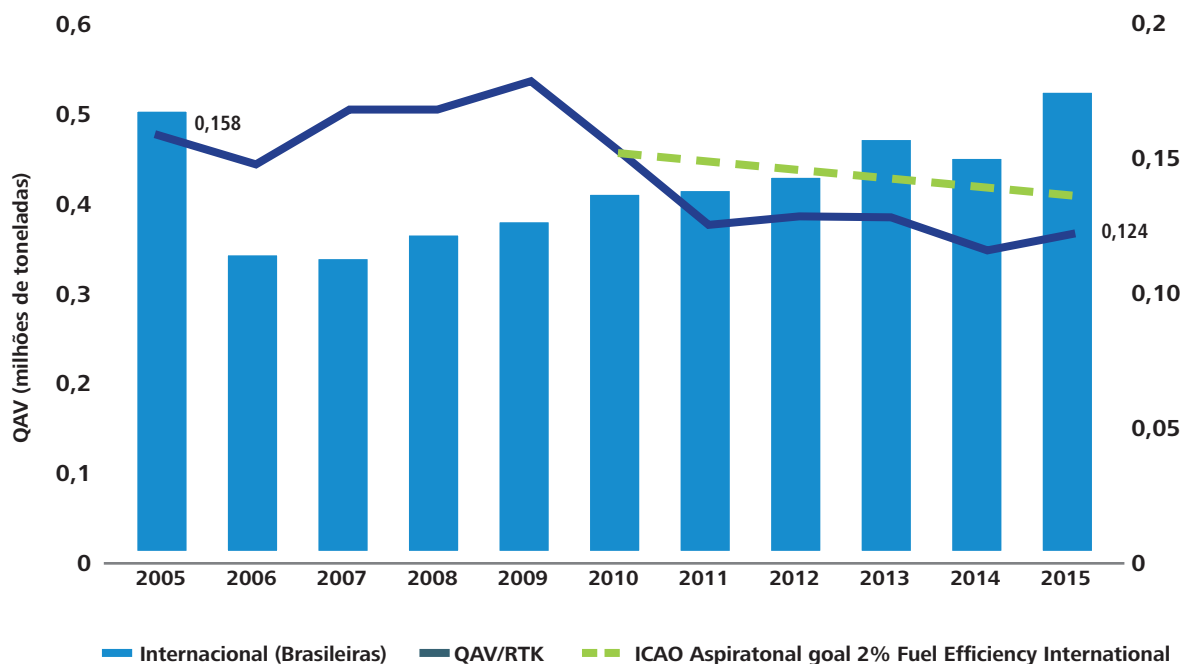
5.2 Eficiência Energética (EE)

O cálculo da eficiência energética é realizado com base no consumo de combustível por peso transportado (passageiros pagantes e carga) e distância voada. Assim é possível analisar a eficiência de uso do combustível na prestação dos serviços aéreos. Para o cálculo da eficiência energética divide-se o total de combustível consumido pelo peso de passageiros e carga transportados.

O Gráfico 16 trata das operações domésticas e demonstra uma melhoria de eficiência energética de 2,9% ao ano, em média, desde

2005, contra um aumento médio no consumo de combustível de 5,9% ao ano. No acumulado, a partir de 2005 a eficiência melhorou em 25,7% enquanto o consumo aumentou em 77,9%. Tendo em vista que as emissões para esse segmento tiveram um crescimento mais rápido do que o internacional, mantém-se a suposição de que a melhoria da eficiência energética nas operações domésticas tem contribuído positivamente para a redução no ritmo de crescimento das emissões brasileiras totais.

Gráfico 17: Consumo de querosene de aviação (QAV), em toneladas, Eficiência Energética de empresas brasileiras em voos internacionais com origem no Brasil e meta da OACI de eficiência energética– 2000-2015.



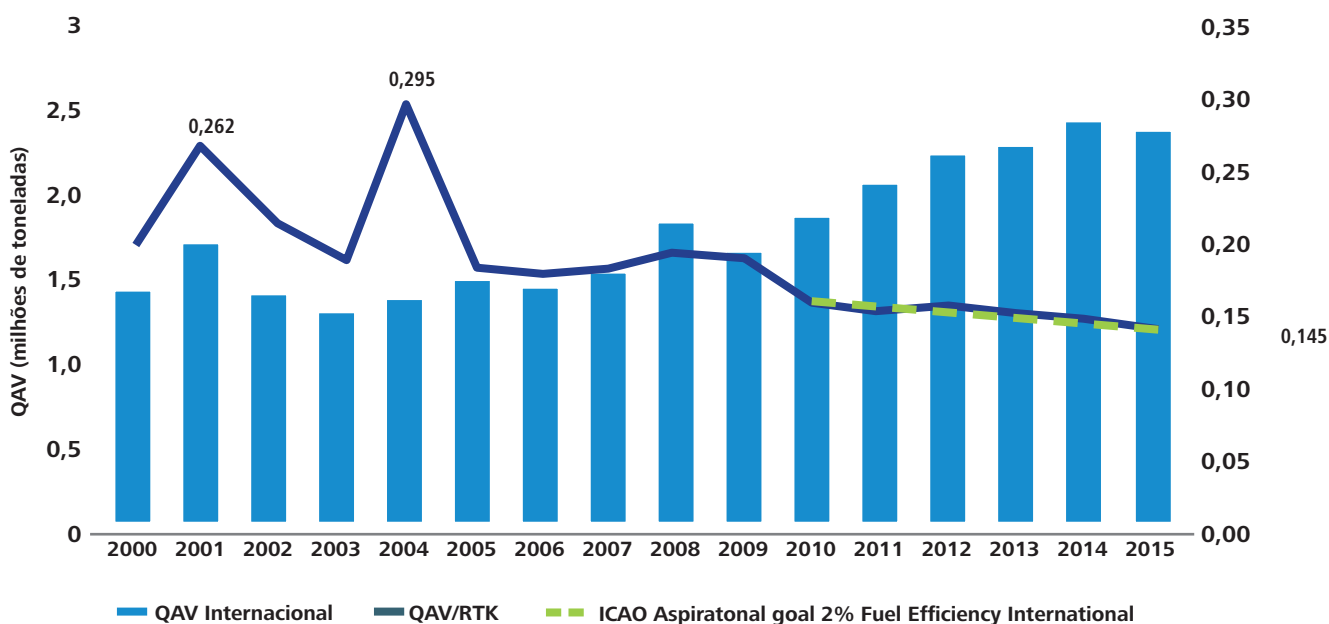
Fonte: ANAC

No Gráfico 17 são apresentados os resultados de eficiência energética nas operações internacionais de empresas brasileiras, com base no consumo de combustível por RTK, a partir de 2005. As barras verticais representam o consumo anual de combustível e a linha horizontal a evolução da eficiência energética.

Em relação às operações internacionais de empresas aéreas brasileiras (Gráfico 17) observou-se uma melhora na eficiência energética de, em média, 2,4% ao ano, a partir do

ano base de 2005, contra um aumento médio no consumo de combustível de 0,35% ao ano. Conforme já observado na primeira versão deste Plano de Ação, essa melhora é ligeiramente superior à meta desejável de 2% ao ano, a partir de 2010, estabelecida pela OACI para a aviação internacional (linha tracejada no gráfico). No acumulado, a partir de 2005 a eficiência melhorou em 21,4% enquanto o consumo aumentou em 3,6%. Cabe destacar a expressiva redução no consumo de combustível entre os anos de 2005 e 2006, com uma queda de quase 33%.

Gráfico 18: Consumo de querosene de aviação (QAv), em toneladas, Eficiência Energética de empresas brasileiras e estrangeiras em voos internacionais com origem no Brasil e meta da OACI de eficiência energética – 2000-2015.



Fonte: ANAC

Por fim, o Gráfico 18 apresenta a evolução da eficiência energética nas operações internacionais totais, que incluem as empresas brasileiras e estrangeiras operando a partir do Brasil, entre os anos de 2000 e 2015.

Observa-se uma melhora na eficiência energética de, em média, 2,3% ao ano, a partir de 2005, contra um aumento médio no consumo de combustível de 4,5% ao ano. Essa melhora também é ligeiramente superior à meta desejável da OACI de 2% ao ano, a partir de 2010. No acumulado, a partir de 2005 a eficiência melhorou em 20,9% enquanto o consumo aumentou em 55,1%.

Os dados deste segundo Plano de Ação corroboram as conclusões do primeiro Plano de Ação de 2013 de que a aviação civil brasileira está evoluindo de maneira ambientalmente amigável, no que diz respeito a emissões de GEE. O objetivo desejável de melhoria de 2% ao ano de eficiência no consumo de combustível estabelecida pela OACI para a aviação internacional tem sido atingido nas operações no Brasil e mesmo que este objetivo não se estenda às operações domésticas a extensão das análises ao mercado doméstico permite verificar que este mercado também tem evoluído no sentido de uma maior eficiência na operação a despeito do crescimento significativo ocorrido no período de 2003 a 2014.

6. MEDIDAS QUE CONTRIBUEM PARA A REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE DA AVIAÇÃO

6.1 Contribuições dos Aeroportos

O Brasil possui 2.463 aeródromos registrados pela ANAC (1.806 privados e 657 públicos), mas 98% dos embarques e desembarques aéreos no país estão concentrados em 65 (sessenta e cinco) aeroportos. Desses aeroportos, seis foram concedidos à iniciativa privada, outros quatro estão em processo de concessão. O processo de concessão, iniciado em 2011, tem o intuito de promover investimentos na expansão e modernização da infraestrutura aeroportuária nacional. O primeiro aeroporto concedido foi o de São Gonçalo do Amarante, no Rio Grande do Norte, em 2011. Em fevereiro de 2012, o governo federal concedeu à iniciativa privada os aeroportos de Brasília (DF), Guarulhos (SP) e Campinas (SP). Em dezembro de 2012, foram concedidos os aeroportos do Galeão (RJ) e Confins (MG). Os próximos aeroportos a serem concedidos são Fortaleza (CE), Salvador (BA), Porto Alegre (RS) e Florianópolis (SC). Os valores arrecadados nos leilões compõem o Fundo Nacional de Aviação Civil

(FNAC), para investimentos nos demais aeroportos brasileiros. A Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – Infraero continua responsável pela operação de 60 (sessenta) aeroportos no país.

A seguir serão apresentadas medidas de redução das emissões de GEE adotadas ou em avaliação pela Infraero e pelos administradores aeroportuários dos aeroportos concedidos. Registre-se que, 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 a redução das emissões diretas dos aeroportos (Escopo 1) e das emissões indiretas, normalmente relacionadas ao consumo de energia elétrica (Escopo 2)⁹.

6.1.1 Infraero¹⁰

A INFRAERO possui diversas medidas em curso e ações planejadas que poderão contribuir para a redução das emissões de Gases de Efeito Estufa – GEE do setor¹¹. São elas:

⁹ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

¹⁰ “Relatório das ações com potencial de redução das emissões de CO₂”, janeiro de 2016, elaborado por: Arthur Neiva Fernandes, coordenador de energia e sustentabilidade, e aprovado por Charles Rocha, Gerente de Meio Ambiente da Infraero.

¹¹ Para a estimativa da redução de emissões de CO₂ medidas de escopo 1 (fontes pertencentes ou controladas pelo aeroporto), escopo 2 (geração de energia elétrica) e escopo 3 (fontes não pertencentes ou não controladas pelo aeroporto), de acordo com o 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

1 Fornecimento de energia elétrica (400 Hz) e ar condicionado nas pontes de embarque

Aeroporto de Congonhas/SP – SBSP (em avaliação de viabilidade): De acordo com levantamentos (dados de operação de GPU - *Ground Power Unit* e APU - *Auxiliary Power Unit*) do Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do SBSP (ano base 2012), foram calculadas as emissões relacionadas à utilização dos GPUs e APUs no cenário atual e em cenário que considera a operação de 12 pontes de embarque com o fornecimento de energia elétrica (400Hz) e ar condicionado (Facilidades Fixas). Também foram consideradas as emissões pela geração de energia elétrica¹² pelo sistema Facilidades Fixas (emissões indiretas). Concluiu-se que a implantação do sistema de facilidades fixas para energia elétrica e ar condicionado em 12 (doze) pontes de embarque resultará, caso o projeto seja implementado, em redução estimada de **1.081 toneladas de CO₂ ao ano**. Em relação aos custos dessa medida, a Infraero estuda a adoção de modelo de licitação para a exploração comercial do sistema, o que não demandaria nenhum investimento direto da Infraero¹³. Existe ainda previsão de expansão do Aeroporto de Congonhas com a instalação de dez (10) pontes de embarque com facilidades fixas (400Hz e

ar condicionado). O sistema fixo de fornecimento de energia elétrica (400Hz) e ar condicionado em dez pontes de embarque terá, se implementado, o potencial de reduzir as emissões em aproximadamente **887 toneladas de emissões CO₂ ao ano**. Cabe destacar que o **impacto dessa medida seria restrito à aviação doméstica**, pois o aeroporto de Congonhas não recebe voos comerciais internacionais.

Aeroporto Eduardo Gomes – Manaus/AM – SBEG (em execução). Atualmente o Aeroporto Internacional de Manaus dispõe de 8 equipamentos de 400Hz e ar condicionado, mas ainda não há infraestrutura para conectá-los às pontes de embarque. A instalação dos 8 equipamentos resultará em redução de emissões estimada em **469 toneladas de CO₂ ao ano**. Cabe ressaltar que a concretização desse projeto ainda depende de investimentos na ordem de R\$ 9.500.000,00 e a Infraero está buscando o recurso necessário. Registre-se que essa ação possui impacto na aviação civil internacional uma vez que o Aeroporto de Manaus recebe voos comerciais internacionais.

¹² Em todos os cálculos que envolveram o consumo de energia elétrica (típicos do escopo 2 do GHG Protocol) utilizou-se o fator médio anual de emissão de CO₂ do ano de 2014, correspondente a 0,1355 tCO₂/MWh, disponível no site do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI.

¹³ Para se obter uma ordem de grandeza de investimento em facilidades fixas, pode-se considerar: o valor cotado para aquisição de equipamentos em agosto de 2014 (pesquisa de mercado) e o valor pago pelos equipamentos (400Hz + Ar condicionado) do SBEG em 2013, acrescentando o valor da Infraestrutura. Portanto, o investimento para a implantação de sistema de Facilidades Fixas (400Hz + Ar condicionado + Infraestrutura) totalizaria o valor de R\$ 1.200.000,00 para cada ponte (valor já corrigido com inflação (IGP-M) e cotação do dólar a R\$ 4,00).

2 Uso da iluminação com lâmpadas LED em terminais de passageiros e para balizamento¹⁴

Até junho de 2020, a Infraero pretende substituir 26.550 lâmpadas tubulares fluorescentes por lâmpadas LED nos terminais de passageiros. Essa substituição resultará em redução de emissões de CO₂ de aproximadamente **2.384 toneladas**, considerando uma operação de 24 horas entre o período de jun/2015 até jun/2020¹⁵. Essa medida será implementada em treze (13)¹⁶ aeroportos administrados pela Infraero com o custo de R\$ 2.083.034,00. Em relação ao uso de lâmpadas LED para balizamento, o Aeroporto Salgado Filho (Porto Ale-

gre/RS) foi o primeiro aeroporto da América do Sul a possuir instaladas em sua pista de pouso e decolagem luminárias com tecnologia LED de alta intensidade¹⁷. O uso das lâmpadas LED para iluminação da pista em Porto Alegre resultou em **diminuição anual** estimada das emissões de **65 tCO₂** para todas as 6.680 lâmpadas considerando uma operação de 12 horas¹⁸. O custo da medida foi de R\$ 876.988,26. Outros aeroportos administrados pela Infraero também receberão luminárias LED em seu balizamento.

3 Planta de geração de energia solar

(Aeroporto de Palmas/TO – em avaliação de viabilidade). A ideia inicial é implantar uma usina fotovoltaica de 1MW que, além de suprir a demanda do aeroporto nos períodos de geração (aproximadamente 12 horas/dia), quando houver excedente, o mesmo poderá ser distribuído na rede gerando crê-

dito para abatimento na conta de energia de outras unidades da empresa. O investimento está previsto em R\$ 5 milhões numa área de aproximadamente 8.000m². Essa medida pode resultar em redução de emissões estimada em **308 ton. de CO₂ ao ano**¹⁹.

¹⁴ Escopo 2 - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

¹⁵ Para o cálculo foi utilizado o fator médio anual de emissão de CO₂ (2014) correspondente a 0,1355 tCO₂/MWh (MCTI,2014).

¹⁶ Aeroportos: SBCT, SBFL, SBMT, SBSP, SBBH, SBRI, SBGO, SBIL, SBMO, SBFZ, SBRF, SBBE e SBIL.

¹⁷ Dentre os aeroportos onde atualmente estão instaladas lâmpadas LED no balizamento, destacam-se: Aeroporto de Bacacheri (PPD); Aeroporto de Pelotas (PPD); Aeroporto Internacional de Ponta Porã (taxiway e pátio de manobras); Aeroporto de Macaé (taxiways); Aeroporto Santa Genoveva – Goiânia/GO (taxiways); Aeroporto Internacional de Belém/Val-de-Cans/Júlio Cezar Ribeiro (taxiways); Aeroporto de Imperatriz/Prefeito Renato Moreira (taxiway); Aeroporto Internacional de São Luís (balizamento lateral das taxiways das pistas 06/24 e 09/27); Aeroporto de Vitória – Eurico de Aguiar Salles (balizamento do pátio de helicópteros e da taxiway Alfa); Aeroporto de Joinville - Lauro Carneiro de Loyola (taxiways); Porto Alegre (balizamento de alta intensidade – obrigatório para aeródromos que operam com ILS (Instrument Landing System).

¹⁸ Utilizou-se como parâmetro o cálculo realizado para a tecnologia de iluminação convencional no balizamento (lâmpadas incandescentes) em comparação com emissões associadas à tecnologia LED para terminal de passageiros. Para o cálculo foi utilizado o fator médio anual de emissão de CO₂ (2014) correspondente a 0,1355 tCO₂/MWh (MCTI,2014).

¹⁹ As emissões foram calculadas utilizando o fator médio anual de emissão de CO₂ (2014) correspondente a 0,1355 tCO₂/MWh (FONTE: MCTI,2014) bem com um fator de emissão para geração por meio de placas solares (fotovoltaicas) do tipo “roof-top” Referência: “Energy Payback Time and CO₂ Emissions of 1.2 kWp Photovoltaic Roof-Top System in Brazil” - USP, maio de 2013 pelo International Journal of Smart Grid and Clean Energy. O fator de emissão utilizado foi então de 0,0149 tCO₂/MWh. Foi utilizada a média anual da demanda de energia do aeroporto de Palmas que foi de 0,584 MW para o ano de 2015.

4 Outras medidas com menor impacto de redução

A Infraero implementou outras medidas pontuais, das quais destacam-se: Aeroporto Santos Dumont (RJ) - Testes com ônibus elétrico para transporte de passageiros; Aero-

porto de Jacarepaguá (RJ) - Projeto piloto de energia solar; Aeroporto de Campo de Marte (SP) - Painéis para captação de energia solar; EPTA²⁰ de Jacarepaguá (RJ) - painéis solares.

6.1.2 Aeroporto de Guarulhos/Governador André Franco Montoro²¹

Estão em fase de estudo diversas medidas para melhorar a eficiência das operações no Aeroporto Internacional de Guarulhos (SP) e, assim, reduzir a queima desnecessária de combustível das aeronaves. Considerando que é o maior aeroporto internacional do país, as medidas em estudo têm potencial para reduzir as emissões da aviação internacional. São elas:

1 Procedimentos Operacionais – manobras de táxi

Aeronaves taxiando contribuem significativamente para emissões nos aeroportos. O volume de emissões é função do tempo de táxi das aeronaves, em adição a outros fatores como, regime de potência, quantidade de motores e *Standard Operational Procedure* (procedimento operacional padrão) utilizado por cada operador aéreo, em relação ao corte de motores em manobras de táxi. Assim, em 2016, pretende-se realizar estudo, em grupo de trabalho constituído pelos operadores aéreos, para viabilizar a adoção de procedimento operacional para manobras de táxi com somente um motor para aeronaves bimotor e dois motores para aeronaves quadrimotor.

2 Procedimentos Operacionais – uso de APU

Outro fator relevante para a redução de emissões relacionadas às aeronaves em operação nos aeroportos é o tempo de utilização de APU (*Auxiliary Power Unit*) quando no solo. Assim, em 2016, pretende-se realizar estudo para viabilizar a adoção de procedimento operacional para redução da utilização de APU quando no solo.

3 Redução de Tempo de Espera para Posições de Estacionamento de Aeronaves

Esta condição já é coordenada pelo Centro de Controle Operacional (CCO) do Aeroporto de Guarulhos e pode ser otimizada para também atender a redução de emissões.

²⁰ Estação Prestadora de Serviços de Telecomunicações de Tráfego Aéreo

²¹ As informações foram fornecidas pela Concessionária do Aeroporto Internacional de Guarulhos. Relatório encaminhado pelo Ofício DR/0076/2016, de 15 de janeiro de 2016.

Assim, em 2016, pretende-se realizar estudo para promover a implementação de indicadores que orientem ações destinadas a redução do tempo de espera das aeronaves.

4 Redução de Tempo de Táxi das Aeronaves

Essa ação pode gerar redução significativa nas emissões das aeronaves em manobras no solo. Através de coordenação entre o CCO e a EPTA SP-GRU é possível otimizar estas operações visando ganhos no tempo atual, com redução de emissões de gases de efeito estufa e poluentes. Até dezembro de 2016, pretende-se concluir estudo para estabelecer metas destinadas a redução do tempo de táxi para as aeronaves que saem e chegam a Guarulhos.

5 Utilização de etanol na frota "flex" (Escopo 1)

O aeroporto de Guarulhos dispõe de uma frota de 22 veículos "flex" (podem ser abastecidos com etanol e gasolina). O consumo apresentado por essa frota em 2015 foi de 54.446 litros de gasolina e 9.329 litros de etanol. Atualmente, o preço do etanol equivale a aproximadamente 67% do preço da gasolina. Portanto, existe potencial de redução de custos com o aumento da proporção do uso do etanol na frota flex. Assim, pretende-se elevar de 15% para 30% o uso direto do etanol na frota flex do aeroporto, o que proporcionará redução de emissões de GEE. Essa substituição deve ser implementada ao longo de 2016.

6 Utilização de biodiesel na frota (Escopo 1)

O aeroporto de Guarulhos dispõe de uma frota de 80 veículos movidos a diesel. O consumo dessa frota em 2015 foi de 166.748 litros de diesel. Pretende-se realizar estudo de viabilidade sobre a utilização de biodiesel para abastecer essa frota. Existe potencial de viabilidade econômica desta substituição, pois o biodiesel oriundo do projeto Bioplanet (investimento social - SUB C -BNDES) poderá ser adquirido a um preço inferior ao do diesel praticado no mercado. O estudo deverá ser concluído em setembro de 2016.

7 Otimização do Sistema de Ar Condicionado (Escopo 2)

O sistema de ar condicionado possui representatividade expressiva no consumo de energia elétrica do aeroporto (estimado entre 30 e 35%). O consumo total de energia em 2015 foi de 152.585 MWh e representou para a concessionária um custo de R\$ 65,254 milhões. Assim, pretende-se instalar nos terminais de passageiros e no terminal de carga ajustes de funcionamento do ar condicionado que permitam o seu desligamento e alterações na temperatura de acordo com os horários de movimentação e as condições climáticas. Essa ação deverá ser concluída até dezembro de 2016.

8 Otimização do Sistema de iluminação do EDG – Edifício Garagem (Escopo 2)

O sistema de iluminação no Edifício Garagem possui potência instalada de 177.200 kWh/mês. Pretende-se otimizar o sistema de iluminação do Edifício Garagem com o desligamento de 50% das luminárias e aproveitamento de luz natural. Essa ação deve ser concluída até dezembro de 2016.

9 Substituição parcial das lâmpadas de vapor de sódio por lâmpadas de LED no Terminal de Cargas

O sistema de iluminação do Armazém de Importação do Terminal de Cargas, composto por lâmpadas de vapor de sódio, possuía potência instalada de 192.500 kWh/mês e apresentava pontos de baixa luminosidade. A substituição de parte das lâmpadas por lâmpadas de LED reduziu o consumo de energia elétrica mensal em 60% e melhorou a iluminação do terminal de carga. A medida teve o custo de R\$ 1,24 milhão e foi concluída em dezembro de 2015.

10 Uso de lâmpadas de LED na pista de pousos e decolagens

O sistema de iluminação das pistas de pousos e decolagens, com utilização integral de lâmpadas alógenas, consumia 195.000 kWh/mês e apresentava a necessidade de substituição parcial de suas lâmpadas. Em 2015 foi realizada a substituição das lâmpadas alógenas da pista 09/27R

por lâmpadas de LED. A ação custou R\$ 4,245 milhões e resultou em economia média mensal de 10% no consumo de energia elétrica do sistema de iluminação das pistas de pousos e decolagens.

11 Reciclagem de resíduos - Grupo D.

Em 2015, o aeroporto de Guarulhos gerou cerca de 11.041 toneladas de resíduos do grupo D (não perigosos), sendo que a maior parte dos mesmos é destinada a aterros localizados a 30km do aeroporto. Essa quantidade representou um custo de gestão de R\$ 3.015.983. A maior parte desse custo refere-se ao transporte e taxas de aterro. A reciclagem desse material pode gerar significativa redução de custo, avaliado em aproximadamente R\$ 8.427.586 (2016 a 2027). Além disso a ação teria ganhos ambientais, inclusive redução das emissões de GEE. Assim, pretende-se apresentar, até agosto de 2016, estudo de implantação de um central de triagem para tratamento de resíduos do grupo D na área da cooperativa de catadores, bairro do Taboão - SP.

12 Reciclagem de paletes de madeira

Em 2015, os paletes recolhidos no Terminal de Carga (100t/mês em média) foram encaminhados para aterro sanitário. A decomposição desse material gera emissões de GEE em função da geração de gás metano. Estima-se que a reciclagem dos paletes de madeira pode gerar uma **redução de emissões de GEE da ordem de 4.300 tCO₂e/ano**. Assim, a partir de 2016, pretende-se encaminhar para reciclagem todos os paletes de madeira recolhidos no terminal de cargas.

13 Substituição da frota de GSE por equipamentos mais eficientes em relação a emissões

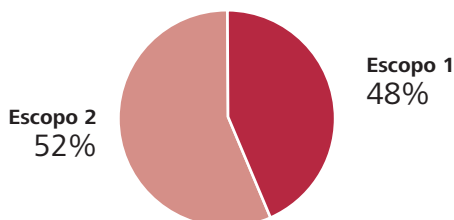
A frota de equipamentos de apoio de solo (*Ground Service Equipment*), que na sua maioria é constituída por tratores movidos a diesel, produz emissões significativas. A substituição desta frota por veículos mais eficientes será uma relevante medida para a redução das emissões do Aeroporto de Guarulhos. Planeja-se realizar estudo de viabilidade sobre a substituição da frota GSE (tratores) pelas ESATAS até dezembro de 2016.

6.1.3 Aeroporto de Campinas/Viracopos²²

O Aeroporto Internacional de Campinas/Viracopos elabora inventários²³ de emissões de gases de efeito estufa desde 2013. Esse mapeamento e a quantificação das fontes de emissão permitem o conhecimento do perfil das emissões da organização, com a finalidade de traçar estratégias que direcionem as ativida-

des do Aeroporto para um cenário de baixo carbono. Para a realização dos inventários foram considerados as emissões diretas de GEE (escopo 1) e as emissões indiretas de GEEs por uso de energia importada e consumida (escopo 2).

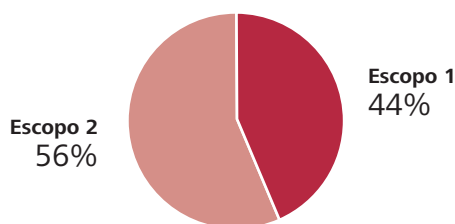
Gráfico 19: Perfil de Emissões - 2013



Em 2013, estudo realizado apontou que Viracopos emitiu um total de 4.331,81 toneladas de carbono equivalente (tCO₂e), sendo 2.097,86 tCO₂e no escopo 1 e 2.233,95 tCO₂e no escopo 2. O Gráfico 19 representa esses montantes em porcentagens para o ano inventariado.

²² Relatório de Emissões Atmosféricas do Aeroporto Internacional de Viracopos – Campinas, Janeiro de 2016.

²³ Relatório de Emissões Atmosféricas do Aeroporto Internacional de Viracopos – Campinas, Janeiro de 2016.

Gráfico 20: Perfil de Emissões - 2014

Em 2014, Viracopos emitiu um total de 5.306,18 toneladas de carbono equivalente (tCO_2e). Desse montante, 2.342,47 tCO_2e referem-se a emissões diretas (escopo 1) e 2.963,71 tCO_2e às emissões indiretas (escopos 2). Gráfico 20 mostra os resultados em porcentagens para o ano inventariado.

Apesar da série temporal curta, de dois anos, torna-se clara a importância do investimento em estratégias relacionadas ao aumento da eficiência energética no aeroporto. O inventário de 2015 está em elaboração. O aeroporto de Viracopos possui diversos projetos e atividades já implementados e em andamento com a finalidade de contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa, dentre as quais destacam-se:

1 Conscientização Ambiental

Viracopos entende que a mudança na atitude e nas ações de seus usuários e colaboradores é essencial para que se atinja um cenário de redução de emissões atmosféricas. As ações incluem: espaços para divulgação de informações e fóruns sobre meio ambiente e mudança do clima.

2 Infraestrutura – Ilhas de “Check In”

A área de embarque de passageiros do novo terminal (TPS1) contará com 72 posições para realização de “check in”, divididas em 3 ilhas. O diferencial operacional é que essas ilhas estão disponibilizadas paralelamente ao fluxo de entrada dos passageiros (fluxo de embarque), o que confere maior fluidez ao trânsito de pessoas e contribui para um procedimento mais eficiente durante o embarque dos passageiros.

3 Infraestrutura – Pontes de Embarque

O novo terminal contará com 28 pontes de embarque para voos nacionais e internacionais. Assim, os passageiros poderão embarcar sem a necessidade do uso de ônibus para o transporte nos pátios, fato que representará menor queima de combustíveis fósseis e redução nas emissões associadas às atividades aeroportuárias (escopo 1).

4 Infraestrutura - Novos Pátios

Com a ampliação de Viracopos foram criados 3 novos pátios de aeronaves (Pátios N, P e Q) com total de 72 posições de aeronaves. Devido ao dimensionamento dessas estruturas, esperam-se operações mais eficientes no aeroporto, representando menor emissão de gases de efeito estufa em solo. Essa medida tem impacto na aviação internacional, consideran-

do que o aeroporto de Viracopos recebe voos comerciais internacionais.

5 Iluminação em LED: Terminal de Cargas, Novo Acesso Viário, Prédio Administrativo e Pátio de ATR

A tecnologia LED reduz o consumo energético e a emissão de gases de efeito estufa em seu escopo 2. Iniciou-se Projeto no Terminal de Cargas (TECA), com a substituição das lâmpadas de vapor metálico de 250 watts por lâmpadas LED modelo TSL 77 de 156 watts. Além disso, a iluminação da duplicação da via de acesso ao Aeroporto de Viracopos foi realizada utilizando-se lâmpadas em LED. O Prédio administrativo de Viracopos também está recebendo iluminação em LED. Ao final da atividade terão sido substituídas 2.560 unidades de lâmpadas fluorescentes tubulares convencionais de 32w por contrapartes de iluminação TUBLED de 16w. A iluminação do Pátio 1 também foi substituída por lâmpadas de LED. No total, 9 (nove) lâmpadas convencionais de vapor metálico (1.000W cada) foram substituídas por 10 lâmpadas com tecnologia LED de 250W.

6 Pátio de ATR – infraestrutura para ligação de GPUs elétricos

Foi executada obra de melhoria em infraestrutura no pátio 1 de Viracopos, que recebe aeronaves modelo ATR. No total foram instaladas 5 tomadas de alimentação (uma para cada posição) para o uso do GPU elétrico, equipamento que não possui emissões diretas (escopo 1). Quando

comparados aos GPUs convencionais, que geram energia elétrica com a queima de combustível fóssil, as emissões de GEEs caem consideravelmente.

7 Iluminação Natural no Novo Terminal de Passageiros (TPS1)

O novo terminal de passageiros possui ampla fachada feita em vidro e os piores e corredores também foram construídos levando-se em consideração o objetivo de aproveitamento da luz natural. Assim ocorre a redução no consumo de energia elétrica e nas emissões relacionadas ao escopo 2.

8 Claraboias com películas fotovoltaicas – cobertura do Novo Terminal (TPS1)

A cobertura do TPS1 é sustentada por estruturas chamadas “árvores” (são 33 no total). No final dessas estruturas de sustentação está fixada uma claraboia que permite passagem de luz natural. Além disso, essas estruturas estão sendo preparadas para geração de energia elétrica a partir de um sistema instalado de películas fotovoltaicas (escopo 2).

9 Modernização de equipamentos / frota de empilhadeiras / tratores de bagagens

Viracopos possui um total de 103 empilhadeiras. Dessas, somente 5 são movidas a diesel, pois são equipamentos cuja finalidade é a movimentação de cargas de grande porte sendo necessário mais for-

ça. Do restante, trata-se de equipamentos movidos a gás e elétricos, que são menos poluentes do ponto de vista dos gases de efeito estufa. Além disso, devido a configuração do novo sistema de bagagens (BHS) do TPS1, todos os tratores e veículos de transporte deverão ser movidos a motores elétricos, em substituição aos antigos tratores à diesel.

10 10) Pontes de Embarque – Sistemas elétricos 400Hz GPU e PCA

Para o novo terminal de passageiros, teremos 28 pontes de embarque, equipadas cada uma com um equipamento fixo de GPU (*Ground Power Unit*) e PCA (*Pre Conditioned Air*) elétricos. Esses equipamentos fornecem energia elétrica e ar condicionado para as aeronaves em solo sendo desnecessário o uso dos APU (que queimam querosene de aviação). Além disso, existem mais 4 GPUs e 4 PCAs elétricos móveis, para atender posições remotas ou ainda serem utilizados como reserva em caso de quebra ou manuten-

ção dos demais. Essa medida impacta a aviação internacional pois contribui para a redução da queima de combustível das aeronaves em solo.

11 Estudo de Viabilidade para redução das emissões de gases de efeito estufa

Está em elaboração um estudo técnico para a redução das emissões de Viracopos contemplando todas as fontes materiais de emissão, principalmente combustão móvel, emissões fugitivas e eficiência energética. Entende-se ainda que a elaboração dos inventários, acompanhada de monitoramento dos resultados, é uma questão essencial para garantir a aplicabilidade de um futuro plano de redução das emissões. Viracopos pretende, durante as futuras ampliações do sítio aeroportuário, adotar medidas que possam trazer o aeroporto para um modelo de operação eficiente e de baixo carbono.

6.1.4 Aeroporto de Belo Horizonte/Confins²⁴

Em 2015, o Grupo CCR (maior acionista privado da concessionária) foi selecionado, pela quinta vez consecutiva, como membro do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) da BM&F Bovespa. Já neste ano de 2016, a BH AIRPORT, concessionária do aeroporto de Belo Horizonte/Confins fará parte do Inventário de

Emissões de GEE do Grupo CCR e para isso está preenchendo mensalmente as informações necessárias no software CERENSA, que é também a ferramenta usada para monitoramento dos indicadores de sustentabilidades referentes aos temas de meio ambiente. Nesse momento, a concessionária está estudando

²⁴ Informações contidas no Ofício BHA-PRE-0202, 2015, assinado pelo Gestor Contratual do Aeroporto de Confins, em 30 de novembro de 2015.

diversos projetos que teriam como premissa a redução do consumo de energia elétrica e combustíveis, porém nessa etapa inicial da concessão ainda não foi possível precisar com exatidão os efeitos finais planejados.

É importante ressaltar que, no cenário atual do aeroporto, a redução absoluta do consumo de água e energia especificamente para o biênio 2015 /2016 é improvável. A razão para isso é que o consumo destes insumos no aeroporto tende a aumentar, por conta das novas infraestruturas que têm sido construídas e entregues, como: Terminal de Passageiros 3 (TPS 3); Pátio 2 de aeronaves; Reformas no Terminal de Passageiros 1 (TPS 1); Implantação de sistema de energia em 400 Hz; Obras no lado-ar e Novos Cessionários. Por outro lado, os investimentos realizados durante o referido biênio (estimados em R\$ 750 milhões) trarão uma maior eficiência operacional ao aeroporto, o que contribuirá para a redução da emissão dos gases do efeito estufa. Por exemplo, atualmente para atender aos diversos embarques remotos (por ônibus) neste aeroporto, é necessária a movimentação permanente de até 10 ônibus, com alto consumo de óleo diesel. Com a implantação das 17 novas posições por pontes de embarque do TPS 2, o embarque remoto será praticamente limitado às aeronaves de pequeno porte.

Não obstante as várias obras em andamento, algumas ações com impacto na redução relativa do consumo foram tomadas ao longo de

2015, tais como: aquisição de equipamentos com selo de consumo "A" do Procel²⁵; manutenções preventivas nos sistemas de energia e água; aquisição de lâmpadas de baixo consumo; instalações de lâmpadas LED na reforma dos banheiros do TPS1; instalação de dispositivos de baixo consumo nas instalações hidrossanitárias novas do TPS3; atualização da programação liga/desliga automática dos sistemas de ar condicionado e de iluminação; otimização de processos de manutenção, como limpeza dos reservatórios de água, irrigação, etc.

Na seguinte etapa de estudos para otimização dos recursos naturais, deverão se estabelecer algumas metas de redução de consumo relativo. Para isso, serão estudadas alternativas que relacionem o consumo de água e energia por unidade de passageiros, carga ou aeronave, bem como indicadores associados a edificações e/ou processos. Já no longo prazo, diversas iniciativas estão em análise, tais como: reaproveitamento de água cinza e água de chuva nos TPS1 e TPS2; adoção de iluminação em LED no TPS2; adoção de sistemas eficientes nos equipamentos eletromecânicos (esteiras, elevadores, escadas rolantes pontes de embarque etc.); adoção de soluções de arquitetura que privilegiam a iluminação natural e eficiência energética; solução de ar condicionado eficiente e econômica. Além da intenção de atuar na frente de redução de utilização dos recursos naturais, a concessionária também pretende estu-

²⁵ O Selo Procel é um instrumento promocional concedido anualmente desde 1994 aos equipamentos que apresentam os melhores índices de eficiência energética dentro da sua categoria. Sua finalidade é estimular a fabricação nacional de produtos mais eficientes no item economia de energia, e orientar o consumidor, no ato da compra, a adquirir equipamentos que apresentam melhores níveis de eficiência energética.

dar alternativas que permitam a geração de energia limpa em suas instalações. Dispondo de grandes áreas e permanente insolação (característica do clima tropical), a conces-

sionária estuda a implantação de painéis fotovoltaicos que produziram energia limpa e assim reduziram a necessidade de utilização de energia elétrica da rede comercial.

6.1.5 Aeroportos de Brasília/Presidente Juscelino Kubitschek e São Gonçalo do Amarante/Governador Aluizio Alves²⁶

A administração do aeroporto de Brasília tem realizado estudos sobre a possibilidade de implementar de medidas que resultem em redução das emissões de gases de efeito estufa tanto do Escopo 1 (emissões diretas), quanto do Escopo 2 (indiretas). Em relação às emissões do Escopo 2, o aeroporto estuda a instalação de lâmpadas LED no lugar das tradicionais e será realizada análise de potencial de aproveitamento de energia solar a partir do 1º semestre de 2016. Registre-se que no processo de ampliação do aeroporto foram construídos os píeres sul e norte com a implementação de algumas medidas de eficiência energética, tais como: vidros duplos, iluminação com LED, luz natural e sistemas de automação. Essas alternativas serão consideradas nos projetos para construção de novos edifícios.

Outra medida que está em fase de implementação é a instalação de infraestrutura nas pontes de embarque para fornecimento de ar condicionado e energia elétrica para as aeronaves em solo. Essa medida evita a queima de combustível fóssil durante o embarque e desembarque de passageiros causada pelo uso

de APUs e GPUs. O projeto está em fase final de elaboração e será apresentado à ANAC no primeiro semestre de 2016. Em relação à infraestrutura de pátio e pista, cabe destacar que, no início de dezembro de 2015, iniciou-se a operação simultânea das pistas. As aeronaves passaram a seguir novas rotas de chegadas e partidas no aeroporto de Brasília que contribuem para a diminuição do tempo de espera dos pousos e decolagens, e, conseqüentemente, para evitar a queima desnecessária de combustível e reduzir as emissões de GEE.

O Aeroporto de Brasília busca coordenar a programação dos voos levando em consideração o horário de confirmação de voos, a quantidade de passageiros e problemas meteorológicos e operacionais do sistema aéreo. Assim, a alocação dos recursos tem como base as informações repassadas pelas companhias aéreas na intenção de priorizar atendimento, recursos e logística operacional. Desta forma, é possível otimizar as operações, evitar atrasos e promover maior eficiência no consumo de combustível das aeronaves. Tais medidas podem impactar o consumo de combustível

²⁶ Informações encaminhadas pelos ofícios IA nº 0021/SBSG/2016 aeroporto de Natal) e IA nº 0064/SBBR/2016 (aeroporto de Brasília), em 19 de janeiro de 2016.

das aeronaves, inclusive na aviação internacional, uma vez que o aeroporto de Brasília recebe voos comerciais internacionais.

O aeroporto de São Gonçalo do Amarante, assim como o aeroporto de Brasília, é administrado pela Inframérica. Dentre as medidas de melhoria da eficiência energética e redução das emissões de GEE do escopo 2 incluem-se a modernização das plantas de energia e ar condicionado e o uso de energia de fontes re-

nováveis. Na construção dos terminais foram implementadas algumas medidas de eficiência energética, como vidros duplos, aproveitamento de luz natural e sistemas de automação. Está em fase de estudo de viabilidade a implantação de lâmpadas de LED. O fornecimento de ar condicionado e energia elétrica nas pontes de embarque para evitar queima de combustível fóssil das aeronaves em solo no aeroporto de São Gonçalo do Amarante também estão em estudo de viabilidade.

6.2 Indústria Aeronáutica: desenvolvimento tecnológico

6.2.1 Embraer²⁷

Uma das formas de reduzir o consumo de combustível é fazer alterações relevantes na aeronave. Os engenheiros da Embraer encontraram uma maneira econômica de reestruturar modelos existentes de aeronaves para melhorar o seu potencial de eficiência, sem comprometer o seu modo original de operação. Em junho de 2013, foi lançada a segunda geração da família de E-Jets, denominada E-Jets E2 e composta por três novos aviões: E175-E2, E190-E2 e E195-E2. Esses jatos, que acomodam entre 88 e 132 passageiros, entrarão em serviço em 2018. As aeronaves E-Jets E2 possuem asas alongadas

e estreitas com uma ponta diferenciada que otimiza a aerodinâmica. O uso de tecnologia avançada nos motores, asas e aviônicos (incluindo *fly by wire*²⁸) dos novos jatos permitirão reduzir o consumo de combustível, as emissões, o ruído e o custo de manutenção, além de maximizar a eficiência operacional das companhias aéreas. As melhorias descritas resultam em economia de 16 a 24 % no consumo de combustível, em uma operação típica, e redução das emissões de CO₂ em aproximadamente 3.600 toneladas por aeronave ao ano.

²⁷ ATAG –Air Transport Action Group: “Aviation Climate Solutions”/2015, página 110.

²⁸ *Fly-by-wire* ou sistema de controle por cabo elétrico é um tipo de controle das superfícies móveis de um avião por computador. Isso permite que qualquer modificação da direção e do sentido de uma aeronave feita pelo piloto seja “filtrada” e repassada para as superfícies móveis: aileron, profundor, leme.

Em relação ao E175, estima-se que a combinação de mudanças aerodinâmicas pode reduzir o consumo de combustível em aproximadamente 6,4% em um voo típico. Essas melhorias incluem novas pontas de asas, otimização de sistemas e melhorias na superfície aerodinâmica. O projeto contou com a participação direta de 600 pessoas, especialistas da Embraer e grande contribuição de dez fornecedores localizados nos EUA, na Europa e no Japão. A maioria dos departa-

mentos da Embraer foi envolvida, desde inteligência de mercado, engenharia e teste de voos, até os departamentos de sustentabilidade e de suporte ao cliente. Cabe destacar que as mudanças não alteraram as características operacionais da aeronave original e, portanto, não demandam novos treinamentos para os pilotos ou outros custos operacionais. Destaca-se que as modificações no E175 têm o potencial de reduzir as emissões de CO₂ em mais de uma tonelada ao ano.

6.3 Contribuições das Empresas Aéreas

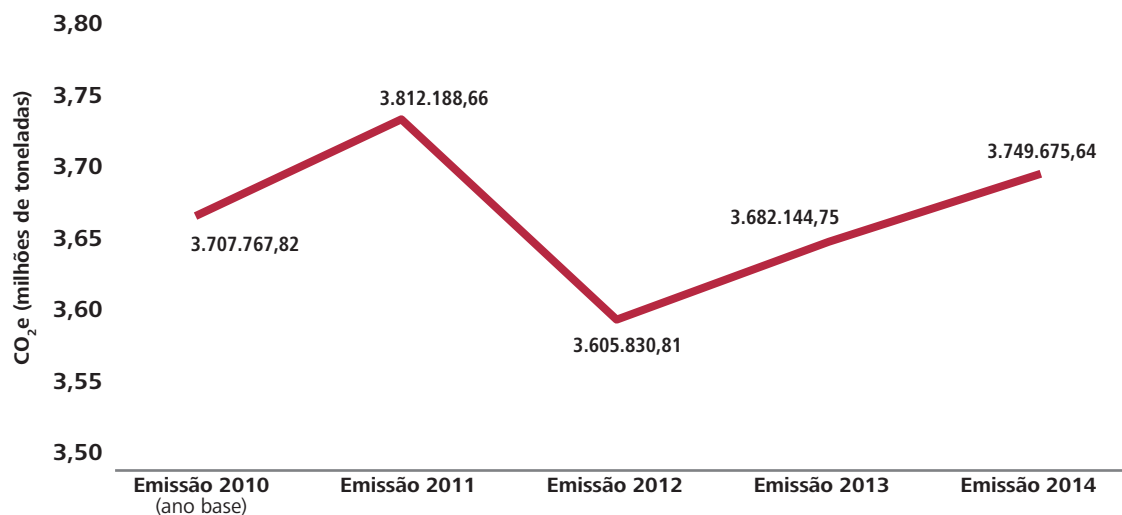
6.3.1 Gol Linhas Aéreas Inteligentes ²⁹

O consumo de querosene de aviação é o principal causador de impacto ambiental nas operações da GOL, em decorrência das emissões de GEEs. Para reduzir tanto as suas emissões quanto os seus custos, a companhia busca minimizar o consumo desse recurso não renovável e poluente. Importante ressaltar que, além de poluente, o querosene é um derivado do petróleo e está, portanto, sujeito à variação de preço que pode gerar impactos negativos

no resultado financeiro da companhia. Nesse sentido, a GOL busca soluções que envolvem a redução do consumo de combustíveis fósseis e a utilização de combustíveis de fontes renováveis.

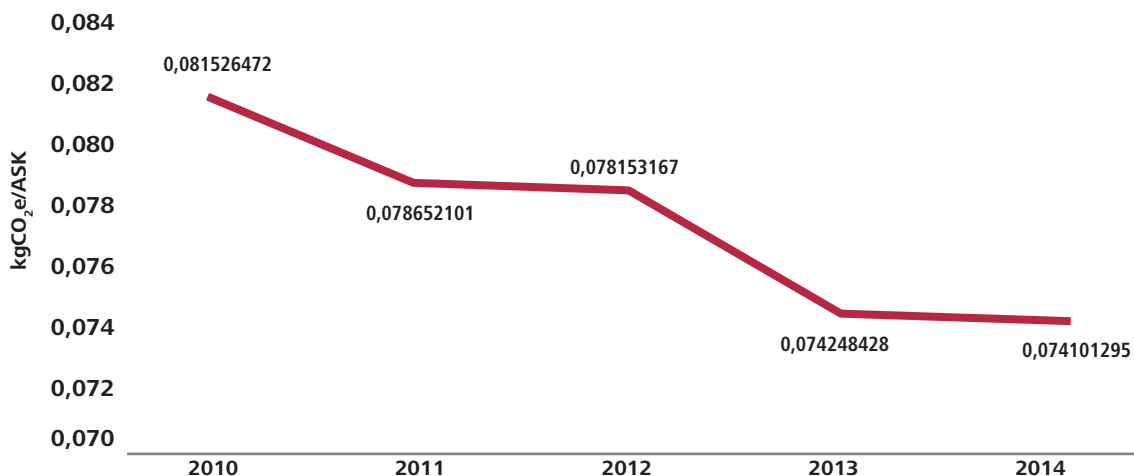
Segue abaixo gráfico que retrata a variação nas emissões totais de CO₂ da Gol entre os anos de 2010 e 2014.

²⁹ AT "Iniciativas (Fuel Saving e Redução na Emissão de Poluentes)" Elaborado pela Ger. Exec. de Engenharia de Operações & CCO da GOL Linhas Aéreas. Outubro de 2015.

Gráfico 21: Emissões totais de CO₂ (em toneladas) pela Gol Linhas Aéreas – 2010-2014.

Fonte: Gol Linhas Aéreas

O gráfico abaixo demonstra a variação das emissões por assento/ quilômetro transportado entre os anos de 2010 e 2014.

Gráfico 22: Quantidade de CO₂ emitido (em kg) por assento-quilômetro ofertado pela Gol Linhas Aéreas – 2010-2014.

Fonte: Gol Linhas Aéreas

Todas as empresas aéreas estão expostas a riscos decorrentes de acontecimentos naturais resultantes de mudanças climáticas, como condições meteorológicas adversas que podem vir a impactar as suas operações. Com vistas a mitigar esses riscos, a GOL realiza avaliações de impactos de longo prazo e estudos de climatologia e de impacto econômico-ambiental nas regiões onde opera. A GOL monitora o comportamento meteorológico em todas as bases de operações e de rotas a serem voadas, a fim de garantir o menor impacto aos seus clientes.

Outra preocupação da GOL é estar em consonância com os limites de emissões de CO₂ que poderão ser estabelecidos pelos órgãos nacionais e internacionais. Para evitar que futuras operações internacionais ou acordos de *code-share* com empresas estrangeiras sejam afetados por exigências relacionadas a limites de emissões de GEE, a companhia tem tomado medidas para reduzir a utilização de combustível fóssil e, desta forma, reduzir as suas emissões. Dentre as medidas mais importan-

tes destacam-se a gestão de uma frota jovem, com novas tecnologias, e o Programa de Biocombustíveis e Energia Renovável, que é conectado aos preceitos do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) e visa reduzir os impactos das emissões de CO₂.

Em relação à tecnologia de navegação, a GOL foi a primeira companhia brasileira a operar aeronaves com o sistema por satélite RNP-AR no aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro. A tecnologia garante pousos seguros mesmo com baixa visibilidade, em decorrência da alta precisão e da confiabilidade do sistema via satélite. Após a introdução dessa nova tecnologia, o “teto” – ou seja, a altura das nuvens em relação ao solo – para pousos passou de 300 para 93 metros no aeroporto Santos Dumont. As iniciativas da empresa para redução do consumo de combustível e das emissões associadas sempre observam, em primeiro lugar, a segurança operacional. As iniciativas implementadas estão apresentadas na tabela 4, a seguir.

Tabela 4. Medidas da GOL para redução do consumo de combustível e emissões associadas

Medida	Descrição	Redução no Consumo de combustível	Redução nas emissões de CO ₂
winglets	108 aeronaves da GOL contam com um componente na extremidade da asa que gera melhoria da aerodinâmica e, consequentemente, economia de combustível.		Projeto em fase de medição ou não mensurável.
Split Scimitar Winglet	Modificação na aerodinâmica das asas: melhora a eficiência do consumo de combustível, principalmente em rotas longas. Está instalada em três aeronaves e não altera a metodologia de cálculo de performance de decolagem e pouso. Estimado 1% de economia de combustível em rotas longas.		Projeto em fase de medição ou não mensurável.
Required Navigation Performance (RNP):	Sistema de navegação via satélite que oferece orientação e controle da aeronave em voo solo – diminui a dependência da comunicação com o solo e promove redução na distância voada, o que reduz o consumo de combustível.	31.754 kg (2014)	CO ₂ - 96.641 kg (2014)
Aircraft Communication Addressing Reporting System (Acars):	Sistema de comunicação via satélite que proporciona o envio de dados da/para a aeronave, em voo solo, e permite uma comunicação mais assertiva e um processo de decisão compartilhada antecipada - minimiza desvios de rota e garante maior eficiência das operações.		Projeto em fase de medição ou não mensurável
Fuel and Carbon Solutions	Programa desenvolvido desde 2010 com o objetivo de otimizar o uso de combustível e, para isso, conta com 16 iniciativas que desenvolvem o capital intelectual, implementam mais controle de processos, definem novas regras e aumentam a segurança operacional.		Projeto em fase de medição ou não mensurável.
Alternate Selection	A GOL trabalha com um aeródromo alternativo, em vez de dois, como no passado. Isso evita um despacho desnecessário de combustível. Iniciativa implementada com base em estudos da Diretoria de Segurança Operacional.	1.393.659 kg (2014) 1.249.493 kg (2015*)	CO ₂ - 4.334.278 kg (2014) 3.885.294 kg (2015*)
Destination Maneuvering:	Mudança dos valores do índice MVD (combustível calculado entre o último ponto da navegação e o aeródromo de destino) referente ao processo de aproximação, baseados em cálculos de performance de descida.	1.071.140 kg (2014) 647.720 kg (2015*)	CO ₂ - 3.331.244 kg (2014) 2.014.410 kg (2015*)

* 2015 Parcial

Medida	Descrição	Redução no Consumo de combustível	Redução nas emissões de CO ₂
Dynamic Taxi	A quantidade de combustível destinada ao percurso da aeronave em solo passou de um valor fixo para um flexível – com base na avaliação do consumo por aeroporto e faixa de horário. Dessa forma, foi eliminada a chance de faltar ou de sobrar combustíveis nos voos.	63.385 kg (2014) 30.828 kg (2015*)	CO ₂ - 197.126 kg (2014) 95.875 kg (2015*)
Minimum Dispatch Fuel	A análise estatística do comportamento de cada voo, criando séries históricas do combustível consumido e racionalização de abastecimentos futuros.	696.086 kg (2014) 324.556 kg (2015*)	CO ₂ - 2.164.829 kg (2014) 1.009.360 kg (2015*)
Air Traffic Management (ATM)	Céus Verdes do Brasil: Parceria com a General Electric, Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA, ANAC, Infraero e operadores aéreos, o projeto visa o engajamento de órgãos reguladores para melhorar o gerenciamento do espaço aéreo do país.	Projeto em fase de medição ou não mensurável.	
Programa APU	Desenvolvido desde janeiro de 2011. Faz parte do programa <i>Fuel and Carbon Solutions</i> e está dividido em duas fases:	2.023.916 kg (2014) 352.559 kg (2015*)	CO ₂ - 6.294.378 kg (2014) 1.096.458 kg (2015*)
	1) Projeto APU (Overnight) - já implantado, visa a redução na utilização do APU da aeronave durante os pernoites.	*Informações relativas ao projeto "overnight"	*Informações relativas ao projeto "overnight"
	2) Projeto APU (Transit) - em implementação, busca a redução da utilização do APU durante o trânsito das aeronaves, substituindo-o por equipamentos de apoio em solo (ACU/GPU) e com consumo por hora menor.	14.517.315 kg (Malha Ago 2014 à Set 2015)	CO ₂ - 45.148.849 kg (Ago 2014 à Set 2015)
		*Informações relativas ao projeto "transit" em CNF/SSA/CGH/GRU/SDU/GIG/BSB	*Informações relativas ao projeto "transit" em CNF/SSA/CGH/GRU/SDU/GIG/BSB
Espaço Crew	Espaço no aeroporto para descanso dos tripulantes no período que permanecem em solo. O objetivo é incentivá-los a desembarcarem da aeronave, o que minimizará o uso da APU. No dia 02/07/15, foi inaugurado o primeiro Espaço Crew no Aeroporto Internacional de Confins. Existem negociações com as Concessionárias para implantação deste modelo de sala em: Recife, Salvador, Fortaleza, Natal e Manaus.	1.685.868 kg (Malha 2015)	CO ₂ - 5.243.049 kg (Malha 2015)

* 2015 Parcial

Fonte: Gol Linhas Aéreas

6.3.2 TAM Linhas Aéreas – Grupo LATAM³⁰

O Grupo LATAM é formado pelas empresas aéreas LAN e TAM, com sede no Chile e no Brasil, respectivamente, mas que operam em toda América Latina. De acordo com o Relatório de Sustentabilidade apresentado pela empresa LATAM em 2014, o grupo tem como objetivo em sua estratégia ambiental ser um dos líderes mundiais no combate à mudança do clima, o que contribuirá para a eficiência e competitividade da companhia. O grupo desenvolveu programa para a melhoria da eficiência no consumo de combustível e os esforços foram reconhecidos nas conquistas obtidas em iniciativas internacionais, como o índice Dow Jones de Sustentabilidade (DJSI).

A LATAM entende que a mudança do clima pode afetar diretamente as suas operações com o aumento da temperatura e o volume de chuvas, alterações nos ventos e eventos climáticos extremos. Estão em fase de estruturação as seguintes metas para todo o grupo: melhorar a eficiência no uso de combustíveis; alcançar crescimento carbono neutro em 2020; alcançar até 2050 uma redução de 50% nas emissões líquidas de CO₂ em relação aos níveis de 2005; possuir Operações Terrestres Carbono Neutro em 2020; melhorar em 10% a eficiência energética da infraestrutura da companhia em 2020; alcançar uma economia de US\$ 200.000 no consumo de energia das instalações em 2020; reduzir em 10% o volume de resíduos em 2020; e implantar Sistema de Gestão Ambiental em todas as operações principais em 2016.

Os esforços da LATAM Airlines Group para atingir os níveis mais elevados de eficiência baseiam-se em três ações:

- 1 **Frota Jovem:** permite operar com motores de maior rendimento e que contribuem com a qualidade do ar e redução do nível de ruído. Em 2014, a idade média da frota estava em sete anos, graças à incorporação de 19 novas aeronaves. Em 2015, foram incorporadas 28 novas aeronaves.
- 2 **Melhorias na infraestrutura:** foram desenvolvidos programas de eficiência no uso de energia, água e gestão de disposição de resíduos. É importante ressaltar que as operações em terra correspondem a uma pequena fração da pegada de carbono do grupo. Foram implementadas iniciativas como a utilização de veículos elétricos e a troca de lâmpadas incandescentes nos hangares por luminárias mais eficientes, entre outras medidas.
- 3 **Eficiência de combustíveis:** a LATAM Airlines Group melhorou em 1,2% sua eficiência em combustível, resultantes dos programas de economia. Os programas Lean Fuel (LAN) e Smart Fuel (TAM) combinam melhorias tecnológicas e processuais com otimização e consequente queda das emissões de CO₂ e compreendem, respectivamente, 17 e 14 iniciativas. Elas permitiram em 2014 diminuir o consumo em 31 milhões de galões de combustível, equivalentes à redução de 298.184 toneladas de CO₂. O quadro 1 detalha as iniciativas relativas à economia de combustível.

³⁰ Relatório de Sustentabilidade 2014, Grupo LATAM Airlines.

Quadro 1. Iniciativas relativas à economia de combustível.**INICIATIVAS LEAN FUEL E SMART FUEL**

1 Otimização do peso a bordo: a quantidade e a distribuição do peso a bordo influenciam diretamente no consumo de combustível. Diversas iniciativas visam reduzir o peso estrutural dos voos e distribuí-lo da melhor maneira possível dentro da aeronave.

- Melhoria do fator de carga: combinação entre voos de passageiros e carga, visando otimizar a capacidade de transporte da aeronave.
- Incorporação de materiais mais leves a bordo.
- Otimização da distribuição da carga, a fim de obter um centro de gravidade mais adequado para a aeronave.

2 Otimização das rotas, velocidade de cruzeiro e pouso: o planejamento de rotas que evite condições climáticas adversas ou turbulências pode melhorar a eficiência de combustível.

- Privilegiar rotas diretas e procedimentos de aterrisagem de descida contínua.
- Uso do sistema de navegação OSA, que calcula as melhores rotas de acordo com condições climáticas verificadas em tempo real, taxas por uso do espaço aéreo e consumo de combustível.
- Uso de RNP, um sistema de navegação por satélite que guia a aeronave por GPS de maneira automática. O sistema permite procedimentos de aproximação mais eficientes e seguros.
- Otimização da velocidade de cruzeiro para obter mais eficiência no uso de combustível sem atraso dos voos.
- Padronização das operações de aproximação e aterrisagem, a fim de aumentar a sua eficiência.

3 Otimização do uso de motores em terra:

- Operações de táxi com a utilização de só um motor.
- Minimização do uso de APU, graças à melhoria da infraestrutura aeroportuária.

4 Painel de manutenção: desenvolvimento de programa que corrige falhas que afetam o rendimento do combustível.

- Tarefas para aumento da eficiência.
- Lavagem dos motores, que permite uma combustão mais eficiente e redução da emissão de partículas PM10.

5 Ao preparar a aeronave para voos de passageiros:

- Uso de apenas um equipamento para climatização e pressurização da cabine em vez de dois, economizando combustível.

6 Atividades do painel de melhora contínua: permite identificar oportunidades de eficiência de combustível a partir de melhorias de manutenção.

Transparência - A empresa divulga seus resultados na área de sustentabilidade da seguinte forma: no *Carbon Disclosure Project* (CDP) - desde 2011, o grupo divulga sua pegada de carbono nessa plataforma, subindo de categoria a cada ano no ranking do CDP; e por meio do *Environmental Support Document* - documento próprio de acesso público que apresenta de maneira aprofundada a estratégia e o desempenho ambiental da companhia.

Compensação de emissões - Em 2014, a companhia implementou o programa *Neutral*, que permite que as empresas clientes conheçam sua pegada de carbono em viagens

corporativas e possam realizar a compensação com iniciativas que neutralizam as emissões de CO₂. Durante a Copa do Mundo no Brasil foram compensadas 100 mil toneladas de gases de efeito estufa emitidas pelos voos que conectaram as 12 cidades-sede. As emissões de carbono incluem os CO₂ equivalentes decorrentes da queima de combustível de fontes fixas e móveis (Escopo 1), da geração de eletricidade (Escopo 2) e outras emissões relacionadas às atividades da companhia (Escopo 3). Vale ressaltar que a LATAM está aprimorando o sistema de coleta de dados para melhorar a cobertura e o cálculo das emissões (principalmente de Escopo 2 e 3).

Tabela 5. Emissões do Grupo LATAM – 2013 e 2014

Emissões de Carbono G4-EN15, 16, 17, 18, 20,21			
TIPO DE EMISSÃO	UNIDADE	2013	2014
CO ₂ Alcance 1	t CO ₂ e	11.844.687	11.716.772
CO ₂ Alcance 2	t CO ₂ e	18.597	18.003
CO ₂ Alcance 3	t CO ₂ e	4.283	7.091
Intensidade de emissões GEE em operações de voo	kg CO ₂ e /100 RTK	81,09	80,14
Gases que afetam a camada de ozônio	kg CFC-11e	2.985	2.218
Óxidos de nitrogênio	t Nox	40.752	40.022
Intensidade de óxidos de nitrogênio	gNOx/RTK	2,68	2,64
Óxidos de enxofre	t Sox	1.850	2.800
Intensidade de óxidos de enxofre	gSOx/RTK	12,69	19,22

RTK: receita por tonelada-quilômetro transportada

Uso de materiais leves³¹ - Com o objetivo de melhorar a segurança operacional, a empresa norte-americana *UPS Air Cargo* desenvolveu containers de alta tecnologia resistentes a incêndio para o transporte aéreo de cargas. Nesse processo a UPS criou um tipo de container mais leve e durável, o que contribuiu significativamente com a economia de combustíveis. Esse container foi produzido com painéis feitos de um material compósito plástico chamado Macrolite, que é reforçado com fibras e semelhante ao material usado em coletes à prova de bala. Toda a rede de transporte de

carga da Grupo LATAM usa atualmente containers para transporte de carga e bagagem semelhantes ao desenvolvido pela UPS. Os containers do Grupo LATAM são feitos de um material da marca Kevlar produzidos com fibra sintética de aramida que é cinco vezes mais forte do que o aço e três vezes mais leve. Esses containers reduziram o custo com manutenção e permitiram que as aeronaves carregassem mais carga. Além disso, essa nova tecnologia de materiais leves gerou uma redução no consumo de combustível que evitou 3.000 toneladas de emissão de CO₂ ao ano.³²

6.4 Biocombustíveis de Aviação

6.4.1 Plataforma Mineira de Bioquerosene e Renováveis³³

A Plataforma Mineira de Bioquerosene e Renováveis reúne órgãos do governo do estado de Minas Gerais, universidades e centros de pesquisas, empresas e outros atores nacionais e internacionais. O objetivo da Plataforma Mineira é viabilizar em Minas Gerais uma cadeia de valor integrada para produção de biocombustíveis de aviação e outros produtos renováveis. A macaúba (*Acrocomia aculeata*), palmeira nativa do estado, é a principal matéria-prima que se encontra em pesquisa, pois tem enorme potencial para a produção do biocombustível. A estruturação da cadeia produtiva da macaúba envolve duas vertentes:

a extrativista (**agricultura familiar** nos maciços de macaúba no entorno do município de **Dores do Indaiá**) e a agroindustrial (**plantios comerciais** no município de **João Pinheiro**).

A Plataforma Mineira foi criada em junho de 2014. Parcerias estabelecidas com o Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, a empresa GOL Linhas Aéreas Inteligentes e a UBRABIO permitiram o desenvolvimento do conceito de cadeia integrada, multi-matéria, multi-processo, (“da pesquisa à asa do avião”). Nos últimos dezoito meses, o Governo de Minas Gerais, com o apoio da Curcas³⁴, consolidou o conceito e estimulou a integração

³¹ ATAG – Air Transport Action Group. “*Aviation Climate Solutions*”/2015.página 75.

³² Esse volume de redução de emissões refere-se a todo o Grupo LATAM. Não foram realizados cálculos específicos para a empresa TAM.

³³ Relatório encaminhado por representantes da Plataforma Brasileira de Bioquerosene e da Plataforma Mineira de Bioquerosene e Renováveis, em 10/02/2016.

³⁴ Curcas Diesel Brasil LTDA, fundada em 2007 com objetivo de desenvolver uma cadeia integrada e sustentável para a produção de biodiesel.

dos diversos “stakeholders” em uma plataforma colaborativa e logisticamente otimizada.

A macaúba foi escolhida pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA como matéria-prima com potencial para a agricultura familiar. Assim, foi formalizado entendimento com a *Curcas Diesel Brasil* para promover a macaúba na Plataforma Mineira de Bioquerosene. A macaúba está em fase de pesquisa e desenvolvimento e a Universidade Federal de Viçosa tem atuado na pesquisa desta planta nos últimos dez anos, com patrocínio da Petrobras.

A *Nanum Nanotecnologia*, produtora de um otimizador de combustão, ingressou na Plataforma para conduzir a seleção de processos de conversão de óleos vegetais e gorduras animais em hidrocarbonetos sintéticos, na forma de diesel verde, bioquerosene e produtos químicos renováveis. A Nanum pretende implantar uma biorefinaria com capacidade de 50.000 ton/ano no polo industrial de Uberaba/MG utilizando a tecnologia Axens da França. Está em fase final de negociação o licenciamento desta tecnologia inovadora para produção de HEFA com o uso de óleo de soja, macaúba e gorduras animais, além de um processo de conversão de resíduos agrícolas em bio-óleo, todos integrados em uma única plataforma para sinergia de processos. A GOL Linhas Aéreas Inteligentes é considerada parceira estratégica e fundadora da Plataforma Mineira de Bioquerosene, com compromissos de contratos de “off-take” de bioquerosene, já formalizados com a Amyris para o SIP, e com Nanum para o HEFA, além de incentivar a cadeia produtiva da macaúba.

Em abril de 2015 foi realizado o I Workshop de Alinhamento da Plataforma Mineira de Bioque-

rosene e Renováveis. Em maio de 2015, o Plano de Ação da Plataforma Mineira foi submetido a consulta pública e, em junho do mesmo ano, o documento foi publicado no Diário Oficial do Estado, o que completou as formalidades legais para sua instituição. A partir de agosto de 2015, a UBRABIO fez inúmeras gestões junto ao Governo Federal para introdução da macaúba como espécie nativa para recuperação de Áreas de Preservação Permanentes - APPs, reservas legais e recuperação de pastagens degradadas, dentro do compromisso de reflorestamento assumido pelo INDC do Brasil no COP21 – Acordo de Paris. O Plano de Ação da Plataforma Mineira prevê a implantação de Unidades Técnicas de Demonstração - UTDs em vários municípios do Estado, em uma parceria do MDA com a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais para capacitação e treinamento da agricultura familiar no consorciamento da macaúba com alternativas de safra anual. O Consorcio MacaubaBR foi formado em janeiro 2016 (CURCAS, AGROTOOLS, NANUM, GOL, ACROTECH, ECODATA) pela Curcas Diesel Brasil para estruturação da cadeia integrada da macaúba e implantação do projeto piloto da Plataforma Mineira de Bioquerosene e Renováveis.

O objetivo do Projeto Piloto é demonstrar a viabilidade técnica-econômica do uso da macaúba para a produção de biocombustível de aviação. A partir do projeto, busca-se chegar a um plantio de 1 milhão de hectares de macaúba em Minas Gerais, usados na recuperação de APPs, reservas legais e pastagens degradadas até o ano 2030. O projeto envolve, além do governo de Minas Gerais, diversos outros atores. A Tabela 6 lista os atores envolvidos e as principais ações desenvolvidas por cada um deles.

Tabela 6. Atores e ações da Plataforma Mineira de Bioquerosene e Renováveis.

Ator	Ações
Ministério do Desenvolvimento Agrário	Apoio para a cadeia extrativista da Macaúba, PGPM/BIO ¹ , e implantação de UTDs com o plantio de Macaúba consorciada com feijão.
Ministério da Agricultura - MAPA	Apoio para o zoneamento da Macaúba, em parceria com a UFV/EPAMIG, e divulgação do domínio tecnológico desta cultura através de Circuitos de Dias de Campo.
Secretaria de Aviação Civil -SAC	Apoio institucional para a Plataforma Mineira de Bioquerosene visando alinhamento da indústria brasileira ao esforço de mitigação das emissões de GEE da aviação civil.
ACROTECH	Fornecimento de mudas de Macaúba para as UTDs do projeto piloto
Altitude Engenharia/PG	Sistema de acompanhamento de plantios, monitoramento dos projetos de recuperação de APPs, reservas legais e pastagens degradadas, com imagens via "drones" (VANTs)
Banco do Brasil	Programa de Desenvolvimento Regional Sustentável e Tecnologia Social da Fundação Banco do Brasil.
BNDES	Apoio via FUNTEC e outros programas para o desenvolvimento da cadeia produtiva incluindo a biorefinaria piloto.
BDMG	Apoio financeiro aos projetos de plantio comerciais e beneficiamento da Macaúba.
COMASF	Consórcio de Municípios da Bacia do Alto São Francisco: apoiar implantação de viveiros regionais (mudas).
GE	Fornecimento de tecnologia e apoio do <i>Global Research Center</i> nos testes com o diesel verde e bioquerosene em turbinas e motores, incluindo testes com o otimizador de combustível (Nanum).
GOL	Memorando de offtake (contrato futuro de compra) da produção de diesel verde e bioquerosene com a Nanum Nanotecnologia.
AGROTOOLS	Fornecimento de plataforma para a integração do "agricultural internet" com "big data" associado ao Cadastro Agrícola Rural-CAR das propriedades agrícolas e integrado aos sistema ISA e de monitoramento de plantios da Altitude.
Nanum Nanotecnologia	Implantação de unidade de biorefinaria de 50.000 t/a no polo industrial de Uberaba, MG.
Ômega Ambiental	Projetos de recuperação de APPs, reservas legais e pastagens degradadas, com uso da Macaúba (dentre outras).
RSB	Apoio na certificação da Cadeia Agroindustrial da Macaúba e biorefinaria piloto.
SOLEA	Plantios racionais e unidade de beneficiamento do coco da Macaúba do APL 02 - Joao Pinheiro, MG
UBRABIO	Apoio institucional e relações governamentais (Congresso Nacional: Programa Nacional do Bioquerosene; ANP, MAPA, Acordos bilaterais sobre clima com EUA e Alemanha e recursos do G7 para revitalização da Bacia do Alto São Francisco.
UFMG	Caracterização dos óleos vegetais para o processo de craqueamento térmico da Nanum Nanotecnologia, certificação do diesel verde, bioquerosene, e produtos químicos renováveis.
UFV, EPAMIG, EMBRAPA e outras instituições de pesquisa	Continuidade do programa de pesquisa e desenvolvimento da Macaúba (clonagem), e apoio na implantação de Unidades Técnicas de Demonstração da Macaúba, e consorciamento com culturas anuais

A construção de uma indústria de biocombustível de aviação e renováveis no Estado de Minas Gerais com o uso da macaúba como matéria-prima principal deve proporcionar, além dos ganhos econômicos e ambientais, conquistas sociais, tendo em vista a inserção de agricultores familiares no pro-

cesso extrativista. Ressalta-se que os benefícios ambientais não estão restritos à redução das emissões de GEE, uma vez que o plantio da macaúba terá papel na recuperação da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e de áreas de recuperação das APPs e das pastagens degradadas.

6.4.2 Ações da Empresa GOL Linhas Aéreas Inteligentes³⁵

Com o objetivo de reduzir suas emissões de GEE e sua dependência de combustíveis de fontes não renováveis, a GOL, desde 2012, conta com um programa de Biocombustível que busca fomentar e criar circunstâncias para viabilizar a construção de uma cadeia de valor do bioquerosene dentro do Brasil. Considera-se que o bioquerosene tem o potencial de reduzir em até 80% as emissões de um voo. Assim, a GOL desempenha uma série de atividades para a promoção desta nova indústria, dentre as quais destacam-se:

Minas Gerais – A GOL compõe a Plataforma Mineira de Bioquerosene e Renováveis, conforme descrito no item anterior. Em 5 de junho, a GOL sediou em seus hangares do Centro de Manutenção (MRO) no aeroporto de Belo Horizonte/Confins, o evento de lançamento oficial da Plataforma Mineira de Bioquerosene. A Plataforma tem dentre seus objetivos transformar o Aeroporto de Confins no primeiro “aeroporto verde” do Brasil.

Pernambuco – Em Pernambuco a GOL tem trabalhado com o Governo do Estado para neutralizar a pegada de carbono em Fernando de Noronha, um paraíso natural visitado por milhares de turistas todos os anos. Como a maior parte das emissões geradas pela região do arquipélago é oriunda do transporte aéreo, o biocombustível tornou-se uma das melhores opções para contribuir na redução da pegada de carbono e diminuir drasticamente as emissões de CO₂ totais da ilha. Entretanto, o estado enfrenta desafios, pois não há uma cadeia produtiva estruturada para produzir e distribuir o bioquerosene.

São Paulo – São Paulo é o estado brasileiro mais desenvolvido na produção de biocombustível e conta com uma unidade fabril da Amyris, empresa norte-americana que possui tecnologia para produzir biocombustível a partir da cana-de-açúcar. Entretanto, a maior parte do biocombustível produzido no Estado é biodiesel, em virtude da concessão de

³⁵ “Iniciativas (Fuel Saving e Redução na Emissão de Poluentes)” Elaborado pela Ger. Exec. de Engenharia de Operações & CCO da GOL Linhas Aéreas. Outubro de 2015.

subsídios pela prefeitura de São Paulo, para sua utilização em ônibus que circulam na capital paulista. A Amyris tem plenas condições de produzir o bioquerosene, no entanto, por conta de diversos fatores, ainda não há como atingir um preço competitivo e que desperte interesse comercial das companhias aéreas.

Rio Grande do Sul - Os esforços para a produção de biocombustível no Rio Grande do Sul estão sendo liderados pela Boeing, parceira comercial da GOL. O estado é um grande produtor de biomassa e um dos maiores de biodiesel (que, nesse caso, é oriundo da soja) do Brasil, no entanto há grandes desafios decorrentes da ausência de uma indústria de conversão de biomassa em bioquerosene. Para superar esse desafio, a GOL tem se reunido com a Agência Gaúcha de Desenvolvimento Industrial (AGDI) para buscar soluções. Entre elas está a possibilidade de habilitar a Refinaria de Petróleo Riograndense (RPR) – que perdeu competitividade no ramo da gasolina refinada – para a produção de combustíveis renováveis. Além da grande produção gaúcha de biomassa, a RPR conta com uma localização estratégica, pois tem acesso marítimo, fluvial e ferroviário.

Certificação - Além de fomentar a produção do bioquerosene a GOL, por meio da União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene (Ubrabio), tem atuado diretamente na busca de certificações e de marcos regulatórios nacionais e internacionais que visam assegurar e viabilizar a ampla utilização do combustível de fonte renovável. Em 2014, foi publicada a Resolução nº 20 da Agência Nacional do Petróleo (ANP),

que autoriza a utilização de bioquerosene para voos domésticos. Com o intuito de celebrar a Semana do Meio Ambiente, no dia 4 de junho de 2014, a GOL realizou o voo 2152, que decolou, utilizando bioquerosene, do aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro, rumo à Brasília. Nesse mesmo evento foi assinado um protocolo de entendimento para as contribuições da indústria da aviação civil para a redução das emissões do setor. Outro marco regulatório de 2014 foi a certificação internacional emitida pela *American Society for Testing and Materials* - ASTM, que autorizou a utilização de biocombustível feito de cana-de-açúcar produzido no Brasil em aeronaves. Para comemorar a certificação, a GOL realizou o seu primeiro voo internacional utilizando o *Synthesized Iso-Paraffinic* (SIP) – o biocombustível recém-certificado pela ASTM. O voo teve origem em Orlando (EUA), escala em Santo Domingo (República Dominicana), e destino final no Aeroporto Guarulhos, em São Paulo (Brasil).

Bioquerosene na Copa do Mundo - No período da Copa do Mundo do Brasil a GOL realizou 365 voos domésticos com biocombustível e, dessa forma, a companhia fez a 2ª maior campanha de voos com combustíveis renováveis da história. A operação foi concentrada no Aeroporto do Galeão, no Rio de Janeiro, onde foram armazenadas 69 toneladas de bioquerosene – que foram misturadas ao combustível de origem fóssil. Além do impacto na divulgação do programa, a experiência dessa campanha foi importante para testar a viabilidade técnica e logística das operações com bioquerosene.

Consumo de biocombustível - Em 2014, na empresa GOL, foram utilizadas **69 toneladas do biocombustível HEFA (da UOP) e 3 toneladas de “blend” SIP (da Amyris)** no abaste-

cimento das aeronaves, o que evitou a emissão de **239.136,32 Kgde CO₂** (escopo 1)³⁶. O número contempla o abastecimento nacional e internacional.

6.4.3 Ações da empresa TAM³⁷

A LATAM Airlines Group apoia o uso de combustíveis alternativos sustentáveis que permitam a redução não apenas da pegada de carbono, mas também da exposição à volatilidade do preço do petróleo. A companhia deu suporte a pesquisas sobre tecnologias emergentes com biocombustíveis, como o *Hydro Carbon to Direct Sugar* (HCDS) e o *Alcohol to Jets* (ATJ), e acredita no potencial de produção massiva dessas tecnologias como oportunidade de mercado promissora. Nos últimos anos, o grupo avançou em estudos sobre tecnologias de combustíveis alternativos em colaboração com distribuidores locais, a fim de

promover o uso de biocombustíveis. Apesar desses avanços nas pesquisas e evidências relacionadas a combustíveis alternativos sustentáveis, sua implementação em larga escala depende do desenvolvimento que realizarem os produtores de combustíveis e fabricantes de motores e aeronaves, além da criação de políticas públicas que promovam sua utilização. O grupo segue participando ativamente de fóruns relacionados a esses temas, entre eles IATA, Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), *Sustainable Aviation Fuel Users Group* (SAFUG), Plataforma Brasileira de Bioquerosene de Aviação e Chile Bio Renovável.

³⁶ Para os cálculos do bioquerosene foi utilizada a densidade de 0,75 Kg/L. As metodologias utilizadas para o cálculo foram: IPCC, mobile combustível, Civil Aviation e Tier2.

³⁷ Relatório de Sustentabilidade 2014, Grupo LATAM Airlines. Acessado em: <http://incargonews.com/pt/grupo-latam-airlines-publica-relatorio-de-sustentabilidade-de-2014/#.VsNa6uZRL9I>, no dia 02/02/2016.

6.5 Melhorias no gerenciamento do tráfego aéreo³⁸

A gestão do tráfego aéreo é de extrema relevância para o bom funcionamento do transporte aéreo como um todo. O conceito ATM (*Air Traffic Management*) preconizado pela OACI refere-se, além das tecnologias de navegação aérea, a uma série de procedimentos coordenados que, em conjunto, propiciam maior eficiência nas operações de tráfego em rota e nas Áreas de Controle Terminal. Essa eficiência tem como resultado diminuição no consumo de combustível e redução das emissões de GEE. Assim, em atenção aos compromissos internacionais assumidos, relacionados com a proteção ao meio ambiente e, em especial, ao que determina a resolução A36-23³⁹ da 36ª Assembleia Geral da OACI, o Brasil iniciou, em 2007, a otimização das operações nas áreas do espaço aéreo em rota (superior e inferior), bem como das operações nas Áreas de Controle Terminal (TMA), conforme descrito no Plano de Ação de 2003. Isso foi feito em conformidade com o conceito PBN (*Performance Based Navigation*) da OACI e baseado na capacidade tecnológica a bordo das aeronaves, o que propiciou a definição de tra-

jetórias de voo mais flexíveis e perfis de voo otimizados.

No espaço aéreo em rota, o Brasil implementou e publicou um total de 111 rotas ATS Superior (54 rotas domésticas e 57 rotas internacionais), baseados em especificação de Navegação Área (RNAV) e de precisão (RNAV5). Há, também, um total de 4 rotas ATS RNAV10 publicadas, disponibilizadas para rotas internacionais. Está previsto para o ano de 2016 a publicação de todas as rotas ATS continental superior com especificação de Navegação Área (RNAV) e de precisão (RNAV5).

Nas Áreas de Controle Terminal (TMA), o conceito PBN vem sendo adotado por meio do estabelecimento de saídas (SID) e chegadas (STAR) padronizadas por instrumentos e de procedimentos de aproximação (IAC), baseados em RNAV e/ou Navegação Baseada em Desempenho (RNP). A Tabela 7 apresenta um resumo com o tipo e a quantidade de procedimentos adotados, bem como o planejamento para os próximos anos.

³⁸ Informações fornecidas pela Secretaria de Navegação Aérea da Secretaria de Aviação Civil. Fonte: DECEA.

³⁹ Instou os Estados a implementar rotas ATS e procedimentos de aproximação em conformidade com o conceito PBN.

Tabela 7: Procedimentos PBN

Tipo de procedimento	Implementadas	Planejadas	
		Número	Ano
RNAV STARs	135		2016
RNP STARs	-	362	2018
RNAV SIDs	215		2016
RNP SIDs	-	156	2018
BASIC GNSS RNAV APPROACH	162		2016
RNP APPROACH only LNAV	74	227	2016
RNP APPROACH with Baro/VNAV	88	227	2016
RNP AR APPROACH	4	24	2016

Fonte: Departamento de Controle do Espaço Aéreo

O planejamento para a adoção completa do conceito PBN em todas as TMA brasileiras é apresentado no cronograma da Tabela 8.

Tabela 8: Implementação do PBN nas TMAs brasileiras

TMAs brasileiras	Ano
Brasília e Recife	2010
São Paulo e Rio de Janeiro	2013
Belo Horizonte	2015
Curitiba, Florianópolis e Navegantes	2017
Belo Horizonte, Salvador e Vitória	2019
Fortaleza, Natal e Vitória	2021
Belém, Manaus e São Luís	2023
Foz do Iguaçu e Campo Grande	2024
Boa Vista, Porto Velho e Rio Branco	2026
Aracaju, Ilheus e Porto Seguro	2028

Fonte: Departamento de Controle do Espaço Aéreo

Conforme demonstra a Tabela 8, a implementação do conceito PBN já foi concluída nas TMAs de Brasília, Recife, São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. Em relação às terminais Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre, a conclusão está prevista para julho de 2017. Foram realizados ajustes nas terminais Brasília, Belo Horizonte e São Paulo com o objetivo de implementar a operação paralela simultânea, ajustar a circulação aérea da terminal e aumentar a capacidade da terminal respectivamente.

Para o PBN Rio/ São Paulo estimou-se que haveria uma redução de emissões de 640 mil/ toneladas de CO₂ ao ano, porém este valor não foi atingido devido a diversas variáveis encontradas na operação que estão sendo corrigidas gradualmente. Em breve será realizada uma avaliação da economia real de combustível e redução de emissões atingida pela implementação das operações PBN no Rio de Janeiro e em São Paulo. Em Belo Horizonte, no projeto da TMA-BH (2015), a estimativa de redução é de 2 mil ton/ano de CO₂, porém, somente em março de 2016 é que será conhecido o resultado parcial sobre a economia real.

Registre-se que, nas Áreas de Controle Terminal que já possuem tecnologia PBN implan-

tada, ou seja, Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Brasília e Recife, em média 90% das aeronaves são capacitadas para uso RNAV e utilizam os procedimentos PBN. Para os voos internacionais esse número chega a 98% de aeronaves capacitadas para uso RNAV.

A implementação dos procedimento PBN no Brasil resultou em um gasto médio, levando-se em conta gastos com passagens e diárias para os treinamentos necessários, de R\$ 5.000.000,00 por ano, nos anos de 2013, 2014 e 2015. Ainda não foi realizado um cálculo consolidado da redução de emissões atingida pela implementação do PBN nas cinco TMAs citadas. Destaca-se, entretanto, que esse trabalho está em andamento e os cálculos das emissões para as TMAs estão sendo realizados com o uso de ferramenta de simulação chamada TAAM - *Total Airspace and Airport Modeller*, do Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA).

Além da implementação do PBN, outras ações relativas à otimização de rotas e automação do sistema de controle de tráfego aéreo estão em andamento e têm potencial de contribuir com a redução de emissões de gases de efeito estufa do setor.

CONCLUSÃO

A aviação civil tem um importante papel no desenvolvimento de negócios internacionais, do comércio e do turismo e, portanto, apresenta-se como fator dinamizador da economia. A aviação internacional cresceu fortemente nas últimas cinco décadas, assim como a aviação doméstica no Brasil - a quarta maior do mundo atualmente. O governo brasileiro apoia o crescimento do setor como importante vetor para a integração nacional e conexão internacional do país, que deve se dar de forma sustentável e levar em consideração a necessidade de minimizar o seu impacto na mudança do clima.

Este documento apresentou algumas das ações adotadas por instituições ligadas à aviação que contribuem significativamente para a redução das emissões de GEE. A indústria aeronáutica, por exemplo, avançou no desenvolvimento tecnológico de aeronaves que aumentaram sobremaneira a eficiência no consumo de combustível e reduziram a intensidade de emissões do setor. As empresas aéreas brasileiras tem implementado medidas para melhorar a eficiência de suas operações e metodologias para calcular suas emissões de GEE. As administrações dos aeroportos brasileiros também têm buscado ampliar a eficiência operacional dos aeroportos e adotar outras

medidas que contribuem para o crescimento da infraestrutura aeroportuária de forma ambientalmente responsável.

Os combustíveis alternativos representam uma grande oportunidade para a redução das emissões de GEE do setor no médio e longo prazo. Os estudos e prospecções realizados pelas Plataformas Mineira e Brasileira de bi-combustíveis para aviação demonstram o elevado potencial do Brasil para o desenvolvimento dessa nova indústria que se mostra estratégica no contexto global de progressiva busca pela descarbonização da economia.

O governo brasileiro atua para aprimorar constantemente o gerenciamento do tráfego aéreo e otimizar as operações no espaço aéreo nacional. Além disso, o Brasil tem adotado na última década uma regulação econômica com ampla liberdade para a atuação de acordo com o mercado (tanto com livre determinação de tarifas quanto de rotas), o que contribui para a eficiência do setor.

Tendo em vista que a aviação civil é um setor altamente interligado, faz-se fundamental a harmonização de regras, padrões e procedimentos para o seu efetivo desenvolvimento.

Assim, o governo brasileiro, que participa ativamente das negociações na OACI, inclusive das relacionadas ao objetivo de redução do impacto da aviação internacional na mudança do clima, apoia a abordagem multilateral, no âmbito da Organização de Aviação Civil Internacional-OACI. O Brasil é membro do Comitê de Proteção Ambiental – CAEP e foi o Relator da Força Tarefa relacionada a biocombustíveis de aviação. Além disso, técnicos brasileiros participaram das discussões sobre a definição de padrões de emissão de CO₂ para motores de aeronaves.

Em relação à mudança do clima, a Resolução A38-18 definiu que a OACI deveria criar mecanismo de mercado (MBM) para a redução das emissões de GEE da aviação internacional. Esse trabalho foi conduzido por grupo chamado de EAG (*Environmental Advisory Group*), composto por 17 países, do qual o Brasil foi membro e participou ativamente das negociações. Os resultados serão apresentados na próxima Assembleia a ser realizada em setembro/outubro de 2016.

Este documento faz parte da contribuição do governo brasileiro nos esforços da OACI para a redução do impacto da aviação internacional na mudança do Clima. É o resultado de um trabalho conjunto de atores ligados aos temas de eficiência no consumo de combustível, gestão ambiental e redução das emissões de GEE nos diversos segmentos que compõem o sistema nacional de aviação civil, quais sejam: órgãos governamentais; Administração dos

Aeroportos Concedidos; Plataforma Brasileira e Mineira de Bioquerosene, empresas aéreas e indústria aeronáutica. A parceria entre entidades públicas e privadas ligadas à aviação é fundamental para a efetiva implementação das medidas de mitigação descritas ao longo do documento.

Um dos desafios que permanece é a mensuração do impacto das medidas de mitigação nas emissões de GEE. Alguns atores calcularam esse impacto e apresentaram os números em toneladas de CO₂, assim como as metodologias adotadas. Esse resultado já representa uma evolução em relação ao Plano de Ação anterior, no qual havia poucos dados de redução de emissões associados às medidas de mitigação. Entretanto, é preciso estabelecer metodologias harmonizadas, conceitos e indicadores básicos de performance que permitam o acompanhamento apropriado do impacto das medidas.

Este Plano de Ação oferece um quadro geral sobre as emissões de gases de efeito estufa da aviação brasileira, tanto doméstica quanto internacional. O governo brasileiro pretende monitorar esses indicadores e atualizar os dados apresentados periodicamente, conforme solicitado pela OACI. Entende-se que esse processo de atualização periódica do Plano de Ação proporciona uma importante articulação entre os entes do setor envolvidos na tarefa de buscar o desenvolvimento sustentável da aviação brasileira, com redução do seu impacto na mudança do clima.

COLABORADORES

Infraero

Arthur Neiva Fernandes e Charles Rocha

Aeroporto de Viracopos

Bibiana Roth, José Angeja e Gustavo Müssnich

GRUAIRPORT

Renato Pires, Marcos Eugenio de Abreu e Comte. Miguel Dau

BH Airport

Guilherme Motta Gomes e
Adriano Gonçalves de Pinho

Inframérica

Rodrigo Gomes de Paula e Camila Máximo

Embraer

Mariana Luz e Daniel Bassani

Plataforma Brasileira de Bioquerosene

Mike Lu

GOL Linhas Aéreas e UBRABIO

Pedro Rodrigo Scorza

DECEA

Ten. Coronel Jorge Wallacy Paiva de Azevedo, Capitão Luís
Antônio dos Santos,
Brigadeiro Gustavo Adolfo Camargo de Oliveira

SENAV/SAC

Juliano Noman e Giovano Palma

Essa obra foi impressa pela Imprensa Nacional
SIG, Quadra 6, Lote 800
70610-460 – Brasília-DF
Tiragem: 500 exemplares

