



ENGENHARIA E CONSULTORIA
AMBIENTAL

**ESTUDO DE MERCADO SOBRE
MATÉRIAS-PRIMAS E PROCESSOS
NA INDÚSTRIA AERONÁUTICA COM
FOCO EM SUSTENTABILIDADE**



PARQUE DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

MARÇO/2024

APRESENTADO PARA

Associação Parque Tecnológico de São José dos Campos

Avenida Dr. Altino Bondesan, 500

Dist. Eugênio Melo, São José dos Campos - SP CEP: 12247-016

Fone: +55 (12) 3878-9500



APRESENTADO POR

VITA Engenharia e Consultoria Ambiental

CNPJ: 26.095.442/0001-52

R. Cândido de Arruda Botelho, 1226 - Parque Santa Felícia,

CEP: 13563-300 – São Carlos - SP

Fone: +55 (14) 99688-9657



EQUIPE TÉCNICA

Izabella de Camargo Aversa

Engenheira Ambiental, M. Sc.

Túlio Queijo de Lima

Engenheiro Ambiental, Ph.D.

Aline Doria de Santi

Gestora e Analista Ambiental, M. Sc.

Giovana Spinelli Negro

Engenheira Ambiental

Carolina Tiemi Takano

Engenheira Ambiental

Daniel Molina Recco

Engenheiro Ambiental

Rebeca Longhi Sassaki

Graduanda em Engenharia Ambiental

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas metodológica do desenvolvimento do estudo	4
Figura 2 - Categorias de agrupamento de práticas de sustentabilidade mapeadas.	5
Figura 3 - ODS relacionados as atividades de sustentabilidade da Airbus	7
Figura 4 - Estrutura do Comitê de Ética, Compliance e Sustentabilidade da Airbus....	8
Figura 5 - Escopo de emissões de Gases de Efeito Estufa pela Airbus	16
Figura 6 - Instituições que avaliam o desempenho ambiental, social e de governança da Airbus	21
Figura 7 - Quantitativo de práticas sustentáveis identificadas em cada categoria (Airbus)	22
Figura 8 - Síntese das práticas empregadas pela Airbus, por categoria	23
Figura 9 - ODS relacionados as atividades de sustentabilidade da Airbus	25
Figura 10 - Estrutura do Comitê de Ética, Compliance e Sustentabilidade da Airbus	27
Figura 11 – Ciclo de vida dos produtos	32
Figura 12 - Quantitativo de práticas sustentáveis identificadas em cada categoria (Boeing)	40
Figura 13 - Síntese das práticas sustentáveis empregadas pela Boeing, por categoria	41
Figura 14 - ODS relacionados às atividades de sustentabilidade da Bombardier	42
Figura 15 - Etapas da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) da Bombardier	47
Figura 16 - Quantitativo de práticas sustentáveis identificadas em cada categoria (Bombardier)	53
Figura 17 - Síntese das práticas sustentáveis empregadas pela Bombardier, por categoria	54
Figura 18 - Matriz comparativa do nº de práticas implementadas por empresa, por categoria	55
Figura 19 - Nº de práticas sustentáveis mapeadas por categoria	56
Figura 20 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) apoiados pelas empresas analisadas	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Avaliação das empresas pelos padrões de sustentabilidade/ESG reconhecidos internacionalmente	59
Quadro 2 - Metas relacionadas à sustentabilidade definidas pelas empresas analisadas	63
Quadro 3 - Análise da tropicalização das práticas sustentáveis identificadas no contexto da indústria aeroespacial internacional.....	67
Quadro 4 - Práticas sustentáveis que são tendência no mercado internacional aeroespacial e não praticadas no contexto brasileiro	81

LISTA DE SIGLAS

ACV – Análise do Ciclo de Vida

CDP – *Carbon Disclosure Project*

DED – *Directed Energy Deposition*

EPD – Declaração Ambiental do Produto

ESG – *Environment, Social and Governance*

GEE – Gases de Efeito Estufa

GRI – *Global Reporting Initiative*

IAEG – *International Aerospace Environmental Group*

ISS – *Institutional Shareholder Services group of companies*

OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU

SAF – *Sustainable Aviation Fuels*

SASB – *Sustainability Accounting Standards Board*

SBTi – *Science Based Targets*

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

USM – *Used Serviceable Material*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	2
2	OBJETIVOS	3
3	METODOLOGIA DO ESTUDO	4
4	BENCHMARKING DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NO SETOR AEROESPACIAL – CENÁRIO INTERNACIONAL.....	7
4.1	AIRBUS.....	7
4.2	BOEING.....	24
4.3	BOMBARDIER.....	42
4.4	COMPARATIVO DAS EMPRESAS INTERNACIONAIS EM ESTUDO.....	55
5	ANÁLISE DA TROPICALIZAÇÃO DAS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS MAPEADAS.....	66
5.1	PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E OPORTUNIDADES PARA EXPORTAÇÃO DE AERONAVES NACIONAIS.....	82
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	86

1 INTRODUÇÃO

A indústria aeroespacial enfrenta desafios significativos relacionados à sustentabilidade e à responsabilidade ambiental, impulsionados pela necessidade global de mitigar os impactos ambientais das atividades humanas. Nesse contexto, a economia circular surge como uma abordagem estratégica para minimizar o desperdício e promover a eficiência dos recursos naturais.

Neste sentido, o presente estudo apresenta uma visão geral do cenário internacional no setor aeroespacial, focando nas práticas de economia circular adotadas por 3 (três) empresas de referência do setor – *Airbus*, *Boeing* e *Bombardier*.

Ao analisar os relatórios de sustentabilidade e práticas relacionadas à gestão de matérias-primas, processos produtivos e tratamento de resíduos, este estudo busca fornecer percepções valiosas para orientar a indústria aeroespacial brasileira na adoção de práticas mais sustentáveis e na preparação para enfrentar desafios futuros relacionados à disponibilidade de recursos e às demandas do mercado internacional.

2 OBJETIVOS

O “Estudo de mercado sobre matérias-primas e processos na indústria aeronáutica com foco em sustentabilidade” foi desenvolvido buscando atender três objetivos:

1. Compreender como o mercado internacional se prepara para enfrentar uma crise de suprimentos no setor aeroespacial, considerando a crescente demanda por práticas menos impactantes ao meio ambiente;
2. Orientar a indústria aeroespacial brasileira na busca por alternativas de acesso a matérias-primas essenciais;
3. Melhorar as práticas de tratamento de resíduos e reaproveitamento de rejeitos, alinhadas às tendências "ESG" (*Environmental, Social, and Governance*), com foco no mercado internacional.

3 METODOLOGIA DO ESTUDO

O estudo foi conduzido em três etapas principais (Figura 1). A primeira etapa correspondeu ao mapeamento de documentos, como relatórios de sustentabilidade ou outros documentos que abordem o tema em pesquisa, notícias em veículos de comunicação consolidado e informações disponíveis no *website* das instituições escopo do estudo (Airbus, Boeing e Bombardier).

Figura 1 - Etapas metodológica do desenvolvimento do estudo



Fonte: Elaborado por equipe técnica

A segunda etapa equivaleu a aplicação da ferramenta de *benchmarking* visando a identificação de práticas de sustentabilidade empregadas por cada organização. Na literatura, o *benchmarking* apresenta-se como uma ferramenta para avaliação e comparação do desempenho de produtos, processos ou serviços, focada na identificação de melhores práticas e procedimentos das organizações, sendo um aliado nos processos de gestão e tomada de decisão¹.

Considerando os assuntos que permeiam a temática da sustentabilidade, durante o processo de *benchmarking* buscou-se nos documentos das organizações as seguintes informações:

- Design Sustentável/Ecodesign;
- Reciclagem e Reaproveitamento de Materiais;

¹ STAPENHURST, T. The benchmarking book: A how-to-guide to best practice for managers and practitioners. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/9780750689052/the-benchmarking-book>

- Cadeia de Suprimentos Circular;
- Extensão da Vida Útil dos Produtos;
- Manufatura reversa;
- Gestão Eficiente de Resíduos;
- Eficiência Energética;
- Gestão do uso da água;
- Engajamento com Stakeholders;
- Monitoramento e Relato Transparente;
- Educação e Sensibilização Ambiental;
- Certificações e Rótulos Ambientais;
- Estratégias de redução de geração de Gases de Efeito Estufa – GEE

Vale observar que nem todas as informações acima elencadas foram necessariamente encontradas nos documentos das organizações em estudo. É importante considerar que cada empresa possui a sua estratégia de sustentabilidade e alguns temas podem ainda não estar no escopo de atuação delas.

Sendo assim, as práticas identificadas nos documentos, *website* e notícias das empresas em análise foram organizadas em nove categorias, conforme Figura 2.

Figura 2 - Categorias de agrupamento de práticas de sustentabilidade mapeadas



Fonte: Elaborado por equipe técnica

Após o mapeamento das práticas de sustentabilidade das três empresas, foi possível estruturar uma matriz de comparação das empresas considerando as categorias acima mencionadas. Essa matriz favorece a visualização de quais categorias possuem o maior número de práticas sustentáveis, dentro do planejamento estratégico de cada empresa.

Por fim, a terceira etapa do estudo correspondeu a tropicalização das práticas empregadas pelas instituições de referência, ou seja, na análise de como as práticas mapeadas se enquadram na realidade do setor aeronáutico nacional, e quais os possíveis benefícios e restrições para o contexto brasileiro. Nesta etapa, além da análise da possibilidade de implementação das práticas internacionais no contexto brasileiro, conduziu-se uma análise complementar dos relatórios de sustentabilidade da empresa Embraer, principal indústria aeronáutica no Brasil, para identificar quais das práticas mapeadas no estudo já vem sendo implementada no cenário nacional.

4 *BENCHMARKING* DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NO SETOR AEROESPACIAL – CENÁRIO INTERNACIONAL

Consoante ao mencionado anteriormente, foram mapeadas boas práticas empregadas pelas empresas internacionais referências no setor aeroespacial, no que diz respeito à sustentabilidade e economia circular. Os itens subsequentes expõem em detalhe as boas práticas identificadas para as três empresas escopo do estudo: Airbus, Boeing e Bombardier.

4.1 AIRBUS

A Airbus atua há cerca de 50 anos, sendo líder mundial na concepção, fabricação e fornecimento de produtos, serviços e soluções aeroespaciais para o mundo todo, tendo como escopo aeronaves comerciais, helicópteros, defesa, espaço e segurança².

Diante dos desafios inerentes as mudanças climáticas, escassez de recursos naturais e poluição de componentes ambientais, a Airbus tem firmado compromissos para reduzir o impacto ambiental de suas atividades, o que conferiu a empresa o pioneirismo na indústria aeroespacial sustentável.

Em 2003, a empresa se tornou signatária do Pacto Global da ONU, indicando que suas abordagens voltadas à sustentabilidade apoiam o atendimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, em especial os objetivos 4, 5, 8, 9, 12, 13, 16 e 17 (Figura 3).

Figura 3 - ODS relacionados as atividades de sustentabilidade da Airbus



Fonte: Relatório Anual da Airbus - 2022

² <https://www.airbus.com/en/our-history>

No ano subsequente, em 2004, a empresa obteve a primeira certificação pela norma ISO14.001/2015³, que estabelece diretrizes para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) na organização, auxiliando na identificação, controle, monitoramento e minimização dos impactos ambientais gerados pelos seus processos. Atualmente 22 unidades da organização são certificadas pela ISO 14.001.

Para estruturar e analisar estratégias de sustentabilidade na organização a Airbus conta com um Comitê de Ética, Compliance e Sustentabilidade vinculados ao Quadro de Diretores da Airbus. Tal Comitê possui um Comitê Executivo com grupos dedicados à temas específicos, a saber: Estratégias Sustentáveis, Meio Ambiente, Diversidade e Inclusão, Segurança do Produto, Saúde e Segurança Ocupacional, Direitos Humanos, e Cadeia de Suprimentos Sustentável. A Figura 4 ilustra esta estrutura.

Figura 4 - Estrutura do Comitê de Ética, Compliance e Sustentabilidade da Airbus



Fonte: Report of the Board of Directors (2024)⁴

Diante do breve histórico da sustentabilidade na Airbus, o Relatório GRI (*Global Reporting Initiative* (2022) e o Relatório do Conselho de Diretores (2023) da organização foram analisados, somado a notícias e informações mapeadas no *website* da organização e veículos consolidados, buscando a compreensão detalhada das práticas que veem sendo empregadas pela empresa, relacionadas à sustentabilidade. Isto posto, na sequência são apresentadas as boas práticas

³<https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2023-10/ISO-14001-175451-2015-AE-FRA-COFRAC-US%20%28October-2023%29.pdf>

⁴<https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2024-02/Airbus%20SE%20Report%20of%20the%20Board%20of%20Directors%20FY%202023%20%2815%20Feb%202024%29%20%281%29.pdf>

empregadas pela Airbus considerando as categorias de práticas sustentáveis definidas na metodologia do estudo.,

4.1.1 CADEIA DE SUPRIMENTOS RESPONSÁVEL

Em 2022 cerca de 18.000 fornecedores se envolveram na cadeia de suprimentos da organização, estando em maior proporção localizados na Europa (69%) e América do Norte (24%), de acordo com o Relatório GRI. Considerando a extensa gama de fornecedores, a Airbus tem direcionado esforços para que a responsabilidade ambiental e social seja um elemento central da sua estratégia de compras.

Para tanto, a empresa avalia se os fornecedores atendem as leis e regulamentos aplicáveis, além de atuarem em conformidade com os princípios do Código de Conduta de Fornecedores da Airbus. Tal Código integra os valores e princípios da organização, em conformidade com padrões e convenções reconhecidos internacionalmente, como a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Caso um fornecedor não cumpra as normas ambientais, de direitos humanos/trabalhistas, ou de saúde e segurança, mesmo que causada por fatores fora do seu controle, essa falha pode resultar na aplicação de penalidades e multas civis ou criminais contra o fornecedor. As autoridades reguladoras podem exigir-lhes conduzir investigações e realizar atividades corretivas, restringir operações ou fechar instalações temporariamente para prevenir riscos iminentes.

Para garantir que os fornecedores estão alinhados à todas as atualizações de regulamentações aplicáveis, a Airbus criou uma força tarefa de aquisições que coordena a comunicação com os fornecedores sobre questões relacionadas às restrições dos materiais fornecidos, além de soluções de substituição de materiais qualificadas pela Airbus. Ademais, a empresa realiza atividade de *Due Diligence* específica de cada fornecedor.

A Airbus realiza, com o apoio de empresas terceirizadas externas, dois tipos de avaliações dos fornecedores: sustentabilidade e maturidade de carbono. Em 2022, 73% dos fornecedores da empresa foram avaliados, em que para 16% dos avaliados foi emitido um sinal de alerta vinculada aos critérios ambientais, sendo solicitado detalhes sobre os procedimentos em vigor destes fornecedores, abordando por exemplo a gestão de produtos químicos e emissões de GEE.

No tocante aos requisitos contratuais, desde 2022 a Airbus introduziu requisitos de sustentabilidade na seleção de fornecedores e tem evoluído os modelos de contrato, incluindo cláusulas relativas à sustentabilidade e meio ambiente que exigem dos fornecedores os seguintes aspectos:

- Cumprir todas as leis e regulamentos aplicáveis que tratam de trabalho e emprego, saúde e segurança, meio ambiente, anticorrupção e suborno e proteção de dados pessoais em relação à produção, produtos e serviços;
- Fornecer informações sobre substâncias utilizadas nos processos de fabricação e contidos no próprio produto (abrangendo tanto substâncias perigosas e minerais de conflito);
- Fornecer informações sobre meio ambiente, saúde e segurança e questões como uso seguro e gerenciamento de produtos ao longo do seu ciclo de vida (incluindo a gestão de resíduos);
- Implementar um Sistema de Gestão Ambiental baseado na ISO14.001 ou equivalente;
- Cumprir as medidas anticorrupção e suborno da Empresa;
- Comprometer-se a aplicar e disseminar na sua cadeia de abastecimento os princípios do Código de Conduta do Fornecedor da Empresa, inclusive no que diz respeito ao meio ambiente, direitos humanos, práticas trabalhistas, fornecimento responsável de minerais e combate à corrupção;

Valorizando a coopetição (cooperação + competição) entre os fornecedores, a Airbus lançou em 2022 o Conselho de Sustentabilidade de Fornecedores que se concentra em atuar como um facilitador-chave para o compartilhamento das melhores práticas em sustentabilidade em toda a cadeia de fornecimento. Durante os eventos do conselho acontecem oficinas que possibilitam o intercâmbio de melhores práticas e a criação de vínculos entre fornecedores para colaborações futuras.

Outra ação implementada pela Airbus que envolve os colaboradores internos e os fornecedores diz respeito ao projeto de cadeia de abastecimento sem plástico. O objetivo do projeto é reduzir, reutilizar e reciclar produtos descartáveis de plásticos e embalagens, caminhando para uma abordagem mais circular da utilização do plástico. Algumas ações já implementadas no âmbito do projeto foram:

implementação de alternativas de embalagens sem plástico; processos melhorados com redução de plástico; maior consciencialização sobre o consumo de plástico e desperdício entre os funcionários.

Destaca-se que desde 2019 a Airbus introduziu visitas às fábricas dos fornecedores denominadas “*The Gemba Walk*”. Tal prática apoia a identificação e reporte de riscos ou oportunidades de melhorias observadas durante a visita.

Por fim, destaca-se a participação da Airbus no programa *International Aerospace Environmental Group (IAEG)* para apoiar fornecedores em engajamento ESG

4.1.2 OTIMIZAÇÃO E CIRCULARIDADE DE MATÉRIAS PRIMAS

Para buscar soluções que otimizem o uso de matérias primas nas atividades produtivas da Airbus, foram identificados três materiais considerados críticos para a fabricação das aeronaves, a saber: alumínio, titânio e materiais compostos por fibra de carbono.

Para minimizar os impactos de suas atividades produtivas a organização possui a abordagem de gerenciamento de matérias primas pautada em evitar, reduzir, reutilizar, reciclar e reparar, apoiada por uma série de ferramentas como a Análise do Ciclo de Vida (ACV) e Ecodesign, por exemplo.

Na abordagem de evitar o consumo de matéria prima a Airbus tem explorado o uso de tecnologias, como o “*Directed Energy Deposition (DED)*”, método de impressões 3D que pode reduzir o consumo de matéria prima de titânio em até 70%. Outro processo otimizado que pode reduzir o consumo de alumínio diz respeito à tecnologia de conformação de algumas peças, podendo reduzir em 80% o consumo do material, em comparação com a usinagem de uma placa de metal.

Sob este panorama, vale observar que a organização tem trabalhado o design sustentável/ecodesign de peças, visando reduzir a pegada ambiental dos projetos e otimizar o gerenciamento e uso de matérias primas críticas. Para a definição do melhor design para as peças, a companhia conta com uma metodologia interna que avalia regularmente a criticidade das matérias primas de acordo com o risco de fornecimento e os impactos ambientais e éticos.

No mesmo contexto, observa-se que, no viés da inovação, a Airbus tem desenvolvido pesquisas que analisam o potencial do uso de biocompósitos em futuras aeronaves, visando ampliar o desempenho ambiental da organização. Tais

materiais, flexíveis, leves, econômicos e recicláveis, são formados por materiais compósitos de origem biológica, derivados de recursos naturais renováveis, tais como: biomassa, plantas, culturas, microrganismos, animais, minerais e bio-resíduos. Além da análise de fibra naturais, a empresa tem também desenvolvido sobre o uso de resinas de origem biológica, em busca de substitutos para furano, epóxi e poliamida⁵.

Na perspectiva de ampliar a vida útil dos componentes da empresa, a maior parte das peças são projetadas para exceder a vida útil das aeronaves, de 20 anos. No entanto, há alguns componentes chamados de "Partes com vida limitada" (*life-limited parts* – LLPs) que possuem uma vida útil mais curta, mas com potencial de ser maximizada, considerando os requisitos de resistência, segurança e aeronavegabilidade das peças. Tais peças podem ser reformadas para atender outros operadores, rotas ou missões, retornando para a cadeia produtiva. Vale mencionar que no âmbito da extensão da vida útil de aeronaves, a conversão de aeronaves de passageiros para cargueiros é considerada pela Airbus.

Sob a ótica do reutilizar-reciclar-reparar, a Airbus iniciou em 2022 um projeto dedicado à circularidade de matérias primas críticas, especialmente dos metais não ferrosos, considerando a crescente demanda e o risco de esgotamento dos recursos. Em 2022, 20 a 50% do alumínio dos produtos utilizados pela empresa vieram de matérias primas recicladas. Tal projeto relaciona-se com o Acordo de Cooperação para Pesquisa, firmado entre a Airbus e Novelis, com o objetivo de desenvolver soluções sustentáveis de alumínio para as "aeronaves do futuro". No âmbito do referido acordo, a Novelis, como fornecedora de matéria prima da Airbus, busca aproveitar ao máximo o potencial de circularidade do alumínio como um material que pode ser infinitamente reciclado, sem perda de desempenho⁶.

Outro aspecto relacionado à reutilização de peças⁷ de aeronaves refere-se à um projeto de reutilização criativa (*upcycling*) iniciado em 2018 pela Airbus BizLab, que faz parte de uma rede de aceleradores de negócios da Airbus em todos o mundo. No âmbito do referido projeto foram criados mais de vinte protótipos, de objetos de design de interiores e móveis utilizando peças de aeronave desmanteladas. Embora a iniciativa apresente uma alternativa viável à eliminação

⁵ <https://www.airbus.com/en/innovation/disruptive-concepts/future-materials>

⁶ <https://investors.novelis.com/2022-07-21-Novelis-signs-Cooperation-Research-Agreement-with-Airbus>

⁷ <https://www.airbus.com/en/newsroom/news/2019-04-a-piece-of-sky-breathing-new-life-into-old-aircraft-parts>

tradicional de resíduos, não foram encontradas evidências sobre a continuidade do projeto.

4.1.3 CICLO DE VIDA DO PRODUTO E RASTREABILIDADE DOS MATERIAIS

Em janeiro de 2024 foi iniciada a operação, em Chengdu (China), do “*Airbus Lifecycle Services Center*”⁸, o primeiro centro de serviços da organização dedicado a todo o ciclo de vida de uma aeronave. O centro abrange como serviços desde o estacionamento e armazenamento de aeronaves, até serviços de manutenção, modernização, conversão, desmantelamento, reciclagem, além da distribuição controlada de peças usadas, provenientes do desmantelamento. O Centro conta com mais três empresas que atuarão na execução dos serviços, cada uma em sua expertise. Espera-se que 75% das aeronaves armazenadas no centro voltem a voar após o processo de atualização. As demais aeronaves serão desmontadas, por uma empresa especialista em manufatura reversa, recuperando cerca de 90% do peso da aeronave (incluindo recuperação de materiais e energia).

Cumprindo as disposições legais aplicáveis ao setor de aviação, todas as peças da companhia possuem uma marcação de rastreabilidade, essencial para facilitar a capacidade de reutilização, reciclagem e reparo. O projeto de rastreabilidade da empresa iniciou-se no final de 2021, a partir da digitalização da forma como os fornecedores repassam as informações sobre os materiais e produtos, possibilitando de forma automatizada o compartilhamento de informações sobre os produtos da empresa.

4.1.4 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

Buscando o direcionamento de ações para redução da geração de resíduos, a Airbus definiu o objetivo de reduzir a geração global de resíduos em 20%, até 2030, tendo como linha de base o ano 2015. Além dessa redução a empresa tem como foco 0% de destinações para aterro e 0% de incineração sem recuperação energética.

Para tanto, a Airbus conta como uma equipe multidisciplinar que tem atuado ativamente para desenhar um plano de ação de resíduos e propor estratégias para o atendimento do objetivo definido. Até o momento, a empresa tem se concentrado

⁸<https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2024-01-airbus-opens-first-service-centre-dedicated-to-the-entire-lifecycle>

no monitoramento da geração de resíduos, na padronização de práticas relacionados a triagem dos resíduos e no alinhamento com requisitos normativos para melhorar a rastreabilidade dos resíduos.

No tocante aos resíduos perigosos, provenientes de embalagens contaminadas e resíduos de produtos químicos, a empresa tem buscado a substituição de determinadas substâncias em seus processos, trabalhando diretamente com fornecedores para desenvolver, qualificar e implantar novas tecnologias que evitem o uso de substâncias classificadas como perigosas para o meio ambiente e saúde humana, mas que ao mesmo tempo atendam aos rigorosos requisitos de segurança e confiabilidade exigidos no setor de aviação. Desde 2011 a empresa já qualificou e implantou mais de 100 substâncias em 300 produtos. Atualmente, por exemplo, a empresa está atuando em cooperação com seus fornecedores para desenvolver, qualificar e implantar uma substância de proteção contra corrosão, sem cromo.

Os resíduos gerados nos processos industriais da empresa incluem materiais de alto valor, sendo que mais da metade dos resíduos são encaminhados para reciclagem. Em 2022, os resíduos metálicos representaram mais de 30% dos resíduos gerados nas instalações da empresa. Atualmente, a companhia tem trabalhado em iniciativas específicas para aumentar a taxa de reciclagem, como a reintegração de *chips* de titânio ou peças em fim de vida em processos de fabricação de matérias-primas, como já ocorre com o alumínio. De acordo com dados do Relatório GRI, indicador EN23, da organização, a taxa de recuperação de materiais teve um acréscimo de 5% em 2022, representando 60%.

Considerando as matérias primas críticas para a produção das aeronaves da Airbus, os resíduos de fibra de carbono também possuem uma solução sustentável e economicamente viável. A equipe da Airbus de Nantes (França), em parceria com uma *startup* local (Petit-Breton), desenvolveu, em 2021, bicicletas produzidas com resíduos de fibra de carbono reciclado, que passaram a ser comercializadas após fase de testes. Além da bicicleta, a equipe realizou testes produzindo com estes resíduos objetos de design, próteses e também pranchas de surfe⁹.

4.1.5 TREINAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE COLABORADORES

⁹<https://www.airbus.com/en/newsroom/news/2021-05-from-aircraft-to-bikes-airbus-is-breaking-away-to-upcycle-carbon-waste>

Entendendo que o desenvolvimento dos colaboradores é essencial para o sucesso das atividades da empresa, a Airbus possui uma estratégia anual de fornecer oportunidades e meios de crescimento e desenvolvimento contínuo dos colaboradores. Para tanto, a organização possui parceria com mais de 200 universidades e 15 parceiros estratégicos. A avaliação de competências é um meio de identificar potenciais lacunas nas habilidades e conhecimentos esperados ligados a posição atual de um colaborador e pode ser usado para identificar necessidades de desenvolvimento. Dessa forma, as ações de desenvolvimento podem envolver experiência de aprendizagem (projetos ou missões específicas), aprendizagem social (coaching e mentoria) e treinamento formal (cursos, certificações e diplomas).

Considerando que a circularidade faz parte da estratégia de sustentabilidade da empresa, o treinamento dos colaboradores relacionados ao tema é essencial. Para apoiar as competências dos colaboradores, em 2022, a empresa atribuiu planos de aprendizagem obrigatórios, abrangendo temas alinhados aos objetivos e estratégias da empresa, entre os quais destaca-se a conscientização sobre sustentabilidade. De acordo com o Relatório GRI de 2022 as capacitações sobre o tema circularidade estavam em processo de ser integrada no catálogo de formação da empresa abordando conteúdos como:¹⁰ "Economia Circular – Gestão de materiais sustentáveis", "O que é economia circular", "Implementação de processos de economia circular", "Design Circular e manufatura na prática" e "Do pensamento linear ao circular".

4.1.6 ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA – GEE

A Airbus tem reunido esforços para desempenhar um papel de liderança na descarbonização do setor da aviação, tendo como meta aspiracional a emissão "carbono zero". Para o monitoramento das emissões é importante diferenciar os escopos de emissão das empresas do ramo da aviação. As emissões de gases de efeito estufa (GEE) de escopo 1 são aquelas que ocorrem nas instalações de produção e serviços da organização, as quais são passíveis de controle direto por parte da organização, assim como as de escopo 2 que estão relacionadas ao consumo de energia nas instalações. Por outro lado, as emissões de escopo 3 são

¹⁰<https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcpta136/files/2024-02/Airbus%20SE%20Report%20of%20the%20Board%20of%20Directors%20FY%202023%20%2815%20Feb%202024%29%20%281%29.pdf>

todas aquelas que ocorrem na cadeia de valor da empresa, incluindo a cadeia de fornecimento, sem controle direto por parte da Airbus¹¹ (Figura 5). No âmbito do escopo 3 ressalta-se que a Airbus foi a primeira fabricante de aeronaves a divulgar as emissões geradas pelos seus produtos durante a operação¹². Tendo como base as emissões do ano 2015, as seguintes metas foram definidas pela empresa:

- Escopos 1 e 2: -63% de emissões absolutas de gases de efeito estufa até 2030 e neutralização de emissões residuais
- Escopo 3: -46% de intensidade de emissões de gases de efeito estufa geradas por suas aeronaves comerciais em serviço até 2035

Figura 5 - Escopo de emissões de Gases de Efeito Estufa pela Airbus



Fonte: Airbus, 2024¹³

Embora as emissões de escopo 1 e 2 representem apenas 0,2% do total de emissões da organização, as medidas específicas para redução das emissões destes escopos envolvem¹⁴:

- Garantir pelo menos 90% de fornecimento direto de eletricidade renovável ou de baixo carbono para todas as instalações da Airbus na Europa antes de 2030;

¹¹<https://www.airbus.com/en/sustainability/reporting-and-performance-data/emissions-statements>

¹²<https://www.airbus.com/en/sustainability/reporting-and-performance-data/emissions-statements/scope-3-disclosure>

¹³<https://www.airbus.com/en/sustainability/reporting-and-performance-data/emissions-statements/scope-1-2-ambition>

¹⁴<https://www.airbus.com/en/sustainability/reporting-and-performance-data/emissions-statements/scope-1-2-ambition>

- Substituição de sistemas de iluminação, aquecimento e vapor por soluções de biomassa e geotérmicas nas instalações da Airbus;
- Melhorar a logística interna utilizando SAF (*Sustainable Aviation Fuels*) nas aeronaves de transporte e testes de voo.

As emissões de escopo 3 somam mais de 90% das emissões totais da organização. Para o alcance da meta definida a empresa possui três estratégias de atuação, a saber:

- **Operação de aeronaves¹⁵:** De acordo com o Plano Diretor Europeu de Gerenciamento de Tráfego Aéreo, a otimização de trajetórias de voo e melhor comunicação com parceiros de coordenação de tráfego aéreo podem apoiar na redução da emissão média de CO₂ em 5 a 10%, por voo. Para tanto a Airbus dispõe de algumas ferramentas que podem auxiliar na redução destas emissões, como softwares que otimizam a trajetória de voo, resultando na economia de combustível e menor geração de GEE. Vale destacar a solução concebida pela própria Airbus denominada “*Fellow Fly*” que ao coordenar os padrões de voo para que uma aeronave siga a outra, a segunda aeronave pode se beneficiar da sustentação livre, resultando na necessidade de menos impulso do motor e reduzindo até 10% das emissões de CO₂.
- **Aviação de baixo carbono¹⁶:** A Airbus tem desenvolvido e testado sistemas de propulsão alternativos, como soluções elétrica, hidrogênio, solares e híbridas, que conectam mais de uma fonte de energia, reduzindo as emissões de GEE;
- **Combustíveis de aviação sustentáveis (SAF)¹⁷:** O SAF atual é uma mistura de combustível fóssil convencional e componentes sintéticos feitos a partir de uma gama de matérias-primas renováveis (tais como óleos de cozinha usados, gorduras, óleos vegetais, entre outros). Atualmente as aeronaves da Airbus são capazes de voar com uma mistura máxima de 50% de SAF com combustível convencional, mas há a meta de que até 2030 toda a frota da Airbus será capaz de voar com 100% de SAF.

¹⁵ <https://www.airbus.com/en/sustainability/respecting-the-planet/decarbonisation/aircraft-operations>

¹⁶ <https://www.airbus.com/en/innovation/low-carbon-aviation>

¹⁷ <https://www.airbus.com/en/sustainability/respecting-the-planet/decarbonisation/sustainable-aviation-fuels>

4.1.7 USO RACIONAL DA ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA

O consumo de água da Airbus está relacionado à usos não industriais da organização, sendo que apenas 15% da água utilizada pela empresa é para indústrias como tratamento superficial de peças, usinagem, ensaios não destrutivos e pintura. Embora o consumo de água para fins industriais seja limitado, a empresa analisa os níveis de estresse hídrico atual e projetado para compreender onde as atividades da empresa têm maior impacto sobre os recursos hídricos e prioriza ações nessas áreas. Para otimizar o uso da água a companhia definiu duas metas a saber: Redução de 50% na compra de água e aumento de 0% na captação de água.

As estratégias de uso racional da água pela organização são baseadas em oito pilares:

1. **Medição:** Identificar os fluxos de água e gerenciar consumo com a instalação de hidrômetros inteligentes com transferência de dados automatizadas e digital;
2. **Monitoramento:** acompanhar o consumo e identificar maiores consumidores para concentrar prioridades de ações;
3. **Evitar desperdícios:** identificar e corrigir vazamentos realizando campanhas de detecção de vazamentos nas instalações da organização;
4. **Reduzir o consumo:** modernização de equipamentos com melhor eficiência;
5. **Reuso:** reutilizar a água em circuitos fechados da empresa, para fins não potáveis (banheiros e jardinagem);
6. **Substituição:** substituir o uso de água superficiais e subterrâneas por água de chuva;
7. **Novos designs de projetos:** estruturar projetos de novos edifícios da empresa com design que garanta alta eficiência hídrica;
8. **Comunicação:** informar e envolver os colaboradores em campanhas sobre uso racional da água.

Sob a ótica do uso racional da água, destaca-se que a Airbus também avalia os impactos e riscos associados com a água na cadeia de suprimentos.

Na perspectiva do consumo de energia, a empresa tem se empenhado em reduzir o consumo em 20%, até 2030, adotando estratégias como: iluminação de baixo consumo, sistemas otimizados de aquecimento, refrigeração e ventilação e

produção de energia renovável como painéis fotovoltaicos. Para garantir que até 2030 todas as suas unidades na Europa sejam abastecidas com 90% de energia renovável, a empresa está implementando projetos locais de geração de energia (eólica e solar), complementado pela eletricidade gerada a partir da energia nuclear, além de firmar contratos para aquisição de energia renovável, desde 2020.

4.1.8 ENGAJAMENTO COM STAKEHOLDERS

A Airbus busca um diálogo constante com seus stakeholders prezando sempre pela transparência. Os stakeholders da empresa englobam: funcionários, clientes, fornecedores, parceiros industriais, parceiros sociais, investidores, organizações não governamentais, autoridades/governos/decisores políticos, fornecedores de manutenção, reparo e revisão, prestadores de serviços de navegação aérea, aeroportos e comunidade em geral.

Para garantir uma comunicação eficiente com os stakeholders, a empresa busca utilizar uma linguagem clara e concisa para que todas as partes interessadas tenham informações suficientes sobre temas relevantes para a Airbus. Buscando promover o intercâmbio entre os stakeholders da organização, a Airbus se reúne pelo menos duas vezes ao ano com os seus parceiros sociais para rever temas de sustentabilidade, além de ter estabelecido o Conselho de Sustentabilidade de Fornecedores da Airbus, conforme mencionado no item 4.1.1, e realizado eventos onde são abordadas questões relacionadas à sustentabilidade como o “*Capital Market Day*” e “*Airbus Summit*”.

4.1.9 MONITORAMENTO E RELATO TRANSPARENTE

Prezando pela transparência de suas ações e resultados, a Airbus monitora seu progresso em sustentabilidade com base em critérios globalmente reconhecidos, sendo o Comitê de Estratégia de Sustentabilidade responsável por analisar o desempenho e o progresso da sustentabilidade duas vezes por ano, visando garantir alinhamento em todos os tópicos de sustentabilidade.

Para monitorar seu progresso no caminho da sustentabilidade de forma transparente, a Airbus reporta, desde 2003, suas ações nos padrões da *Global Reporting Initiative* (GRI), um dos padrões de relatórios reconhecidos internacionalmente. No referido relatório publica-se uma série histórica de dados da organização que avaliam sua performance na temática ESG (*Environment, Social*

and Governance). Entre os inúmeros indicadores avaliados, cita-se como exemplos: taxa de recuperação de materiais (reciclagem) (60%, em 2022); percentual de resíduos encaminhados para aterro ou incineração, sem recuperação energética (23%, em 2022); percentual de fornecedores que não atendem a expectativa de sustentabilidade da empresa (16%, em 2022).

Além do Relatório GRI, a Airbus também vincula suas informações de sustentabilidade à estrutura de divulgação do *Sustainability Accounting Standards Board* (SASB,) o qual descreve métricas de sustentabilidade específicas para o setor aeroespacial, entre outras instituições (Figura 6) que avaliam práticas ESG, fornecendo um ponto de comparação com outras empresas. Outro padrão de avaliação utilizado pela organização diz respeito ao *Science Based Targets (SBTi)*, padrão ouro para validação de metas climáticas, o qual aprovou as metas de emissões de escopo 1, 2 e 3 da Airbus, em 2023.

Figura 6 - Instituições que avaliam o desempenho ambiental, social e de governança da Airbus

Índice	Classificação da Airbus
CDP - Específico para o clima  🔗	A- (2023)
Sustentálitica  🔗	26.2 (setembro de 2023)
Moody's ESG (ex-Vigeo Eiris)  🔗	65/100 (julho de 2023) <i>Listado no índice CAC 40 ESG</i>
ISSESG  🔗	C+ (agosto de 2023) <i>Status principal</i>
S&P Global CSA  🔗	58/100 (outubro de 2023) <i>Listado no DJSI Europa</i>

Fonte: Airbus (2024) ¹⁸

Por fim, destaca-se que, sob a ótica da transparência, todos os documentos referentes às ações e resultados de desempenho da Airbus em sustentabilidade estão disponíveis na plataforma eletrônica da organização e são de acesso público.

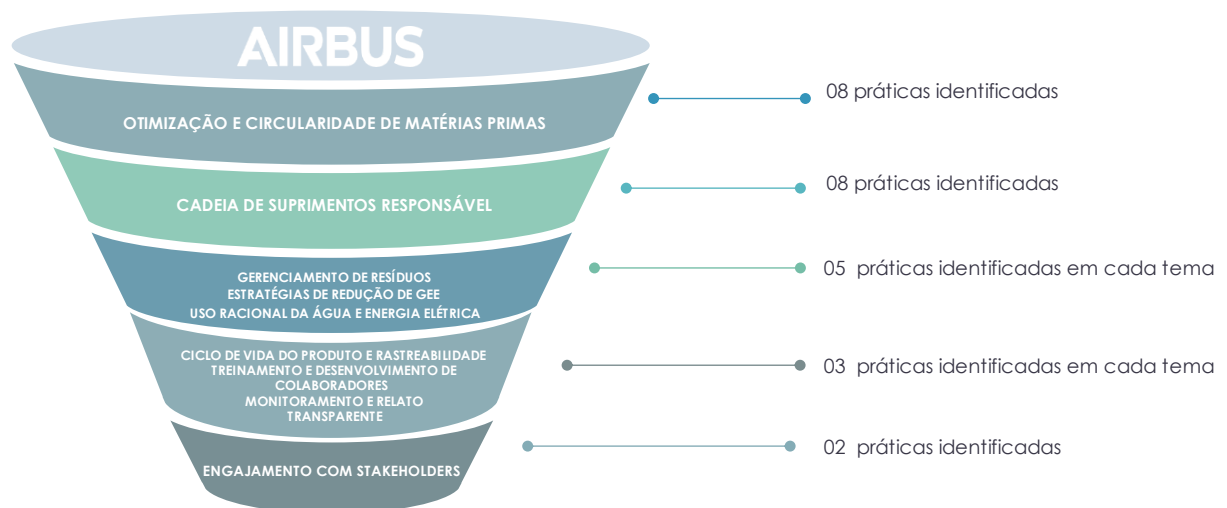
4.1.10 SÍNTESE DAS PRÁTICAS APLICADAS PELA AIRBUS

Diante do detalhamento das práticas mapeadas nos documentos da Airbus, apresentadas nos itens 4.1.1 a 4.1.10, a Figura 7 ilustra o nº de práticas identificadas em cada categoria. Ao todo foram identificadas 36 práticas relacionadas à sustentabilidade, sendo que a categoria “Otimização e Circularidade de matérias

¹⁸ <https://www.airbus.com/en/sustainability/reporting-and-performance-data>

primas" concentra o maior nº de práticas (8), seguida pela categoria "Cadeia de Suprimentos Responsável", com 7 práticas mapeadas.

Figura 7 - Quantitativo de práticas sustentáveis identificadas em cada categoria (Airbus)



Por fim, a Figura 8 sintetiza as práticas sustentáveis empregadas pela Airbus, detalhadas nos itens precedentes.

Figura 8 - Síntese das práticas empregadas pela Airbus, por categoria



4.2 BOEING

A Boeing, uma empresa globalmente reconhecida pela liderança na concepção, fabricação e fornecimento de produtos, serviços e soluções aeroespaciais, estabelece-se como uma figura proeminente com mais de um século de história de inovação e excelência em seu setor. A abrangência de suas atividades compreende aeronaves comerciais, defesa, espaço e segurança, refletindo um compromisso contínuo com a qualidade e a sustentabilidade.

Por meio de uma abordagem que prioriza a sustentabilidade, a Boeing mantém-se em constante busca pela melhoria de suas práticas e processos, garantindo que suas operações estejam em conformidade com os mais elevados padrões ambientais e sociais. Assim, a empresa contribui de forma significativa para a promoção de um futuro mais sustentável e resiliente, alinhado com as demandas atuais e futuras da sociedade e do meio ambiente.

Frente aos desafios apresentados pelas mudanças climáticas, escassez de recursos naturais e poluição ambiental, a Boeing demonstra um empenho dedicado à redução do impacto ambiental de suas operações e produtos. Embora a empresa não faça parte do Pacto Global da ONU, é importante ressaltar que ela apoia diretamente vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas. Entre esses objetivos estão o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), ODS 4 (Educação de Qualidade), ODS 5 (Igualdade de Gênero), ODS 6 (Água Limpa e Saneamento), ODS 7 (Energia Limpa e Acessível), ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico), ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ODS 10 (Redução das Desigualdades), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e o ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação), conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 - ODS relacionados as atividades de sustentabilidade da Airbus



Fonte: Relatório Anual da Boeing - 2022

É importante ressaltar, também, que a empresa possui em diversas plantas e escritórios certificação ISO 14.001/2015¹⁹, que estabelece diretrizes para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) na organização, auxiliando na identificação, controle, monitoramento e minimização dos impactos ambientais gerados pelos seus processos. Além disso, também possui certificação ISO 45.001 em algumas unidades, que é um padrão para gestão da saúde e segurança ocupacional na empresa.

A estrutura de governança de sustentabilidade da Boeing é fundamental para garantir que a empresa integre de forma eficaz as considerações ambientais, sociais e de governança em todas as suas operações e decisões estratégicas. O Conselho de Administração, por meio do Comitê de Governança e Políticas Públicas, supervisiona as políticas e práticas de sustentabilidade da Boeing, incluindo questões relacionadas ao cuidado ambiental e às mudanças climáticas. Além disso, a presença de um *Chief Sustainability Officer*, membro do Conselho Executivo, é importante para liderar a estratégia global de sustentabilidade da empresa,

¹⁹https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/principles/environment/pdf/ISO_14001_Certificates.pdf

priorizando as metas, relatórios orientados para as partes interessadas e o desempenho corporativo em sustentabilidade. Essa estrutura é complementada pelo Conselho Global de Sustentabilidade e Conselho Estendido, composto por líderes globais de diversas unidades de negócios e funções, que fornecem liderança, parceria e ação para avançar nos objetivos e estratégias de sustentabilidade da empresa, refletindo o compromisso da Boeing com a governança e a prática sustentáveis. Além deste conselho, há os seguintes subconselhos na estrutura:

- Políticas
- Finanças e Governança
- Tecnologia e Mobilidade do Futuro
- Combustível de Aviação Sustentável
- Operações Sustentáveis
- Clientes

Entender a estrutura de governança de sustentabilidade de uma empresa como a Boeing é importante para avaliar sua eficácia na implementação de práticas sustentáveis e no alcance de metas ambientais e sociais. A presença de órgãos dedicados, como o Comitê de Governança e Políticas Públicas e o *Chief Sustainability Officer*, demonstra um compromisso da empresa em integrar a sustentabilidade em sua estratégia de negócios. Além disso, a participação de líderes globais em conselhos e subconselhos específicos garante uma abordagem abrangente e colaborativa na definição e implementação de iniciativas sustentáveis em todas as áreas da empresa. Ao examinar essa estrutura, os stakeholders podem obter revelações valiosas sobre o compromisso da Boeing com a sustentabilidade e sua capacidade de enfrentar os desafios ambientais e sociais de forma eficaz e responsável. A Figura 10 ilustra a estrutura de governança de sustentabilidade na Boeing.

Figura 10 - Estrutura do Comitê de Ética, Compliance e Sustentabilidade da Airbus



Fonte: 2023 Sustainability Report ²⁰

Considerando o histórico da sustentabilidade na Boeing, foram examinados o Relatório GRI (*Global Reporting Initiative*) de 2022, o Relatório de Metas Net Zero de 2022, e o Relatório de Relações Institucionais, voltado aos acionistas da empresa. Essa análise foi complementada por informações obtidas em notícias e fontes consolidadas, incluindo o website da organização, com o intuito de obter uma compreensão detalhada das práticas relacionadas à sustentabilidade adotadas

²⁰<https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/principles/sustainability/sustainability-report/2023/assets/2023-Boeing-Sustainability-Report.pdf#page%3D73>

pela Boeing. Com base nessa investigação, a seguir são apresentadas as boas práticas da Boeing, alinhadas com as categorias de práticas sustentáveis definidas na metodologia do estudo, para fins de comparação com as práticas da Airbus e Bombardier.

4.2.1 CADEIA DE SUPRIMENTOS RESPONSÁVEL

Em 2022, conforme destacado no Relatório de Sustentabilidade, aproximadamente 11.000 fornecedores participaram da cadeia de suprimentos da Boeing, com a grande maioria situada nos Estados Unidos (80%). Diante dessa extensa rede de fornecedores, a Boeing tem se empenhado em integrar a responsabilidade ambiental e social como um elemento central de sua estratégia de compras.

De acordo com a ficha informativa de cadeia de suprimentos ²¹, a Boeing colabora com a cadeia de suprimentos para avançar em todos os três pilares da sustentabilidade, incluindo ambiental, social e governança, para práticas comerciais responsáveis. A Boeing promove direitos humanos, práticas trabalhistas justas, resiliência ambiental e políticas anticorrupção para integrar elementos de sustentabilidade nas decisões comerciais e avaliações de fornecedores. A Boeing também está comprometida em trabalhar com os fornecedores para comprar de forma responsável, criar oportunidades econômicas para comunidades diversas e impulsionar o progresso da sustentabilidade na indústria.

Há, também, um código de conduta para fornecedores ²². Este código indica diversas diretrizes que devem ser seguidas; como atendimento à legislações; à leis anticorrupção; evitar conflitos de interesse e fraudes; garantir o pagamento correto de impostos; garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável; garantir pagamento equalitário; políticas anti assédio; não vender peças falsificadas; respeitar propriedade intelectual, o meio ambiente e informações sensíveis; garantir o respeito à direitos humanos através de evitar toda forma de trabalho escravo e infantil.

É importante ressaltar que, em relação ao meio ambiente, as diretrizes são amplas e não possuem definição de metas e objetivos claros. São apenas citadas expectativas, como conduzir o negócio de forma a respeitar o meio ambiente e

²¹

https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/principles/sustainability/assets/data/Supply%20Chain_FactSheet.pdf

²² https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/principles/Boeing_Supplier_Code_of_Conduct.pdf

gerenciar riscos ambientais e melhoria na eficiência no uso de água, energia e matéria prima. Também é citada uma melhoria no ciclo de vida dos produtos, porém sem definição clara do que pode ser feito.

A Boeing indica que foi fundadora de um esforço setorial por meio do *International Aerospace Environmental Group* (IAEG) para estabelecer um quadro setorial voluntário para engajamento ESG, incluindo avaliação e conscientização, em toda a indústria de manufatura aeroespacial. De acordo com o *website* do IAEG, ele atua como uma organização não lucrativa para criar colaboração e compartilhar inovações e soluções ambientais para empresas. O IAEG funciona como grupos de trabalho temáticos para apoio em tópicos complexos, como declarações de produtos químicos, inventário de gases de efeito estufa, e implementação de certificação ISO 14.001. É importante ressaltar que, assim como a Boeing, a Airbus e a Bombardier também fazem parte dos membros fundadores do IAEG.

Além disso, o relatório da Boeing cita uma parceria do IAEG com a EcoVadis para avaliação de fornecedores. A EcoVadis é uma empresa líder global em *benchmarking* de sustentabilidade de fornecedores, e utiliza um sistema de notas como forma de monitorar e melhorar a performance de sustentabilidade dos negócios, e possui mais de 100.000 empresas cadastradas.

4.2.2 OTIMIZAÇÃO E CIRCULARIDADE DE MATÉRIAS PRIMAS

Em relação à discussão de matérias-primas, os relatórios analisados, bem como o *website* oficial, possuem poucas informações referentes à sustentabilidade e circularidade de material. No tópico a seguir serão levantadas e discutidas essas informações encontradas.

De acordo com o relatório, a Boeing é altamente dependente da disponibilidade de materiais essenciais, peças e subconjuntos de seus fornecedores e subcontratados. Os materiais brutos mais importantes necessários para seus produtos aeroespaciais são alumínio (chapas, placas, forjados e extrusões), titânio (chapas, placas, forjados e extrusões) e compostos (incluindo carbono e boro). Embora geralmente existam fontes alternativas para esses materiais brutos, a qualificação das fontes pode levar um ano ou mais. Durante 2022, como resultado da guerra entre Rússia e Ucrânia, a compra de titânio da Rússia foi suspensa. Isso não afetou as operações da Boeing, pois o inventário disponível pôde ser utilizado e fontes

alternativas foram identificadas. Muitos componentes principais e itens de equipamento do produto são adquiridos ou subcontratados de forma exclusiva. A Boeing continua a trabalhar com um pequeno número de fornecedores exclusivos para garantir a continuidade do fornecimento de certos itens.

Destaca-se, neste contexto, o Programa de Ciclo fechado entre a Boeing e a Alcoa, que ocorre desde 2013 para a reciclagem das sucatas de ligas de alumínio das séries 2XXX e 7XXX utilizadas durante a produção de aviões. Estima-se que pelo acordo entre as empresas sejam derretidas 3.600 toneladas de alumínio para produção de novas ligas de alumínio de alta qualidade e que atendam aos requisitos da indústria aeroespacial²³.

Sob a ótica da utilização de fibra de carbono reciclada em estruturas não críticas de aeronaves, em 2023 o programa "*Boeing ecoDemonstrator*"²⁴, iniciado em 2012, incorporou o uso de painéis de parede sustentáveis no porão de carga feitos de 40% de fibra de carbono reciclada e 60% de resina feita de matéria-prima de base biológica, para testes.²⁵ Em 2019, os materiais de fibra de carbono reciclada foram testados no piso dos banheiros do programa *ecoDemonstrator*²⁶. A fibra de carbono reciclada utilizada na confecção dos painéis, além de reduzir a destinação dos resíduos de fibra de carbono para aterro sanitário, reduz o peso das aeronaves, o que gera benefícios, como a economia de combustíveis.

A Boeing também possui uma iniciativa chamada de Materiais Usados e Servíveis (*Used Serviceable Material - USM*), que tem como objetivo reduzir os custos de manutenção e aumentar a eficiência operacional. Ao aproveitar o acesso a dados, poder de compra e redes de fornecedores estabelecidas, os clientes da Boeing têm acesso a milhares de peças USM em todas as plataformas. Além disso, a Boeing oferece soluções para o final de vida útil de frotas programadas para aposentadoria, ajuda a gerenciar inventários excedentes e apoia a demanda por peças emergentes. Essa abordagem proporciona aos clientes soluções flexíveis e econômicas para suas necessidades de manutenção e operações.

²³ Recycling Today. Boeing and Alcoa Form Recycling Program. Recycling Today, 23 de junho de 2013. Disponível em: <https://www.recyclingtoday.com/news/boeing-aluminum-alloy-recycling/>

²⁴ <https://www.boeing.com/sustainability/environment/ecodemonstrator#overview>

²⁵ https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/principles/environment/pdf/BKG-ecoDemonstrator_2023.pdf

²⁶ <https://carbonfibergear.com/blogs/carbonfiber/carbon-fiber-recycling#ol1>

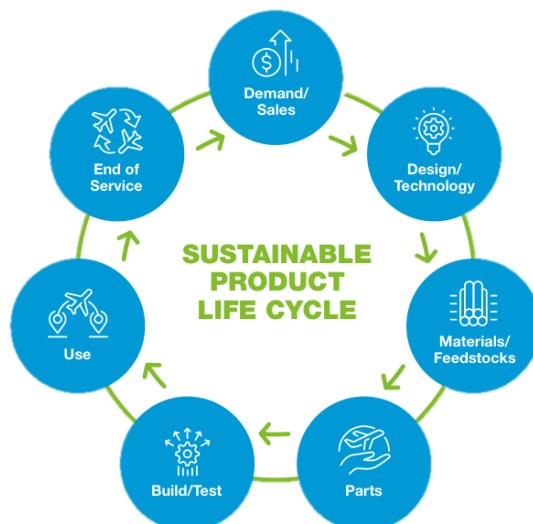
4.2.3 CICLO DE VIDA DO PRODUTO E RASTREABILIDADE DOS MATERIAIS

O ciclo de vida do produto e a rastreabilidade dos materiais são áreas de foco crescente na Boeing, sendo analisadas por meio de uma lente de sustentabilidade em cada etapa. A empresa está evoluindo sua abordagem para que a próxima geração de produtos leve em consideração toda a extensão da sustentabilidade, incluindo melhorias ambientais, de saúde, segurança e fatores humanos. Isso é alcançado por meio do direcionamento de sete áreas-chave:

1. Demanda/vendas
2. Design/tecnologia
3. Materiais/matérias-primas
4. Partes
5. Construção/Teste
6. Uso
7. Fim do serviço

A Figura 11 a seguir apresenta a circularidade do ciclo de vida dos produtos nas sete áreas mencionadas. Vale mencionar que na fase de Demanda/vendas, a Boeing responde às crescentes demandas por produtos mais eficientes e com menores emissões, enquanto colabora com clientes e governos para atender aos padrões emergentes de sustentabilidade. Na etapa de Design/tecnologia, a empresa avalia novos designs e tecnologias por meio de avaliações ambientais do ciclo de vida, buscando reduzir o impacto ambiental desde o início do processo de desenvolvimento. Nas demais áreas a Boeing implementa ações que estão relacionadas à redução da geração das emissões de GEE e são detalhadas no capítulo 4.2.6.

Figura 11 – Ciclo de vida dos produtos



Fonte: 2023 Sustainability Report

Essas iniciativas refletem o compromisso da empresa em promover práticas operacionais sustentáveis e eficientes, alinhadas com seu objetivo de minimizar o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida de seus produtos.²⁷

4.2.4 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

A Boeing está comprometida em proteger o meio ambiente e as comunidades em que opera, adotando medidas para reduzir os resíduos nos locais de trabalho e em sua cadeia de suprimentos. Os resíduos gerados abrangem uma ampla gama de atividades, desde espaços de escritório até a fabricação e montagem de aeronaves e veículos espaciais. Nesse contexto, a empresa dedica equipes específicas para evitar que o resíduo sólido seja destinado a aterros sanitários, além de avaliar oportunidades para o retorno ou reutilização de embalagens de peças.

A geração de resíduos perigosos, resultante principalmente de processos de pesquisa, fabricação e manutenção, é uma preocupação importante. A Boeing implementa estratégias para reciclar e recuperar esses materiais, tanto internamente quanto externamente, visando reduzir a necessidade de novos produtos químicos. Além disso, a empresa foca em reduzir os resíduos perigosos em atividades *upstream*, prevenindo ou reduzindo sua geração e, na fase *downstream*, analisando os resíduos gerados nas operações do local.

²⁷<https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/principles/sustainability/sustainability-report/2023/assets/2023-Boeing-Sustainability-Report.pdf#page%3D73>

Entre as estratégias da empresa vale mencionar que a Boeing tem trabalhado com a *ELG Carbon Fibre Ltd.*, sediada no Reino Unido, para reciclar o excesso de material de fibra de carbono do processo de montagem do avião²⁸. Essa parceria tem prevenido que cerca de 453 toneladas de resíduos por ano sejam destinadas a aterros sanitários. A fibra de carbono renovada é usada pelos fabricantes para produzir capas de laptops, peças de automóveis e outros produtos.

Em complemento, juntamente com a empresa Alenia Aeronáutica, a Boeing fundou a primeira instalação de reciclagem de compósitos de aeronaves da Itália para materiais futuros. Essa unidade processa uma média de 1.102 toneladas de sucata de compósito por ano.

A Boeing também cooperou com a empresa *Milled Carbon Limited* para estabelecer uma planta industrial piloto para processar peças compostas curadas e não curadas de forma contínua, a fim de extrair fibras de carbono de alta qualidade. É provável que o material reciclado seja utilizado para estruturas não-críticas de aeronaves, como galerias, revestimentos internos, peças de assentos e ferramentas que produzam materiais mais resistentes e leves no mesmo setor (ASMATULU; TWOMEY; OVERCASH, 2013)²⁹.

Na perspectiva da reutilização/reciclagem dos resíduos a Boeing indica que 90% das partes e materiais de uma aeronave podem ser reutilizadas e recicladas entre empresas e outras indústrias, em um processo gerenciado pela própria Boeing.

Em relação aos objetivos de resíduos até 2025, a Boeing já demonstrou alguns progressos. Houve uma redução de 40% nos resíduos sólidos em comparação com 2017, enquanto os resíduos perigosos diminuíram em 9% no mesmo período. Esses resultados positivos refletem o compromisso da empresa com a sustentabilidade e a gestão responsável dos recursos, mesmo diante de desafios como eventos adversos inesperados. A implementação contínua de iniciativas de conservação e o gerenciamento eficaz de fornecedores são fundamentais para impulsionar ainda mais essas reduções e fortalecer o compromisso da Boeing com a responsabilidade ambiental.

²⁸ <https://www.boeing.com/features/innovation-quarterly/2021/04/boeing-product-sustainability.page>

²⁹ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344913001596>

4.2.5 TREINAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE COLABORADORES

De acordo com o relatório de sustentabilidade de 2023 (referente ao ano de 2022), a Boeing reafirma seu compromisso contínuo com o crescimento e desenvolvimento profissional de sua equipe em todos os níveis, refletido em seus programas abrangentes de desenvolvimento profissional, educação e aprendizado. Em 2022, a empresa lançou o Learn@Boeing, uma plataforma digital de aprendizado projetada para proporcionar acesso fácil a conteúdos de aprendizado alinhados aos objetivos de negócios. Este recurso foi utilizado por 77.000 colaboradores, demonstrando um engajamento significativo na busca por aprimoramento de conhecimentos e habilidades tanto para as funções atuais quanto para as futuras.

Durante 2022, a Boeing atingiu marcos importantes em termos de treinamento e desenvolvimento da equipe. Mais de 5 milhões de treinamentos foram concluídos, totalizando mais de 2 milhões de horas de treinamento de produção. Além disso, mais de 450.000 certificações e treinamentos de habilidades foram realizados, evidenciando o compromisso da empresa em capacitar sua força de trabalho para enfrentar os desafios em constante evolução do setor aeroespacial.

Através de programas como o Learn@Boeing e iniciativas de orientação, assistência educacional e desenvolvimento de habilidades, a Boeing reitera seu compromisso em investir no crescimento e sucesso de seus colaboradores. Também reconhece que o desenvolvimento contínuo da competência e sensibilização dos funcionários é fundamental para impulsionar a inovação, garantir a excelência operacional e manter a liderança da Boeing na indústria aeroespacial global.

4.2.6 ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA – GEE

De acordo com o Relatório de Sustentabilidade 2023, a Boeing reconhece a urgência das mudanças climáticas e está comprometida em adotar medidas para reduzir suas emissões de gases de efeito estufa (GEE). Em alinhamento com os objetivos do Acordo de Paris, a empresa alcançou, pelo terceiro ano consecutivo, emissões líquidas zero de carbono em seus locais de trabalho e viagens de negócios em 2022. Isso foi possível por meio da expansão do uso de conservação e energia renovável, juntamente com a obtenção de compensações verificadas por terceiros para as emissões restantes de GEE.

A estratégia da Boeing para redução das emissões de GEE abrange monitoramento ativo de emissões, consumo de combustível e eficiência energética.

A empresa estabeleceu metas ambiciosas para 2030, visando reduzir as emissões absolutas, manter emissões líquidas zero para o Escopo 1 e Escopo 2, e aumentar a adoção de fontes de energia renovável.

Para a redução das emissões a Boeing tem atuado diretamente com fornecedores para garantir que todos os aviões comerciais entregues até 2030 sejam compatíveis com combustíveis de aviação sustentáveis (SAF). A Boeing acredita que o SAF é uma alavanca necessária para a descarbonização da aviação e está comprometida com uma abordagem que inclua o uso de diferentes fontes de energia renovável para apoiar a indústria de aviação comercial em sua ambição de atingir emissão líquida zero até 2050.

Um exemplo significativo desse compromisso é o envolvimento da Boeing na análise de um estudo que visa desenvolver o SAF nos Emirados Árabes Unidos (EAU). Este estudo, intitulado *"Power-to-Liquids Roadmap"*, examina os benefícios financeiros, econômicos e ambientais da descarbonização da indústria de aviação do país por meio de uma tecnologia emergente de SAF. Ao participar dessa iniciativa, a Boeing contribui para o crescimento da produção de SAF na região, fortalecendo assim os esforços globais para reduzir as emissões de carbono na aviação.

A importância desse esforço é destacada pelo potencial do SAF em reduzir as emissões em até 80% em comparação com o combustível de aviação convencional, além de proporcionar benefícios econômicos, segurança energética e criação de empregos. A Boeing está empenhada em tornar o SAF mais acessível e está envolvida em pesquisas, desenvolvimento e advocacia para promover sua produção em escala global, priorizando matérias-primas mais sustentáveis disponíveis. Esses esforços estão alinhados com a meta da Boeing de tornar seus aviões comerciais compatíveis com o uso de 100% de SAF até 2030, contribuindo assim para uma aviação mais sustentável e de baixo carbono.

As instalações da Boeing enfatizam a conservação, eficiência energética e energia renovável como prioridades. Reconhecendo que o consumo de energia está diretamente ligado às emissões de GEE, a empresa implementa medidas de conservação e redução de energia para alcançar seus objetivos de sustentabilidade. Essas estratégias refletem o compromisso da Boeing em promover operações sustentáveis e contribuir para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas.

Além disso, a Boeing está comprometida em colaborar com seus parceiros da cadeia de valor para promover práticas sustentáveis e reduzir as emissões de GEE em toda a sua extensão. A empresa incentiva seus fornecedores a adotarem medidas similares, alinhadas com os princípios do Acordo de Paris e com as metas de sustentabilidade da Boeing. Essa colaboração estende-se a programas de conscientização e capacitação, visando sensibilizar os parceiros sobre a importância da redução das emissões de GEE e compartilhar melhores práticas para alcançar esse objetivo comum. Essa abordagem integrada reforça o compromisso da Boeing em liderar esforços coletivos para enfrentar os desafios das mudanças climáticas e promover um futuro mais sustentável para a indústria aeroespacial e outras.

Em relação ao Uso das aeronaves, a Boeing providencia soluções para consumidores para reduzir as emissões de carbono com base em dados em tempo real e outras funções digitais. Ademais, a Boeing monitora interrupções comerciais relacionadas a eventos climáticos adversos e pandemias, buscando aumentar a resiliência em face das mudanças climáticas.

Em 2022, a Boeing registrou um progresso significativo em relação às suas metas de redução de gases de efeito estufa (GEE) e de consumo de energia para 2025. Houve uma redução de 31% nas emissões de GEE em comparação com os níveis de 2017, superando as expectativas com uma diminuição de 8% em relação ao ano anterior. Esse sucesso foi atribuído à aquisição de energia renovável e créditos de energia renovável, além da baixa atividade de produção comercial e investimentos em infraestrutura. A implementação de melhorias em infraestrutura de longo prazo e a contratação de energia renovável permitem à Boeing construir sobre essas reduções de emissões a cada ano. Além disso, a empresa alcançou uma redução de 11% no consumo de energia em comparação com 2017, com um consumo 6% menor do que o esperado para o ano, devido ao impacto de iniciativas de conservação, investimentos em infraestrutura, trabalho remoto e redução da atividade de produção. Esses resultados demonstram o compromisso contínuo da Boeing em reduzir seu impacto ambiental e avançar em direção a uma operação mais sustentável.

O *software* Cascade, desenvolvido pela Boeing e lançado no *Farnborough International Airshow* em 2022, desempenha um papel fundamental na redução de emissões ao visualizar o impacto climático de opções sustentáveis na aviação global. Utilizando dados técnicos digitais de todo o mundo, o Cascade emprega

modelagem do ciclo de vida para quantificar com precisão como escolhas nas áreas-chave afetam as concentrações atmosféricas de dióxido de carbono. Essa ferramenta permite criar cenários para calcular os impactos positivos das opções de descarbonização da aviação, como renovação da frota, eficiência operacional, energia renovável e novas tecnologias aeronáuticas. O Cascade capacita partes interessadas, incluindo operadores de companhias aéreas, parceiros da indústria e formuladores de políticas, a tomar decisões informadas sobre como alcançar a ambição de zero emissões líquidas da aviação comercial até 2050.

Embora os dados fornecidos indiquem um progresso positivo em direção às metas de redução de gases de efeito estufa (GEE), há uma lacuna significativa em relação aos detalhes específicos sobre como essas metas foram alcançadas. A ausência de informações detalhadas sobre as abordagens adotadas para a redução de GEE e sobre os planos futuros para melhorar os indicadores levanta questões sobre a transparência e a eficácia das estratégias implementadas pela Boeing. Para uma avaliação mais abrangente e uma compreensão completa do impacto das iniciativas de sustentabilidade da empresa, é importante que sejam fornecidos dados mais específicos e transparentes sobre o processo de redução de GEE. Isso não apenas permitirá uma análise mais aprofundada do desempenho ambiental da Boeing, mas também facilitará a identificação de áreas de melhoria e o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para alcançar metas futuras de sustentabilidade.

4.2.7 USO RACIONAL DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA

O uso racional da água é uma prioridade para a Boeing, em que metas de redução do consumo de água são estabelecidas em seus locais de fabricação para preservar esse recurso natural para o meio ambiente e para as comunidades. A água utilizada pela Boeing é proveniente de utilidades públicas locais (água superficial, subterrânea e reciclada) e da geração da empresa (poço no local, reciclagem no local e captação de chuva). Esse abastecimento de água é suportado por atividades de fabricação, saneamento, consumo humano, resfriamento e irrigação em toda a empresa.

De acordo com o relatório, especialistas da Boeing trabalham para identificar eficiências, melhores práticas e novas tecnologias para reduzir o uso de água e identificar alternativas. Irregularidades que possam exigir ação são monitoradas, e

um programa de Melhores Práticas de Conservação foi criado para minimizar o uso de água, aplicando muitas técnicas de gestão de água endossadas pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA).

Em 2022, uma redução de 19% em comparação com o consumo em 2017 foi alcançada. O consumo de água foi 7% menor do que o esperado, com os locais implementando iniciativas de conservação para aumentar a eficiência do consumo de água e com a atividade de produção permanecendo baixa. A partir das reduções observadas até 2025, uma transição para uma meta de redução de mais 5% de consumo até 2030 será feita pela Boeing para concentrar-se nos processos mais intensivos em água em toda a empresa.

Assim como a água, o uso racional de energia elétrica é uma prioridade para a Boeing, alinhada ao seu compromisso com a redução das emissões de carbono em suas operações e produtos. A energia renovável desempenha um papel fundamental nesse esforço, contribuindo para diminuir a intensidade de carbono na energia utilizada em nossos produtos, como o *Sustainable Aviation Fuel* (SAF), hidrogênio verde e baterias.

Outros objetivos da Boeing em relação ao consumo energético era a redução de consumo de energia, incluindo gás natural, combustíveis e eletricidade em 10% entre 2017 e 2025. A redução atual, no relatório referente ao ano de 2022, é de 11%. Uma nova meta foi criada, para 2030, de redução de mais 10% em relação a 2025.

Destaca-se, enfim, no que diz respeito às fases do ciclo de vida do produto, analisado pela Boeing, que na fase de Construção/teste, a empresa busca reduzir o desperdício de operações enquanto aumenta o uso de energia renovável e tecnologias digitais.

4.2.8 ENGAJAMENTO COM STAKEHOLDERS

A transparência é compromisso assumido pela Boeing, que considera os interesses dos stakeholders para identificar e priorizar as questões mais relevantes, bem como avaliar os desafios e riscos mais significativos enfrentados pela empresa. Por meio do ciclo anual de divulgação e relatórios, uma ampla gama de dados, informações e exemplos operacionais relevantes para os stakeholders, incluindo colaboradores, clientes, parceiros da indústria, investidores, autoridades regulatórias, comunidades e outros, é compilada e compartilhada. Esses diversos grupos de

stakeholders foram identificados pela Boeing como essenciais para o negócio devido ao seu potencial de influenciar ou serem afetados pela missão da empresa.

Durante todo o ano de 2022, uma estratégia de engajamento foi mantida, concentrando-se em interagir com os principais stakeholders por meio de diálogos proativos contínuos, pesquisas, fóruns e eventos da indústria, além de monitorar dados externos, alguns dos quais são discutidos ao longo deste relatório. Esse diálogo e colaboração informam a abordagem, metas e ações para impulsionar um valor sustentável e de longo prazo para os stakeholders.

Por meio de estruturas de divulgação aplicáveis, a Boeing realiza relatórios anuais sobre seu desempenho financeiro e prioridades da empresa; a demografia de seus funcionários e o progresso em direção à consecução de metas de equidade, diversidade e inclusão; seu desempenho em sustentabilidade; seus investimentos e advocacias comunitárias; e suas perspectivas de mercado aeroespacial, reconhecidas como líderes do setor. Essa abordagem busca fornecer uma visão abrangente das atividades da empresa e promover uma maior compreensão entre os stakeholders sobre os esforços da Boeing em diversos aspectos do seu negócio e seu compromisso com a responsabilidade corporativa.

4.2.9 MONITORAMENTO E RELATO TRANSPARENTE

O compromisso da Boeing com a transparência e a prestação de contas é evidente na preparação do Relatório de Sustentabilidade de 2022 em conformidade com as Normas GRI 2021. Por meio do Índice GRI, os leitores podem facilmente localizar cada divulgação GRI do relatório, bem como em outros relatórios da Boeing ou em no site externo. Além disso, os Índices SASB e TCFD garantem que as divulgações estejam alinhadas com os padrões recomendados nesses importantes frameworks de relatórios de sustentabilidade. A avaliação contínua da abordagem de divulgação visa assegurar que fornecemos informações relevantes de forma eficiente e eficaz aos nossos stakeholders.

Todas as informações contidas nos Índices de Key ESG Data, GRI, SASB e TCFD referem-se ao período de 1º de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2022. Esse escopo temporal garante a atualidade e a precisão dos dados apresentados, oferecendo uma visão abrangente das atividades e desempenho da Boeing em questões ambientais, sociais e de governança ao longo do ano.

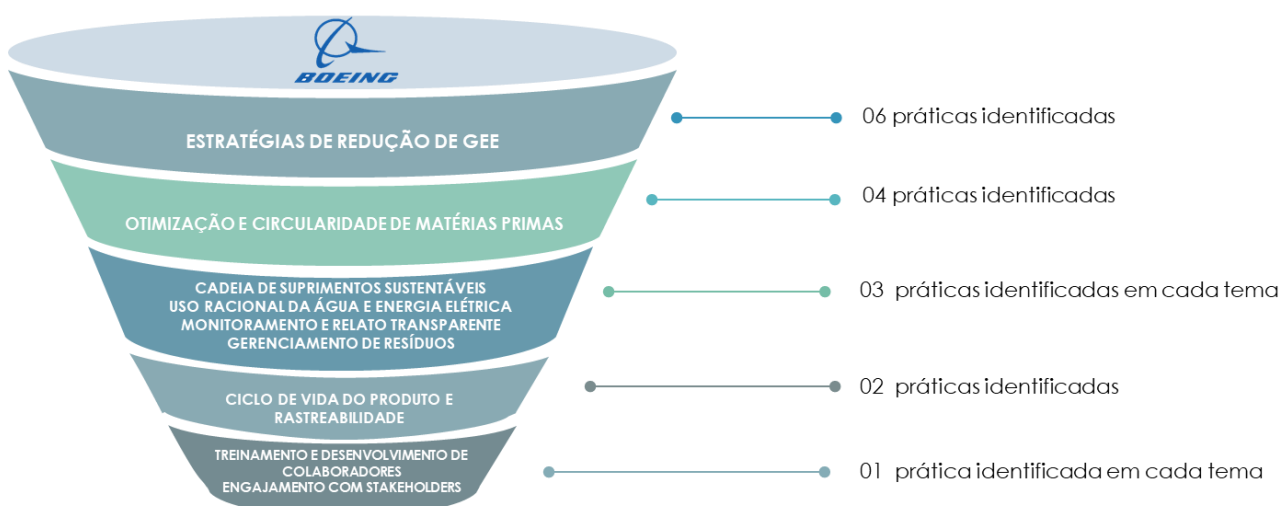
A Boeing reafirma o compromisso com a transparência ao disponibilizar esse relatório, que oferece uma visão geral de suas práticas de sustentabilidade. Através da divulgação transparente de informações importantes, como aquelas relacionadas aos Índices GRI, SASB e TCFD, a empresa demonstra a responsabilidade corporativa e seu compromisso em lidar com os desafios ambientais e sociais de forma aberta e honesta.

Por fim, ressalta-se que, em termos de transparência, todos os documentos relacionados às iniciativas e aos resultados de sustentabilidade da Boeing estão acessíveis por meio da plataforma online da empresa, sendo de domínio público.

4.2.10 SÍNTESE DAS PRÁTICAS APLICADAS PELA BOEING

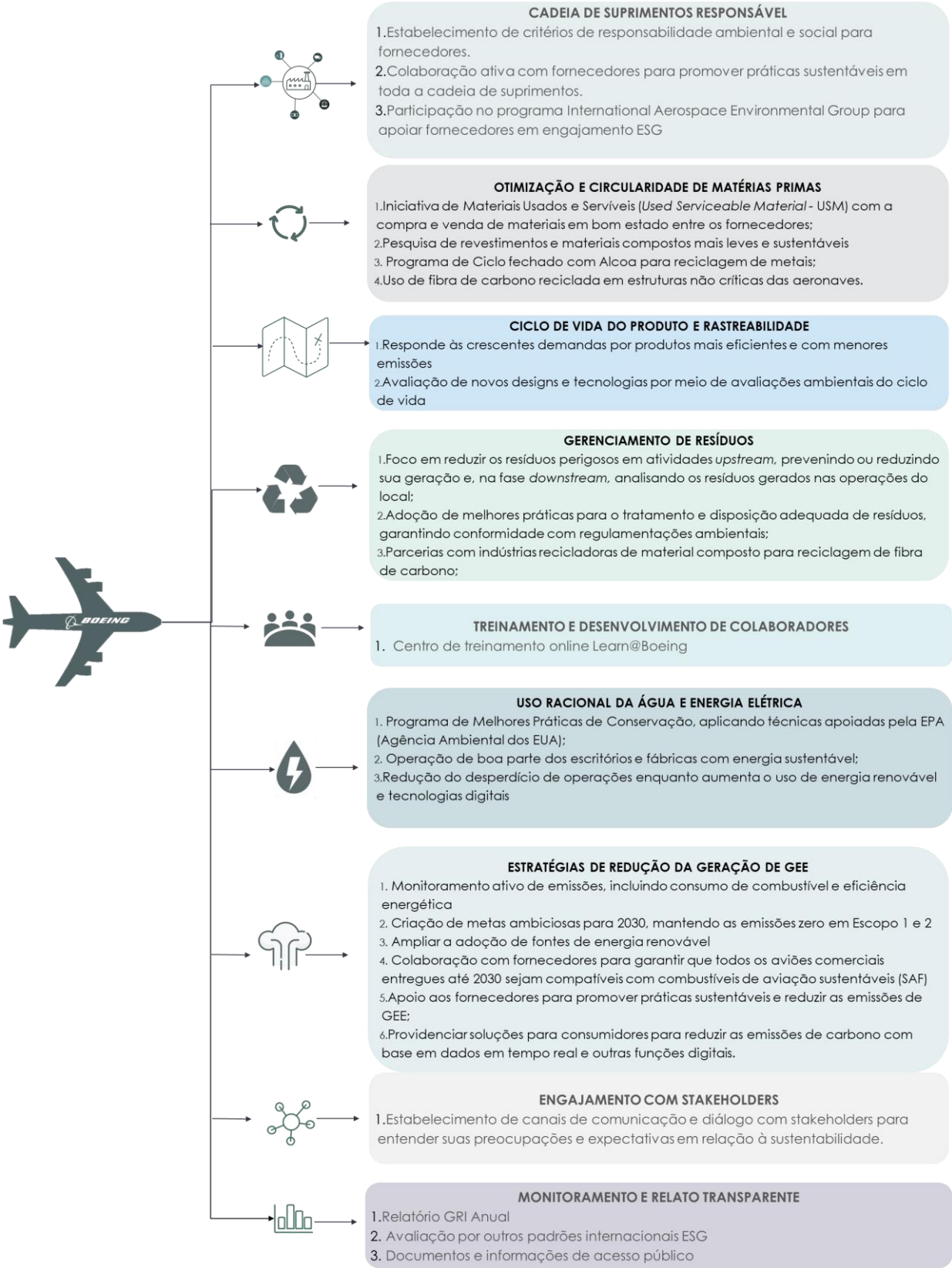
Diante do detalhamento das práticas mapeadas nos documentos da Boeing, a Figura 12 ilustra o nº de práticas identificadas em cada categoria. Ao todo foram identificadas 16 práticas relacionadas à sustentabilidade, sendo que a categoria "Estratégias de Redução de GEE" concentra o maior nº de práticas (6), seguida pela categoria "Otimização e Circularidade de matérias primas", com 4 práticas mapeadas.

Figura 12 - Quantitativo de práticas sustentáveis identificadas em cada categoria (Boeing)



Por fim, a Figura 13 sintetiza as práticas sustentáveis empregadas pela Boeing, detalhadas nos itens precedentes.

Figura 13 - Síntese das práticas sustentáveis empregadas pela Boeing, por categoria



4.3 BOMBARDIER

A Bombardier surgiu da vontade de ajudar as pessoas a viajar pelas estradas cobertas de neve da zona rural de Quebec, no Canadá e, atualmente, já possui 80 anos de atuação. Apesar disso, a Bombardier decolou no setor aeroespacial somente em 1986 por meio da compra da Canadair, o principal fabricante canadense de jatos executivos de fuselagem larga e da aeronave anfíbia de combate a incêndios da época.

Atualmente, a Bombardier é líder global em aviação, com uma frota mundial de aproximadamente 5.000 aeronaves em serviço, possuindo jatos executivos inovadores e de acordo com os novos padrões em conforto dos passageiros, eficiência energética, confiabilidade e segurança, destacando-se o Global 8000, o atual carro-chefe da indústria.

Com o objetivo de utilizar os recursos de forma mais eficiente e diminuir cada vez mais a pegada ambiental da empresa, a Bombardier criou seu plano ESG (*Environmental, Social and Governance*) que inclui 25 estratégias com intuito de atingir as metas definidas até 2025, contemplando métricas não financeiras, como por exemplo, associadas a incidentes com afastamento, porcentagem de mulheres na gestão e envolvimento dos funcionários. Além disso, o plano ESG da Bombardier também está alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, no qual os objetivos de número 4, 5, 8, 9, 12, 13 e 17 aparecem em destaque (Figura 14).

Figura 14 - ODS relacionados às atividades de sustentabilidade da Bombardier



Fonte: Site da Bombardier, 2024³⁰

³⁰ <https://bombardier.com/en/sustainability>

Em suma, essa relação estabelecida pela companhia com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU pode ser exemplificada por práticas como o desenvolvimento de futuros talentos da indústria por meio de projetos educacionais e de pesquisa, do direcionamento de parte dos gastos da Bombardier para aeronaves mais ecológicas e da redução em 10% das emissões globais de Gases de Efeito Estufa (escopo 1 e 2) e do consumo de água em 49% em comparação com o ano de 2019.

Ademais, nesse momento, todas instalações elegíveis da companhia são certificadas ou estão em processo de obtenção de certificação da Norma ISO 14.001 para Gestão Ambiental em acordo com o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) da Bombardier.

A fim de monitorar o desempenho das estratégias e metas estabelecidas no plano ESG, a Bombardier estabeleceu a supervisão por meio do Comitê de Governança Corporativa e Nomeação do Conselho de Administração, em que cada estratégia está sob responsabilidade de membro da equipe de liderança sênior da empresa em conjunto com diversos especialistas no assunto. Ademais, há a presença de equipes diversas, por exemplo funcionários que atendem o cliente, especialistas ambientais, especialistas em cadeia de suprimentos entre outros, que se reúnem trimestralmente nos Fóruns ESG, criados com intuito de propagar as iniciativas ESG e garantir a governança do plano.

Dessa forma, a Bombardier apresenta e divulga anualmente seu relatório de sustentabilidade alinhado, quando aplicável, com o *Global Reporting Initiative (GRI)* e o *Sustainability Accounting Standards Board (SASB)*. O documento é organizado e dividido com base nas metas estabelecidas, apresentando também uma matriz de materialidade ESG, uma descrição de riscos e oportunidades e um relatório climático de modo a fornecer dados atuais e pertinentes.

Por fim, o relatório de sustentabilidade da organização foi analisado, somado à busca de notícias na plataforma eletrônica da Bombardier, de modo a detalhar as ações em prol da sustentabilidade. Diante disso, na sequência serão demonstradas as boas práticas empregadas pela Bombardier que englobam a temática.

4.3.1 CADEIA DE SUPRIMENTOS RESPONSÁVEL

De acordo com o objetivo de “Liderar as práticas dos fornecedores em meio ambiente, ética e emprego”, a Bombardier monitora todos os fornecedores de modo

abrangente e robusto para garantir a conformidade com os padrões estabelecidos pela empresa. Para isso, também foi criada uma solução em tempo real que facilita a visibilidade da cadeia de suprimento, monitorando as atividades que possam afetar as operações ou causar eventuais riscos como desastres naturais, interrupções trabalhistas, ataques cibernéticos, entre outros.

Diante disso, os fornecedores já qualificados são monitorados por meio de auditorias de qualidade, revisões mensais de programas, análises trimestrais de negócios, por exemplo. Havendo não conformidade com os padrões estabelecidos, a Bombardier define medidas imediatas a serem aplicadas, dentre elas trabalhar com fornecedores alternativos ou solicitar a aplicação de um plano de ação para a correção dos desvios. Já para os novos fornecedores, é aplicada a Diretiva de Diligência Devida de Terceiros que instrui os seus funcionários quanto à correta verificação de potenciais fornecedores e o tratamento adequado dos desvios. Logo, em prol da melhoria contínua, a Bombardier vem trabalhando na análise de risco baseada em quatro etapas que proporcionará uma devida diligência sistemática sobre tópicos e riscos específicos englobando a temática sustentável.

A Bombardier monitora os fornecedores quanto às regulamentações ambientais emergentes para que eles estejam conformes. Além disso, a companhia está elaborando um programa de treinamento para auxiliar os fornecedores nesse cumprimento, bem como há especialistas em cadeia de fornecimento trabalhando em conjunto com a equipe de *design* ecológico visando a redução e/ou eliminar o uso de substâncias perigosas e tóxicas na sua cadeia de fornecimento, exemplificado pelos cromatos hexavalentes.

A companhia também já realizou mais de 1000 intervenções em locais de fornecedores e conduziu revisões semanais em fornecedores críticos, averiguando as instalações deles e classificando-os quanto ao grau de risco entre alto, médio e baixo. Em 2022, 95% dos 150 principais fornecedores da companhia estavam em conformidade com as exigências definidas.

A empresa possui o Programa de Fornecedores Diamante que tem como objetivo reconhecer e premiar os fornecedores de destaque anualmente, assim o questionário aplicado no programa inclui perguntas sobre os materiais utilizados e sistema de gestão dos fornecedores, bem como uma avaliação dos riscos ambientais associados às suas atividades desenvolvidas nas instalações. Dessa forma, a

Bombardier tem maior visibilidade quanto às práticas de seus fornecedores e a elevar os padrões de sustentabilidade na sua cadeia de suprimentos.

Por fim, destaca-se a participação da empresa no programa *International Aerospace Environmental Group* para apoiar fornecedores em engajamento ESG.

4.3.2 OTIMIZAÇÃO E CIRCULARIDADE DE MATÉRIAS PRIMAS

Para a otimização e circularidade de matérias primas, a Bombardier adota estratégias como: projetar produtos com materiais sustentáveis e alta eficiência; aumentar a sustentabilidade do produto ao longo de todo o ciclo de vida; liderar a adoção de Combustíveis de Aviação Sustentáveis (SAF); aplicação de metodologias e práticas como Declaração Ambiental do Produto (EPD), Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e *Ecodesign*.

A Declaração Ambiental do Produto (EPD) é um documento regulamentado pela ISO 14.020 para que haja transparência na comunicação ambiental e por meio dele a Bombardier informa sobre temas como composição da aeronave, ruído ambiental, gasto de água e energia, geração de resíduos, entre outros. Analisando as declarações das aeronaves Global 7500, Global 6500, Global 5500 e Challenger 3500, as quais possuem seus respectivos EPDs disponíveis no site da Bombardier, destaca-se que cerca de 99,9% da quantidade de resíduos gerados durante o ciclo de vida da aeronave não são perigosos, fomentando a recuperação e reciclagem das aeronaves.

A Bombardier, iniciou em 2011, um projeto de pesquisa e desenvolvimento junto a parceiros industriais e universidades canadenses, em prol de aumentar a reciclabilidade e a recuperação de metais e maximizar o valor das ligas de alumínio de alta qualidade. Esse projeto foi finalizado em 2015 com recomendações acerca do desmantelamento de aeronaves, resultando na melhoria dos índices de reciclabilidade e valorização dos materiais por meio da segregação dos tipos de ligas, aumentando o valor dos materiais recicláveis³¹.

Assim, destaca-se que cerca de 75% das peças presentes nas aeronaves podem ser recicladas. Logo, a Bombardier, por meio da cadeia de fornecedores, reprocessa esses materiais usados que são misturados com material virgem pelos

³¹https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2016/ENVReport2016_pg199-200.pdf

fabricantes de metais a uma taxa de 30% e depois utilizados em novos produtos das indústrias como as de automóvel e de bebidas³².

De acordo com o último relatório divulgado pela companhia, em 2022, os materiais sustentáveis como tecidos reciclados foram incorporados à aeronave Challenger 3500, substituindo materiais como madeira ou base de fibras naturais, otimizando a circularidade de matérias primas.

4.3.3 CICLO DE VIDA DO PRODUTO E RASTREABILIDADE DOS MATERIAIS

De acordo com o plano ESG, a Bombardier possui o objetivo de liderar a aviação sustentável projetando produtos inovadores e ambientalmente responsáveis. Diante da Declaração Ambiental do Produto (EPD), a companhia também realiza a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) ao longo de todo o ciclo de seus produtos em relação ao potencial impacto gerado, como eutrofização, aquecimento global, reciclabilidade e recuperabilidade, em prol da redução da pegada ambiental, usufruindo das noções de *Ecodesign*.

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) da Bombardier é dividida em 5 etapas (Figura 15), sendo elas³³:

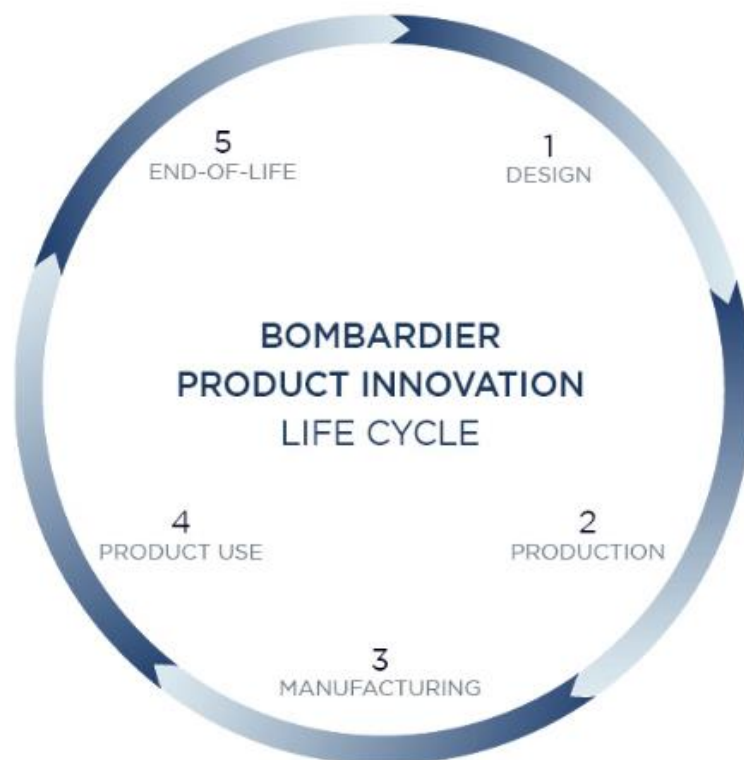
- I. Projeto: etapa em que o *Ecodesign* é aplicado, garantindo o desenvolvimento de soluções inovadoras com base nas premissas de segurança, meio ambiente, acessibilidade e eficiência;
- II. Cadeia de fornecimento e produção: refere-se ao rigoroso processo de escolha de fornecedores, garantindo os melhores materiais e tecnologias;
- III. Fabricação e testes: consiste em todas as etapas do processo produtivo, assegurando o alto desempenho sendo as noções de saúde, segurança e meio ambiente;
- IV. Uso e manutenção do produto: etapa que necessita da proximidade e envolvimento com clientes, em que a Bombardier se compromete com o melhor desempenho ambiental dos seus produtos;

³²<https://www.zdnet.com/article/in-an-industry-that-parks-old-jets-bombardier-aims-for-fully-recyclable-aircraft/>

³³<https://bombardier.com/en/sustainability/environmental/product-lifecycle#:~:text=Our%20Product%20Innovation%20Lifecycle%20process,their%20end%20of%20life.>

- V. Fim da vida: a Bombardier tem trabalhado em conjunto com organizações industriais, pesquisadores e fornecedores visando 100% da recuperabilidade dos produtos a serem criados.

Figura 15 - Etapas da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) da Bombardier



Fonte: Site da Bombardier, 2024³⁴

Um exemplo desse processo é a aeronave Global 7500, o primeiro jato executivo concebido com base nessa metodologia, garantindo à Bombardier, em junho de 2020, a conquista de primeiro fabricante de jatos executivos a lançar uma Declaração Ambiental de Produto (EPD)

Por fim, visando a maior gerenciamento do ciclo dos produtos pela otimização seus processos de engenharia, a Bombardier estabeleceu uma parceria com a Siemens, na qual é utilizado o *Teamcenter*, uma plataforma de fonte única e integrada de informações e dados para os programas dos sistemas fabris, além da visibilidade e rastreabilidade do ciclo de desenvolvimento dos produtos, facilitando

³⁴<https://bombardier.com/en/sustainability/environmental/product-lifecycle#:~:text=Our%20Product%20Innovation%20Lifecycle%20process,their%20end%2Dof%2Dlife.>

a gestão colaborativa e sincronizada de programas em todo o ciclo de vida e cadeia de valor dos produtos da companhia³⁵.

4.3.4 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

Acerca do tema de gerenciamento de resíduos, a Bombardier tem como um dos seus objetivos no plano ESG “Fabricar e fazer manutenção em aeronaves com o menor impacto ambiental possível” e, para que tal objetivo seja alcançado, é necessário reduzir as emissões de gases de efeito estufa, o consumo de energia e os resíduos gerados pela produção e serviços. O enfoque consiste na otimização da fabricação para reduzir o desperdício e dessa forma assegurar a redução de 5% no total de resíduos até 2025 em relação a 2019 e a redução de 20% em resíduos perigosos até 2025 em relação a 2019.

Em busca de novas alternativas, a Bombardier, em 2016, anunciou a instalação de uma usina de energia a partir de resíduos em grande escala na Irlanda do Norte. O projeto *Full Circle Generation* fornecerá 14,85 MW e terá capacidade para processar até 180.000 toneladas métricas de resíduos domésticos³⁶. Além disso, em 2021, uma iniciativa que se destacou foi o programa de controle de estoque e materiais da Bombardier que auxiliou na diminuição do desperdício gerado, resultando na redução de 15,2 mil toneladas em 2019 para 12,1 mil toneladas descartadas. Assim como, a doação de materiais excedentes, em que mais de 4 mil toneladas de couro, equipamentos e outros materiais foram doadas a escolas locais e grupos comunitários.

Sob este tema menciona-se que, em 2022, a geração total de resíduos da Bombardier foi 20% inferior em comparação ao ano de 2019 e em relação aos seus resíduos perigosos houve uma redução de 21% quando comparado também a 2019, o que demonstra os esforços para cumprimento dos enfoques estabelecidos no plano ESG da companhia. Ademais, cerca de 8,6 toneladas de materiais recicláveis, como retalhos de couro, equipamentos, maquetes e peças de sucata deixaram de ser destinadas para aterros sanitários. Ainda em 2022, 1,1 toneladas de plástico

³⁵ <https://bombardier.com/en/media/news/bombardier-teaming-siemens-new-opportunities-optimize-its-product-development-processes>

³⁶ <https://www.irishnews.com/business/2016/03/22/news/energy-from-waste-plant-will-power-bombardier-factory-458731/>

deixaram de ir para aterros sanitários e foram valorizadas. Alguns tipos de plásticos de uma unidade Bombardier em Montreal passaram a ser utilizados para produção de energia, por exemplo

Por fim, diante da análise dos EPDs, os metais são componentes majoritários nas aeronaves da Bombardier, representando de 75% a 79% da composição do produto, o que explica os esforços da companhia para a reciclagem desse material. Assim, o alumínio pode equivaler a 80% do peso das aeronaves e sua reciclagem pode economizar cerca de 95% da energia necessária para a produção primária do alumínio a partir da bauxita. Com isso, foram realizados estudos quanto ao descolamento térmico e químico das ligas de alumínio da aeronave Bombardier CRJ-100ER, com intuito de remover suas impurezas, resultando na maior viabilidade de reciclagem para esse material³⁷.

4.3.5 TREINAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE COLABORADORES

A Bombardier se aproxima dos colaboradores por meio de reuniões, pesquisas anuais, programas de treinamento, fóruns, questionários e boletins informativos de temas como diversidade e inclusão, meio ambiente e segurança do trabalho. Com isso, há o contato com representantes sindicais, disponibilidade de diversos canais para comunicação com intuito de direcionar os questionamentos dos funcionários. Ademais, a companhia investe no recrutamento e aperfeiçoamento de talentos por meio do aumento da equipe de aquisição, que realiza entrevistas periodicamente com os funcionários para captar as percepções quanto a atuação da empresa.

A Bombardier almeja, junto a equipe de recrutamento, aumentar a contratação de colaboradores de grupos sub-representados por meio da estratégia de Diversidade e Inclusão (D&I). Para a governança do tema existe o objetivo "Força de trabalho diversificada liderando a mudança em direção a um mundo inclusivo" no plano ESG da empresa que é monitorado. Além disso, o programa "*The A Effect*" foi criado com intuito de representar e impulsionar a ambição feminina das colaboradoras da Bombardier, facilitando também o atingimento de ao menos 30% de mulheres na gestão até 2025, estipulado no plano ESG.

Diante dessa necessidade de desenvolvimento dos funcionários quanto ao tema, em 2022, a Bombardier incluiu o treinamento sobre preconceitos inconscientes para colaboradores de nível de direção ou superior e a discussão periódica para

³⁷ <https://escholarship.mcgill.ca/concern/theses/6w924f35p>

todos os colaboradores acerca de temas específicos, por exemplo sobre ser um bom aliado dos membros das comunidades LGBTQ+, contribuindo para sensibilização dos funcionários.

Ainda, em 2022, foi organizada uma pesquisa para estimar o envolvimento dos funcionários com a companhia, o que resultou em uma porcentagem de 73% de envolvimento, um avanço expressivo com base na meta de 75% para 2025. Além dessa, outras pesquisas também são realizadas, por exemplo, relacionadas ao processo de integração para novos colaboradores, entrevistas de saída com base na percepção do funcionário e workshops sobre comunicação, carga horária, aprendizagem e desenvolvimento para ajustar a estratégia estabelecida. A companhia também organiza treinamentos para facilitar a cultura de feedbacks das equipes, fortalecimento da cultura de saúde e segurança e apoio ao bem-estar e saúde mental dos colaboradores.

4.3.6 ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA – GEE

Diante do objetivo de fabricar e fazer manutenção em aeronaves com o menor impacto ambiental possível, a Bombardier propõe a redução de 25% nas emissões de gases de efeito estufa até 2025 em relação a 2019 e emissões líquidas zero de carbono até 2050.

Para isso, uma estratégia adotada pela Bombardier é o uso de Combustíveis de Aviação Sustentáveis (SAF) que consistem na mistura de combustível convencional e combustível derivado de fontes sustentáveis aprovadas, ou seja, advindos de matérias-primas como óleos de cozinha usados, resíduos florestais e resíduos agrícolas. Essa prática é menos prejudicial ao meio ambiente, pois ajuda na redução dos gases de efeito estufa (GEE) e promove a reciclabilidade e aumento da vida útil das matérias-primas que seriam descartadas como os óleos de cozinha. Sabe-se que, a partir de janeiro de 2023, todas as suas operações de voo da Bombardier utilizarão o combustível SAF com mistura de 30%, estima-se que essa prática reduzirá em aproximadamente 25% das emissões anuais de gases com efeito de estufa provenientes da utilização de combustível nas operações de voo.

Outra iniciativa da companhia a ser mencionada é a pesquisa EcoJet, que tem como objetivo desenvolver tecnologias para redução de até 50% das emissões de CO₂ das aeronaves pela combinação de recursos aerodinâmicos avançados, sistemas emergentes de propulsão e combustível de baixas emissões, inovações que

estão sendo testadas pela equipe responsável. Por fim, a aeronave Challenger 3500 também obteve o primeiro programa de testes de voo completamente neutro em carbono da categoria, além de contar com o aplicativo eco que garante a otimização e maior eficiência no gasto de combustível durante o voo.

Em relação à compensação de carbono, a Bombardier trabalhou, em 2022, no desenvolvimento de uma política de gestão de risco de créditos de carbono relativa a licenças de emissão para garantir uma transição suave para uma economia de baixo carbono.

Além disso, os equipamentos da produção fabril são inspecionados com frequência e há a manutenção preventiva deles. Com o decorrer do tempo, a Bombardier almeja que os veículos terrestres sejam substituídos por opções totalmente elétricas para redução das emissões de carbono.

Por fim, estima-se que os produtos de aeronaves executivas da Bombardier atualmente em operação representam aproximadamente 5 milhões de toneladas de CO₂ por ano e as emissões próprias da empresa (escopo 1 e 2) representam aproximadamente 100 mil toneladas por ano que já foram reduzidas em 10% em comparação com 2019. Ademais, a Bombardier tem trabalhado na construção de relatórios com informações completas quanto às emissões referentes ao escopo 3, ou seja, as emissões indiretas da empresa advindas do deslocamento dos funcionários, por exemplo.

4.3.7 USO RACIONAL DA ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA

A organização tem priorizado o uso de energia elétrica proveniente de fontes sustentáveis, atribuindo metas estratégicas diante do tema, como a redução de 20% no consumo de energia até 2025, em relação a 2019.

Em 2022, o consumo de energia foi 7% menor e houve aumento em 1% da parte proveniente de fontes renováveis, atingindo um total de 76% a nível global. Esse resultado é devido às práticas adotadas pela empresa como a utilização de painéis solares, o acesso à energia hidroelétrica em todas as instalações de Quebec e a troca por fontes de energia mais limpas na cadeia de fornecimento.

O consumo de água de 2022 foi 49% menor em relação ao ano de 2019, com essa redução impulsionada pela instalação de unidades de refrigeração a água em equipamentos de produção e o redimensionamento da fábrica de Saint-Laurent assegurando a modernização da rede de proteção contra incêndios, reduzindo mais

ainda o consumo de água no futuro. Além disso, constantemente há a troca de sistema por equipamentos e processos de baixo consumo de água e verificações para diminuição de vazamentos nos sistemas de água.

Por fim, sob a ótica dos dois temas abordados nesta categoria destaca-se que o Centro Global de Fabricação de aeronaves em Mississauga, no Canadá, será reformado com objetivo de reduzir 60% do consumo de energia devido a iluminação natural mais eficiente e melhora das tecnologias da produção que também reduzirão o consumo de água no local.

4.3.8 ENGAJAMENTO COM STAKEHOLDERS

A Bombardier se compromete com seus *stakeholders*, sejam eles clientes, funcionários, fornecedores, investidores ou vizinhos, tanto na transparência quanto nas práticas para a construção de um futuro mais sustentável para a aviação executiva, além da preocupação com os temas de diversidade e inclusão, visando maior representatividade dos funcionários. Diante disso, foi instituído o Conselho de Administração, que assume papel ativo na determinação de prioridades Ambientais, Sociais e de Governança e no monitoramento dessas métricas, incluindo temas como Ética e Conformidade, privacidade de dados e governança da cadeia de fornecimento.

Com objetivo de entender os principais interesses dos *stakeholders*, a companhia elabora e divulga a Matriz de Materialidade ESG, construída por meio do contato com stakeholders internos e externos. Sendo as partes interessadas internas compostas pelo Conselho de Administração, CEO e Equipe de Liderança Sênior da Bombardier, enquanto as partes interessadas externas incluem funcionários, clientes, investidores, fornecedores, representantes governamentais, organizações sem fins lucrativos, colaboradores da indústria, sindicatos, mídia e instituições educacionais da Bombardier. Esse trabalho, realizado em 2022, trouxe como resultado o maior interesse nos temas de segurança e qualidade do produto, ética e conformidade, pesquisa e desenvolvimento e, por fim, saúde e segurança da força de trabalho.

4.3.9 MONITORAMENTO E RELATO TRANSPARENTE

Prezando pela transparência na comunicação, a Bombardier divulga anualmente seu Relatório de Sustentabilidade com o plano ESG da companhia contendo a Matriz de Materialidade ESG, uma descrição de Riscos e Oportunidades

e um Relatório Climático. Tais documentos são elaborados em alinhamento com o padrão GRI e o *Sustainability Accounting Standards Board (SASB)*, quando aplicável, como mencionado anteriormente, e podem ser acessados publicamente no site da companhia.

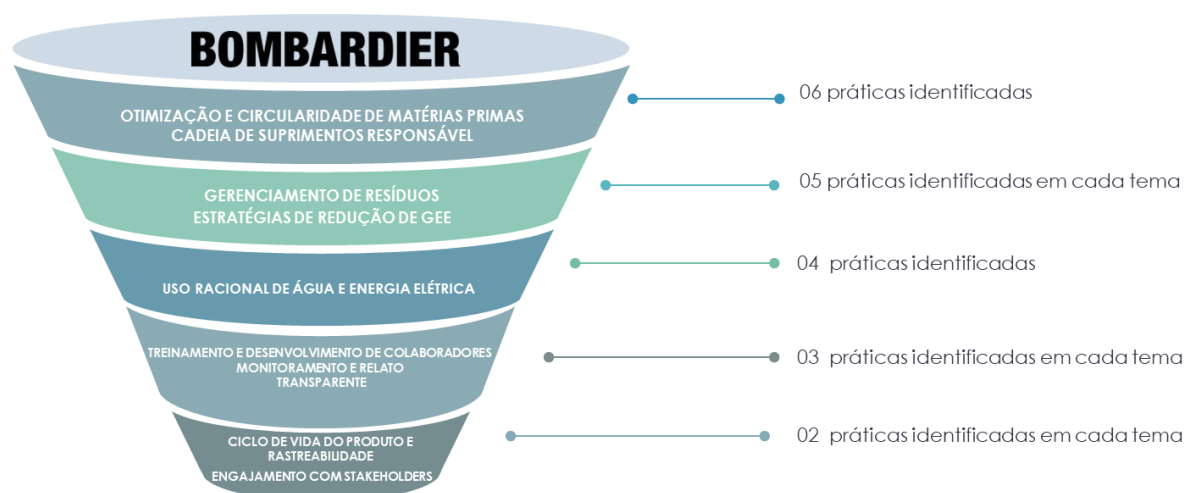
A empresa também investe em políticas de anticorrupção, controle de exportação e política legal, por exemplo, que precisam ser respeitadas pelos colaboradores. Há também junto a equipe jurídica a verificação das comunicações a serem feitas aos *stakeholders*, garantindo a autenticidade dos dados divulgados.

Ademais, a Bombardier conta com o comitê de governança do conselho de administração, o qual é responsável por monitorar, por meio de auditorias, o andamento do plano ESG. O conselho de governança, também, preza por reuniões quatro vezes ao ano para manter os dados ESG atualizados, envio de resumos para a diretoria trimestralmente e aprovação dos relatórios ESG antes de serem divulgados, de modo a garantir a autenticidade dos dados.

4.3.10 SÍNTESE DAS PRÁTICAS APLICADAS PELA BOMBARDIER

Diante das práticas mapeadas ao longo dos tópicos, a Figura 16 tem como intuito demonstrar o número de práticas identificadas por categoria. Dessa forma, ao todo, foram identificadas 34 práticas, sendo a categoria “Otimização e circularidade de matérias primas” a com maior número, ou seja, seis.

Figura 16 - Quantitativo de práticas sustentáveis identificadas em cada categoria (Bombardier)



Por fim, a Figura 17 sintetiza as práticas sustentáveis empregadas pela Bombardier, detalhadas nos itens precedentes.

Figura 17 - Síntese das práticas sustentáveis empregadas pela Bombardier, por categoria



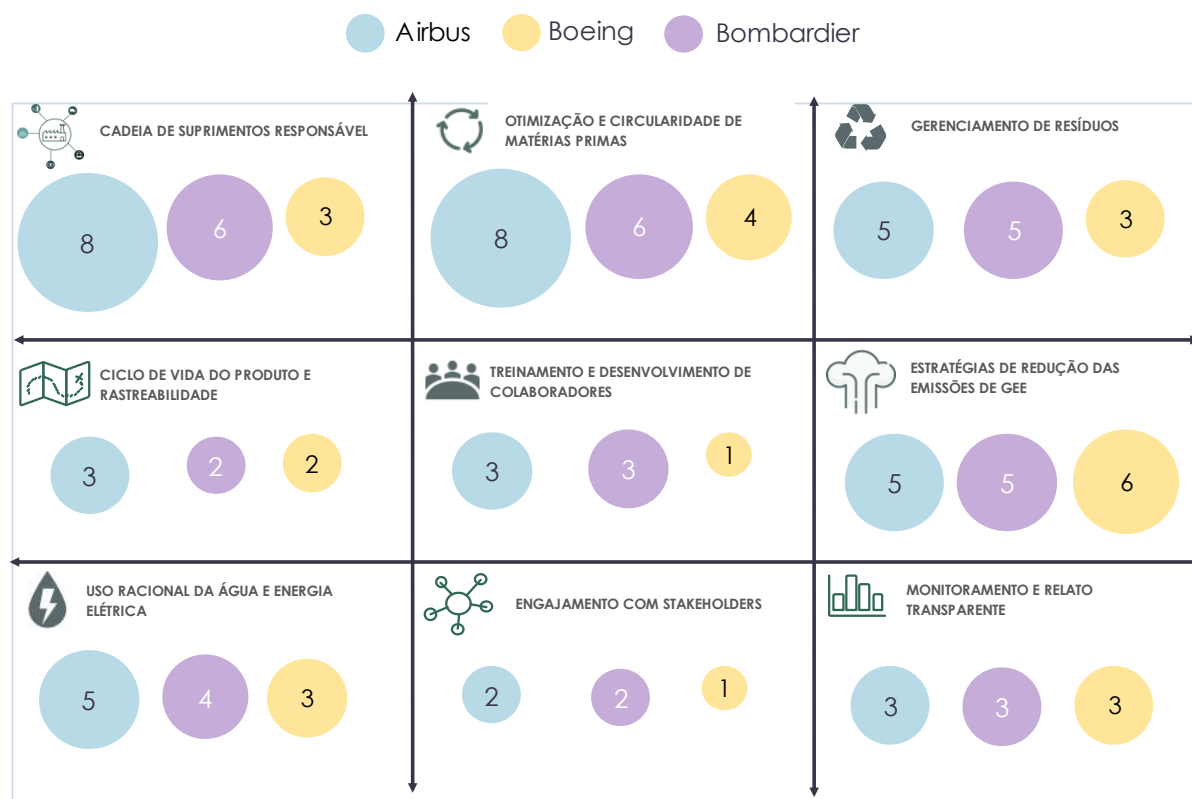
4.4 COMPARATIVO DAS EMPRESAS INTERNACIONAIS EM ESTUDO

Diante do mapeamento de práticas e do detalhamento do que as empresas analisadas têm implementado na temática da sustentabilidade, conduziu-se análises comparativas para identificar tendências de ações/temas relacionados à sustentabilidade no setor aeroespacial internacional.

A Figura 18 apresenta a matriz de comparação do número de práticas implementadas por cada organização, por categoria. Verifica-se pela citada figura que, enquanto a Airbus e Bombardier têm direcionado esforços para implementar práticas sustentáveis relacionadas à otimização e circularidade de matérias primas, bem como em ações que garantam uma cadeia de suprimentos responsável, a Boeing tem o foco direcionado em estratégias de redução das emissões de GEE.

Vale observar, também, que as três organizações possuem práticas em proporções aproximadas para as categorias "Estratégias de Redução da Geração de GEE" e "Monitoramento e relato transparente".

Figura 18 - Matriz comparativa do nº de práticas implementadas por empresa, por categoria

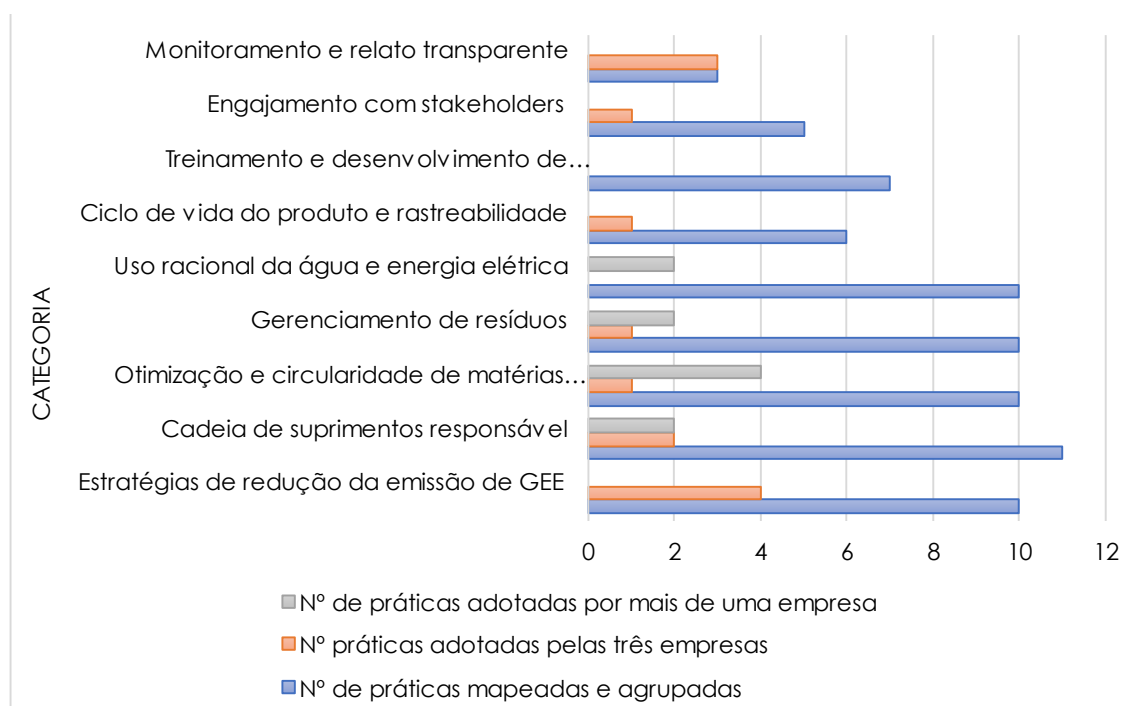


Complementarmente à análise quantitativa de práticas implementadas por cada empresa, dentro de cada categoria, conduziu-se uma análise de práticas

sinérgicas entre as empresas, ou seja, práticas que são empregadas por mais de uma organização.

As 104 práticas mapeadas no total, para as três empresas, foram analisadas e, quando identificado similaridade, foram agrupadas, somando no total 72 práticas sustentáveis distribuídas nas nove categorias estabelecidas neste estudo. Neste sentido, a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra o nº de práticas mapeadas por categoria e, ainda, o nº de práticas que são implementadas por mais de uma empresa e pelas três empresas analisadas no estudo, ou seja, indicando uma sinergia de atuação das organizações na temática da sustentabilidade e uma possível tendência de sustentabilidade no setor aeroespacial internacional.

Figura 19 - Nº de práticas sustentáveis mapeadas por categoria



Conforme exposto na Figura 19, 24 práticas são implementadas por mais de uma empresa, sendo 13 implementadas pelas três organizações em estudo e 11 por duas empresas, conforme listado na sequência:

- **Práticas sustentáveis implementadas pelas três empresas:**

1. Avaliação de fornecedores (leis e regulamentos aplicáveis e Código de Conduta da empresa) e estabelecimento de critérios de responsabilidade ambiental e social para fornecedores;
2. Participação no programa *International Aerospace Environmental Group* para apoiar fornecedores em engajamento ESG;
3. Uso de materiais reciclados e sustentáveis nas aeronaves;
4. Definição de Metas de redução da geração e destinação de resíduos;
5. Análise do ciclo de vida e ecodesign/design sustentável
6. Monitoramento de emissões de GEE em três escopos;
7. Definição de metas de redução de emissões de GEE;
8. Utilização de SAF (*Sustainable Aviation Fuels*);
9. Compensação de carbono;
10. Elaboração e divulgação da Matriz de Materialidade ESG;
11. Relatório GRI Anual;
12. Avaliação por outros padrões internacionais ESG;
13. Documentos e informações de acesso público

- **Práticas sustentáveis implementadas por ao menos duas organizações:**

1. *Due Diligence* de cada fornecedor;
2. Colaboração ativa com fornecedores para promover práticas sustentáveis em toda a cadeia de suprimentos;
3. Avaliação regular de criticidade e impactos de matérias primas;
4. Desenvolvimento de pesquisas do uso de compósitos sustentáveis e resinas naturais;
5. Reutilização e/ou Reprocessamento de peças para atendimento de outras cadeias produtivas;
6. Parceria com recicladora de metais para ciclo fechado de reciclagem;
7. Atuação conjunta com fornecedores para desenvolver, qualificar e implantar novas tecnologias que evitem o uso de substâncias classificadas como perigosas;

- 8.** Reutilização/Reciclagem de resíduos de fibra de carbono;
- 9.** Uso de energia renovável nas instalações;
- 10.** Uso de equipamentos de baixo consumo;
- 11.** Produção e compra de energia renovável;

A análise da possibilidade de implementação de tais práticas no cenário aeroespacial nacional é apresentada no capítulo 5 deste documento, que aborda a tropicalização das práticas mapeadas no estudo.

A terceira análise comparativa conduzida diz respeito à avaliação das empresas por padrões de sustentabilidade/ESG reconhecidos internacionalmente, a saber: CDP (*Carbon Disclosure Project*), Sustainalytics e ISS (*Institutional Shareholder Services group of companies*). O Quadro 1 apresenta uma breve descrição da metodologia de avaliação de cada padrão de avaliação e os resultados para as três empresas escopo do estudo, com destaca-se para a melhor avaliação de desempenho da Airbus, em todos os casos.

Quadro 1- Avaliação das empresas pelos padrões de sustentabilidade/ESG reconhecidos internacionalmente

PADRÕES DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE/ESG	DESCRIÇÃO	ANO	AIRBUS	BOEING	BOMBARDIER
	O CDP é uma instituição sem fins lucrativos que administra o sistema de divulgação global para investidores, empresas, cidades, estados e regiões gerenciarem seus impactos ambientais. A avaliação pelo CDP é voluntária e as empresas devem responder um questionário para serem avaliadas. A metodologia de pontuação do CDP avalia o nível de detalhe e abrangência de uma resposta, bem como a consciência da empresa sobre as questões ambientais, os seus métodos de gestão e o progresso em direção à gestão ambiental. As empresas são avaliadas por letras, conforme descrito abaixo³⁸: • Liderança (pontuação A-/A) Para obter uma pontuação A do CDP, as organizações devem demonstrar liderança ambiental, divulgando ações sobre mudanças climáticas, desmatamento ou segurança hídrica. Devem apresentar as melhores práticas em estratégia e ação, conforme reconhecidas por quadros como o <i>Accountability Framework</i> e outros. Além de terem pontuações elevadas em todos os outros níveis, estas empresas terão empreendido ações, como a definição de metas com base científica, a criação de	2022	A	C	F

³⁸ <https://www.cdp.net/en/scores/cdp-scores-explained>

PADRÕES DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE/ESG	DESCRIÇÃO	ANO	AIRBUS	BOEING	BOMBARDIER
	um plano de transição climática, o desenvolvimento de estratégias de avaliação de riscos relacionados com a água ou a elaboração de relatórios sobre o impacto do desmatamento para todas as operações relevantes, cadeias de abastecimento e mercadorias. • Gestão (pontuação B-/B) A pontuação B-/B indica gestão ambiental. As empresas que obtiveram uma pontuação B abordaram os impactos ambientais dos seus negócios e garantiram uma boa gestão ambiental. Uma pontuação B- indica que uma empresa apresenta alguma evidência de gestão do seu impacto ambiental, mas não está a realizar ações que a diferenciem como líder na sua área. • Conscientização (pontuação C-/C) Uma pontuação C-/C indica envolvimento no nível de conscientização. A conscientização também tem pontuações C- e C, sendo o diferencial o nível de conscientização que uma empresa demonstrou em sua resposta. A pontuação de conscientização mede a abrangência da avaliação de uma empresa sobre como as questões ambientais se cruzam com o seu negócio e como as suas operações afetam as pessoas e os ecossistemas. • Divulgação (pontuação D-/D)				

PADRÕES DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE/ESG	DESCRIÇÃO	ANO	AIRBUS	BOEING	BOMBARDIER
	Cada pergunta nos questionários é pontuada para divulgação. No nível de divulgação, as empresas recebem aproximadamente um ponto por dado fornecido. Este nível apresenta pontuação D- e D. Para obter uma pontuação D em vez de D-, as organizações precisam ter divulgado um conjunto mais extenso de informações. No entanto, uma pontuação D-/D é apenas o ponto de partida para organizações que desejam demonstrar que iniciaram a sua jornada ambiental. • Falha na divulgação (pontuação F) Uma pontuação F é atribuída quando uma empresa solicitada deixa de divulgar seus dados por meio do CDP.				
 SUSTAINALYTICS	As classificações de risco ESG da <i>Sustainalytics</i> medem a exposição de uma empresa a riscos ESG e quão bem uma empresa está gerenciando esses riscos. Esta forma multidimensional de medir o risco ESG combina os conceitos de gestão e exposição para chegar a uma avaliação absoluta do risco ESG. Os riscos são classificados em cinco categorias³⁹ de gravidade que podem impactar o valor empresarial de uma empresa, a saber: Insignificante: 0-10	2023	25.6 (Risco Médio)	39.4 (Alto Risco)	32.6 (Alto Risco)

³⁹ https://connect.sustainalytics.com/hubfs/INV/Methodology/Sustainalytics_ESG%20Ratings_Methodology%20Abstract.pdf

PADRÕES DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE/ESG	DESCRIÇÃO	ANO	AIRBUS	BOEING	BOMBARDIER
	Baixo: 10-20 Médio: 20-30 Alto: 30-40 Severo: 40+				
	A Classificação Corporativa ESG⁴⁰ fornece dados e avaliações de desempenho ambientais, sociais e de governança altamente relevantes e prospectivos. Abrange aproximadamente 100 indicadores por setor e aplica um sistema de classificação de doze pontos, de A+ (alto desempenho) a D- (baixo desempenho). Além de avaliar o desempenho as empresas recebem o status de “Prime” quando estão acima de uma nota definida especificamente para o setor em que atuam. Esta designação refere-se à capacidade demonstrada de uma empresa de gerenciar adequadamente riscos ESG, mitigar impactos sociais e ambientais negativos e gerar impactos sociais e ambientais positivos, além de capitalizar as oportunidades oferecidas pela transformação em direção ao desenvolvimento sustentável	2024	C+ Prime	C Não Prime	C Não Prime

⁴⁰ <https://www.issgovernance.com/about/about-iss/#1574276741161-7ca718d3-32ae>

Outra análise passível de comparação faz referência aos compromissos assumidos por cada empresa, ou seja, pelas metas definidas para diferentes temas. Neste sentido, o Quadro 2 expõe as metas definidas pelas empresas escopo do estudo para os temas: resíduos, água, energia e emissões de GEE. Avalia-se que as empresas possuem algumas metas em comum, a saber: Reduzir a geração de resíduos; Redução do consumo de energia e Redução de emissões absolutas de gases de efeito estufa (Escopo 1 e 2).

Sob a ótica da redução de GEE, a Airbus é a única empresa que estabeleceu meta de redução de escopo 3, o que inclui metas de redução de emissões geradas por suas aeronaves comerciais em serviço. O compromisso com essa meta é desafiador, considerando que as emissões são todas aquelas que ocorrem na cadeia de valor da empresa, incluindo a cadeia de fornecimento, sem controle direto por parte da Airbus.

Conforme registrado no Quadro 2, embora a Bombardier apresente apenas 4 metas mensuráveis distribuídas nos temas resíduos, energia e emissões de GEE, em seus relatórios são assumidos alguns compromissos, sem meta numérica, como "Aumentar o uso de energia renovável" ou "Aumentar o uso de SAF".

Quadro 2 - Metas relacionadas à sustentabilidade definidas pelas empresas analisadas

TEMA	META	AIRBUS	BOEING	BOMBARDIER
RESÍDUOS	Reduzir a geração de resíduos	-20% até 2030, em relação ao gerado em 2015	-30% até 2030	-5% até 2025
	Reduzir a destinação para aterro sanitário ou incineração sem recuperação energética	100% até 2030	90% até 2030	-
	Reduzir a geração de resíduos perigosos	-	-5% até 2025 e -5% até 2030	-20% até 2025
ÁGUA	Reduzir a compra de água para consumo	-50% até 2030	-20% até 2025	-

TEMA	META	AIRBUS	BOEING	BOMBARDIER
	Reduzir o consumo de água		-20% até 2025	
	Acréscimo da captação de água	0% até 2030	-	-
ENERGIA	Redução do consumo de energia	-20% até 2030	-10% até 2025 e -10% até 2030	-20% até 2025
	Abastecimento com energia renovável nas unidades	90% até 2030 nas unidades europeias	100% até 2030	-
EMISSÕES DE GEE	Redução de emissões absolutas de gases de efeito estufa (Escopo 1 e 2)	-63% até 2030	-25% até 2025 -55% até 2030	-25% até 2025
	Redução da intensidade de emissões de gases de efeito estufa geradas por suas aeronaves comerciais em serviço	-46% até 2035	-	-
	Eliminar emissões residuais	100% até 2030	100% até 2030	-
	Uso do SAF nas aeronaves	100% da frota até 2030	100% da frota até 2030	-

Por fim, a última análise comparativa expõe quais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU as empresas declaram apoiar. Analisa-se que as empresas Airbus e Bombardier relacionam sua atuação com os mesmos ODS, a saber: 4, 5, 8, 9, 12, 13, 16 e 17 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). A Boeing, por sua vez, indica apoiar outros 4 ODS, além dos indicados pela Airbus e Bombardier, sendo eles: ODS 3 (Saúde e Bem Estar), ODS 6 (Água potável e saneamento), ODS 7 (Energia Limpa e acessível) e ODS 10 (Redução das desigualdades).

Figura 20 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) apoiados pelas empresas analisadas



5 ANÁLISE DA TROPICALIZAÇÃO DAS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS MAPEADAS

A tropicalização pode ser entendida como um fenômeno de adaptação de um produto ou processo, que foi concebido para ser aplicado no contexto político-econômico do seu local de origem, para que este passe a contemplar características que atendam o cenário local em que se pretende implementar determinado produto ou processo⁴¹.

O termo tropicalização passou a ser difundido na indústria automotiva quando aspectos relacionados as demandas locais dos veículos passaram a ser incorporados nos projetos desenvolvidos nas matrizes das empresas montadoras, no exterior. A tropicalização automotiva no Brasil passou a considerar nos projetos veiculares aspectos como o clima e a disponibilidade de matéria-prima e insumos, fatores que impactam o projeto original, concebido em outra realidade locacional⁴².

Diante do exposto e considerando que há uma tendência histórica dos setores industriais em utilizarem produtos ou processos de referência internacional, conduziu-se uma análise dos potenciais benefícios da aplicação das práticas sustentáveis internacionais mapeadas ao longo do processo de *benchmarking*, bem como possíveis limitações e restrições para a aplicação no contexto da indústria aeroespacial brasileira (Quadro 3). Vale mencionar que, conforme relatado no capítulo 4.4, as práticas mapeadas em cada categoria foram agrupadas quando identificou-se similaridade de práticas implementadas pelas empresas analisadas.

Conforme mencionado no capítulo 3 do presente documento, conduziu-se uma análise complementar do relatório de sustentabilidade da Embraer, buscando identificar sinergias do que vem sendo praticado no mercado nacional com as tendências internacionais de aviação sustentável.

⁴¹ <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/29272/3/TropicalizacaoEstrategiaRegionalizacao.pdf>

⁴² <https://repositorio.altecasociacion.org/bitstream/handle/20.500.13048/321/1327-1327-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quadro 3 - Análise da tropicalização das práticas sustentáveis identificadas no contexto da indústria aeroespacial internacional

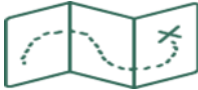
CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
 CADEIA DE SUPRIMENTOS RESPONSÁVEL	1	Avaliação de fornecedores (leis e regulamentos aplicáveis e Código de Conduta da empresa) e estabelecimento de critérios de responsabilidade ambiental e social para fornecedores	Airbus, Boeing, Bombardier	A avaliação de fornecedores considerando requisitos sustentáveis auxilia na garantia de que os fornecedores a serem selecionados atuam de forma alinhada com normativos aplicáveis e com as estratégias da empresa. Maior conscientização e adesão dos fornecedores a padrões ambientais e sociais mais rigorosos. Redução do risco de problemas relacionados a práticas não éticas ou sustentáveis na cadeia de suprimentos. Estímulo à inovação e ao desenvolvimento de soluções mais sustentáveis por parte dos fornecedores.	Demanda equipe dedicada para a avaliação de fornecedores Desafios na definição de critérios precisos e na avaliação do cumprimento desses critérios por parte dos fornecedores, devido à falta de regulamentação clara ou de padrões internacionais amplamente reconhecidos. Resistência por parte de alguns fornecedores em adotar práticas mais sustentáveis devido a preocupações com custos adicionais ou falta de capacidade técnica.	A companhia realiza a avaliação dos seus fornecedores, gerindo e assegurando o bom desempenho e o cumprimento das condições contratuais acordadas. Os fornecedores selecionados devem seguir os critérios-chave do anexo "Especificação Sócio Ambiental", que faz parte do contrato de fornecimento, exigindo cumprimento dos requisitos legais ambientais, de segurança do trabalho e responsabilidade social aplicáveis, incluindo a obtenção de licenças e certificados.
	2	Due Diligence de cada fornecedor	Airbus, Bombardier	A análise de <i>Due Diligence</i> possibilita analisar uma série de informações sobre uma organização, indicando não só o cenário atual do negócio, mas também o planejamento futuro desta, em diversos temas que podem impactar o negócio da contratante.	Demanda equipe dedicada e/ou externa para condução da análise. Fornecedores localizados a grandes distâncias, ou até mesmo internacionais, gerando custos de viagem elevados para as auditorias presenciais, quando necessárias.	Os Parceiros de Negócios devem adotar as melhores práticas de preservação do meio ambiente, saúde e segurança, sendo submetidos ao processo de verificação reputacional (<i>Due Diligence</i>) antes de celebrar qualquer compromisso formal ou transação comercial.
	3	Força tarefa de aquisições: Comunicação constantes e direta com fornecedores	Airbus	A comunicação contínua com os fornecedores garante a transparência dos processos e previne intercorrências	Demanda equipe dedicada de comunicação	Os fornecedores são monitorados continuamente durante a vigência do contrato e uma avaliação social é realizada a cada dois anos.
	4	Conselho de sustentabilidade de fornecedores	Airbus	A existência de um conselho de sustentabilidade de fornecedores auxilia no compartilhamento das melhores práticas em sustentabilidade em toda a cadeia de fornecimento, favorecendo a criação de vínculos entre fornecedores para projetos futuros	Embora a intenção de um conselho deste gênero seja estimular que os fornecedores atuem todos alinhadas às melhores práticas de sustentabilidade do mercado, a partir do compartilhamento de experiências, há a possibilidade de alguns fornecedores não estarem abertos a compartilhar seus processos com outras empresas que podem ser concorrentes.	O DIPAS - Desenvolvimento Integrado de Produto Ambientalmente Sustentável é um time dedicado ao acompanhamento da legislação ambiental, coleta de informações de substâncias restritas presentes em artigos em toda a cadeia de fornecimento, identificação de uso nos produtos e processos de fabricação, entre outros. Dessa forma, é garantida a sustentabilidade do produto.
	5	Exigências contratuais relativas à sustentabilidade	Airbus	Garantia de que os fornecedores atuem de forma alinhada com as estratégias da empresa e cumpram um plano de ação para correção de desvios	Não há limitações para tropicalização desta prática	Os fornecedores selecionados devem seguir os critérios-chave do anexo "Especificação Sócio Ambiental", que faz parte do contrato de fornecimento, exigindo cumprimento dos requisitos legais ambientais, de segurança do trabalho e responsabilidade social

CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
						aplicáveis, incluindo a obtenção de licenças e certificados.
	6	Projeto "Cadeia de suprimento sem plástico"	Airbus	Redução da geração de resíduos plásticos, induzindo a busca por alternativas circulares para, por exemplo, a proteção de peças para transporte.	Para que projetos deste gênero se apliquem a todos os fornecedores faz-se necessário a condução de capacitações sobre o projeto, além do monitoramento/fiscalização, o que demandará equipes dedicadas. O engajamento dos fornecedores pode ser uma limitação do sucesso da ação.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	7	"Gemba Walk"	Airbus	A prática do "Gemba Walk" possibilita ao contratante conhecer na prática a atuação de seus fornecedores, auxiliando na identificação de possíveis problemas que não estejam alinhadas às suas estratégias, direcionando o fornecedor para buscar soluções o mais rápido possível	Demanda de equipe dedicada para visita aos fornecedores, além de custos para visitas em fornecedores de longas distâncias poder ser uma limitação	Existe, nas avaliações presenciais a cada 2 anos, mas não encontrei de forma específica no relatório
	8	Colaboração ativa com fornecedores para promover práticas sustentáveis em toda a cadeia de suprimentos	Boeing, Bombardier	Fortalecimento dos relacionamentos com os fornecedores e construção de parcerias de longo prazo baseadas em valores sustentáveis. Oportunidade de compartilhar melhores práticas e conhecimentos técnicos para promover a sustentabilidade em toda a cadeia de suprimentos. Redução do impacto ambiental e social da cadeia de suprimentos como um todo, resultando em uma reputação corporativa mais positiva.	Limitações na disponibilidade de recursos e expertise para implementar programas de colaboração e capacitação de fornecedores em sustentabilidade. Dificuldades logísticas e operacionais para alcançar e engajar fornecedores localizados em áreas remotas ou com infraestrutura precária. Barreiras culturais e linguísticas que podem dificultar a comunicação e o alinhamento de valores e objetivos entre a empresa e os fornecedores.	O DIPAS - Desenvolvimento Integrado de Produto Ambientalmente Sustentável é um time dedicado ao acompanhamento da legislação ambiental, coleta de informações de substâncias restritas presentes em artigos em toda a cadeia de fornecimento, identificação de uso nos produtos e processos de fabricação, entre outros. Dessa forma, é garantida a sustentabilidade do produto.
	9	Participação no programa <i>International Aerospace Environmental Group</i> para apoiar fornecedores em engajamento ESG	Airbus, Boeing e Bombardier	Acesso a recursos e ferramentas especializadas para apoiar os fornecedores na implementação de práticas sustentáveis. Possibilidade de alinhar os esforços de sustentabilidade com os padrões e iniciativas globais reconhecidos pela indústria aeroespacial. Reforço do compromisso da empresa com a responsabilidade ambiental e social, demonstrando liderança no setor e melhorando a reputação da marca.	Possíveis desafios relacionados à adesão e implementação das diretrizes e iniciativas do programa por parte dos fornecedores brasileiros, devido à falta de familiaridade ou recursos para se engajar em atividades internacionais. Necessidade de adaptação das estratégias e recursos do programa para atender às demandas específicas dos fornecedores brasileiros e ao contexto regulatório local. Possíveis barreiras relacionadas à interoperabilidade e alinhamento com outras	O DIPAS - Desenvolvimento Integrado de Produto Ambientalmente Sustentável é um time dedicado ao acompanhamento da legislação ambiental, coleta de informações de substâncias restritas presentes em artigos em toda a cadeia de fornecimento, identificação de uso nos produtos e processos de fabricação, entre outros. Dessa forma, é garantida a sustentabilidade do produto.

CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
					iniciativas ou programas de sustentabilidade existentes no Brasil.	
	10	Programa de treinamento para fornecedores	Bombardier	Os treinamentos auxiliam no entendimento sobre as regulamentações ambientais emergentes para que os fornecedores estejam em conformidade com a legislação e exigências da companhia.	Demanda equipe dedicada para os treinamentos aos fornecedores.	O programa desenvolvido pela Equipe de Compras da Embraer promove a integração de todos os stakeholders e um monitoramento sustentável do desempenho dos fornecedores.
	11	Programa de Fornecedores Diamante	Bombardier	O programa de reconhecimento de fornecedores de destaque consiste na premiação de fornecedores, ajudando na motivação e busca por inovações dentro da cadeia de suprimentos	Demanda equipe dedicada a organização do evento e definição de critérios para a avaliação.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	12	Tecnologias de impressão 3D e conformação	Airbus	Ambas as técnicas de produção de peças auxiliam na redução do consumo de matéria prima	Demanda investimentos em equipamentos específicos para as tecnologias	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	13	Avaliação regular de criticidade e impactos de matérias primas	Airbus, Bombardier	A avaliação da criticidade de matérias primas auxilia as empresas a direcionarem esforços para otimizar o consumo de matérias primas, bem como as estimula a buscarem fontes de matérias primas alternativas, estando diretamente relacionada à prática de ecodesign	Equipe capacitada para a análise das matérias primas quanto à criticidade, além da necessidade de investimento em pesquisa para adoção de novas tecnologias, materiais e equipamentos.	O DIPAS também tem como intuito monitorar materiais e substâncias restritas, conduzindo estudos relacionados ao ciclo de vida do produto e desenvolvendo alternativas tecnológicas para substituição.
	14	Desenvolvimento de pesquisas do uso de compósitos sustentáveis e resinas naturais	Airbus Boeing	A busca por alternativas de matérias primas que tenham impacto ambiental reduzido é fundamental para o futuro da aviação, podendo gerar benefícios em cadeia, desde a redução do peso das aeronaves até a geração de resíduos passíveis de reciclagem ou biodegradáveis	A adoção da prática demanda o estabelecimento de parceria com instituições de pesquisa e investimentos da empresa em testes das alternativas investigadas	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	15	Reutilização e/ou Reprocessamento de peças para atendimento de outras cadeias produtivas	Airbus, Bombardier	Eleva a circularidade das matérias primas que virariam resíduos, reduzindo a necessidade da extração de novas matérias primas para outras cadeias produtivas, bem como da geração de resíduos	Necessário estabelecimento de parcerias com outras cadeias produtivas que façam uso das mesmas matérias primas Entendimento do processo de reprocessamento adequado para cada tipo de material, além da eliminação de impurezas.	O <i>Design for Environment</i> atua na busca de processos aprimorados e desenvolvimento de novos produtos, priorizando recursos e processos com baixo impacto ambiental. Assim, o ciclo de vida dos produtos é otimizado, facilitando a desmontagem para reutilização e reciclagem como parte de uma economia circular.

CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
	16	Conversão de aeronaves	Airbus	A conversão de aeronaves (por exemplo aeronaves para transporte de passageiros em cargueiros) estende a vida útil das aeronaves, reduzindo gastos com a produção de novas aeronaves e a geração de resíduos do processo de desmantelamento	A conversão de aeronaves demanda equipe capacitada para este fim, bem espaço físico para o processo de conversão	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	17	Parceria com recicladora de metais para ciclo fechado de reciclagem	Airbus, Boeing	O estabelecimento de parcerias em ciclo fechado com indústrias recicladoras de metais favorece o uso de matérias primas recicladas no setor aeroespacial, considerando que o processo de reciclagem em ciclo fechado é possível manter a qualidade da matéria prima dentro dos requisitos aeronáuticos	No Brasil a reciclagem de metais em ciclo fechado é incipiente, o que demanda acordos bem definidos que favoreçam ambas as partes (recicladora e geradora de resíduo). A principal limitação para o uso de matéria prima reciclada no setor aeronáutico brasileiro diz respeito aos normativos aeronáuticos vigentes que são rigorosos no que diz respeito ao uso de matéria prima reciclada	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	18	Upcycling: projeto de transformação de peças e mobiliários e objetos decorativos	Airbus	Práticas de upcycling elevam o nível de circularidade de materiais, dando uma nova finalidade para o que seria descartado como resíduos	Não há limitações para tropicalização desta prática	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	19	Iniciativa de Materiais Usados e Servíveis (Used Serviceable Material - USM) com a compra e venda de materiais em bom estado entre os fornecedores	Boeing	Redução do desperdício e maximização do aproveitamento de recursos ao promover a reutilização de materiais em bom estado, reduzindo assim a necessidade de extração de matérias-primas virgens. Oportunidade de economia significativa de custos para os fornecedores e clientes, pois os materiais usados e servíveis geralmente são mais acessíveis em comparação com materiais novos.	Desafios regulatórios e burocráticos relacionados à compra e venda de materiais usados, incluindo questões fiscais, legais e de conformidade com normas de segurança e qualidade. Resistência por parte de alguns fornecedores e clientes devido a preocupações com a qualidade e confiabilidade dos materiais usados, bem como com possíveis impactos na garantia do produto.	Existe leilão de equipamentos em desuso, como venda de sucata. Mas não encontrei nada sobre no site e relatório.
	20	Declaração Ambiental do Produto (EPD)	Bombardier	O documento em questão auxilia na transparência e entendimento quanto aos impactos causados pelos produtos da empresa, os mesmos são disponibilizados publicamente no site da empresa.	Necessidade de mapear todos os impactos causados durante o ciclo de vida do produto, o que pode ser dificultado a depender do grau de detalhamento dos dados relacionados às etapas do processo e cadeia de fornecimento.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	21	Uso de materiais reciclados e sustentáveis nas aeronaves	Airbus, Boeing e Bombardier	O uso de materiais sustentáveis como tecidos reciclados, fibra de carbono reciclada substituindo materiais como madeira ou base de fibras naturais, otimiza a circularidade de matérias primas.	Possíveis restrições quanto a incorporação de algumas matérias primas recicladas na indústria de aeronaves.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	22	Definição de Metas de redução da geração e destinação de resíduos	Airbus, Bombardier, Boeing	A definição de metas marca o compromisso da empresa em direcionar ações voltadas à melhoria do desempenho ambiental	Não há limitações para tropicalização desta prática	Não foram encontradas evidências de metas de redução de resíduos no relatório analisado

CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
	23	Esforços em melhorar a rastreabilidade dos resíduos	Airbus	A rastreabilidade possibilita ao gestor e ao gerador o acompanhamento e controle do gerenciamento dos resíduos desde a geração até destinação final. Para a rastreabilidade é fundamental que os resíduos tenham uma numeração/marcação/código de barras que possibilite o rastreio em tempo real de onde saem e para onde estão sendo direcionados.	A rastreabilidade deve se estender desde a matéria prima até a geração dos resíduos, ou seja, envolvendo também os fornecedores. O envolvimento dos fornecedores, com a marcação da matéria prima, para garantir a rastreabilidade dos resíduos gerados pode ser uma limitação no mercado nacional. Definição de metodologia para o monitoramento da rastreabilidade (ex: plataforma BlockChain) envolvendo contratante e fornecedores também pode ser uma limitação	No recebimento de peças dos fornecedores é conduzida a inspeção dos materiais. Caso o fornecedor não atualize a documentação para garantir a rastreabilidade, as peças são sucateadas.
	24	Atuação conjunta com fornecedores para desenvolver, qualificar e implantar novas tecnologias que evitem o uso de substâncias classificadas como perigosas	Airbus, Bombardier	A busca por substâncias/produtos não perigosos reduz o impacto das atividades das empresas, melhorando seu desempenho ambiental	A indisponibilidade de substâncias alternativas, que atendam aos requisitos aeronáuticos, no mercado nacional pode ser uma limitação da implementação desta prática	O DIPAS também tem como intuito monitorar materiais e substâncias restritas, conduzindo estudos relacionados ao ciclo de vida do produto e desenvolvendo alternativas tecnológicas para substituição, inclusive junto aos fornecedores.
	25	Envio de resíduos metálicos para reciclagem	Airbus	O envio/venda de resíduos metálicos para reciclagem pode gerar renda para a empresa, além da possibilidade de reintrodução dos materiais como matéria prima reciclada na mesma cadeia produtiva (no caso de ciclos fechados). O uso de matéria prima reciclada reduz custos e o impacto ambiental com a aquisição de matéria prima virgem.	No cenário nacional o envio dos resíduos metálicos aeronáuticos, com alto valor agregado, são para fins menos nobres, ou seja, não retornam para a cadeia produtiva aeronáutica. Isto ocorre em função dos normativos vigentes que dificultam o uso de matéria prima reciclada na produção nacional	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	26	Reutilização/Reciclagem de resíduos de fibra de carbono	Airbus Boeing	A reutilização e reciclagem de resíduos de fibra de carbono para outras finalidades eleva a circularidade destes materiais, reduzindo o envio para aterro sanitário e/ou incineração.	Faz-se necessário o estabelecimento de parcerias com empresas/startups que tenham interesse em buscar soluções para a reutilização destes resíduos	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	27	Foco em reduzir os resíduos perigosos em atividades <i>upstream</i> , prevenindo ou reduzindo sua geração e, na fase <i>downstream</i> , analisando os resíduos gerados nas operações do local	Boeing	Diminuição do impacto ambiental negativo, especialmente em ecossistemas sensíveis, ao prevenir ou reduzir a geração de resíduos perigosos nas atividades <i>upstream</i> . Minimização dos riscos à saúde humana e à segurança no local de trabalho, ao adotar medidas proativas para evitar a produção de resíduos perigosos.	Desafios técnicos e financeiros na implementação de medidas preventivas para reduzir a geração de resíduos perigosos, especialmente em setores onde a produção de resíduos é intrínseca ao processo produtivo. Necessidade de investimento em tecnologias e infraestrutura adequadas para o tratamento e disposição segura de resíduos perigosos, o que pode representar um custo inicial significativo para as empresas.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	28	Adoção de melhores práticas para o tratamento e disposição adequada	Boeing	Cumprimento das regulamentações ambientais locais e internacionais, evitando	Complexidade e burocracia associadas à conformidade com regulamentações	A partir de 2022, a formulação de blend de resíduos para coprocessamento

CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
		de resíduos, garantindo conformidade com regulamentações ambientais.		potenciais penalidades e sanções legais associadas à má gestão de resíduos. Oportunidade de otimização de processos e redução de custos a longo prazo, por meio da implementação de práticas eficientes de tratamento e disposição de resíduos.	ambientais, incluindo processos de licenciamento e monitoramento ambiental, que podem representar desafios adicionais para as empresas. Escassez de infraestrutura adequada para o tratamento e disposição de resíduos em algumas regiões do Brasil, o que pode dificultar a implementação de práticas de gestão de resíduos de acordo com os padrões internacionais.	(específica para o Brasil) foi incluída no escopo de resíduos reciclados considerando o amparo legal específico, resultando no aumento na porcentagem de resíduos reciclados no ano mencionado.
	29	Projeto "Full Circle Generation"	Bombardier	Construção de usina para geração de energia a partir de resíduo doméstico, dando uma nova finalidade para o resíduo	Questões de infraestrutura, necessidade de investimento financeiro e equipe dedicada podem ser limitações para tropicalização.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	30	Controle de estoque evitando o desperdício	Bombardier	O melhor controle de estoque e materiais da companhia auxilia na diminuição do desperdício e resíduos gerados.	Não há limitações para tropicalização desta prática	A empresa destaca a melhoria contínua da eficiência operacional, por meio da gestão do giro de estoque e reestruturação dos processos de seleção e compras, aperfeiçoando os processos produtivos
	31	Pesquisas para remoção de impurezas dos materiais	Bombardier	As pesquisas para a remoção de impurezas dos materiais, quando bem sucedidas e aplicáveis resultam em maior viabilidade da reciclagem.	Necessidade investimento financeiro, além de equipe competente para a realização da pesquisa.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
 CICLO DE VIDA DO PRODUTO E RASTREABILIDADE	32	Airbus Lifecycle Services Center (renovação e desmantelamento de aeronaves)	Airbus	A existência de um centro direcionado para o controle do ciclo de vida das aeronaves facilita a aplicação de práticas sustentáveis, possibilitando em especial renovar aeronaves próximas ao "fim de vida" e elevar o percentual de materiais que podem ser recuperados, no processo de desmantelamento	A estruturação de um Centro dedicado ao ciclo de vida das aeronaves demanda investimentos em infraestrutura e equipe especializada, o que pode ser uma limitação no cenário nacional.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	33	Manufatura reversa de peças de desmantelamento	Airbus	Vinculado ao processo de desmantelamento, a prática de manufatura reversa garante que cada parte do processo de desmontagem das aeronaves será encaminhado para o melhor destino, priorizando a recuperação dos materiais.	Há empresas especializadas em manufatura reversa, sendo necessário a contratação/estabelecimento de parcerias para a aplicação da prática	O Design for Environment atua na busca de processos aprimorados e desenvolvimento de novos produtos, priorizando recursos e processos com baixo impacto ambiental. Assim, o ciclo de vida dos produtos é otimizado, facilitando a desmontagem para reutilização e reciclagem como parte de uma economia circular.
	34	Marcação em todas as peças para rastreabilidade digital (exigência contratual com fornecedores)	Airbus	A marcação das matérias primas/peças enviadas para as empresas auxilia na rastreabilidade dos materiais desde o processo produtivo até a destinação dos resíduos gerados.	O envolvimento dos fornecedores, com a marcação da matéria prima, para garantir a rastreabilidade em todo o processo pode ser uma limitação no mercado nacional.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.

CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
					Exigir contratualmente tal prática pode ser um caminho de garantia da rastreabilidade	
	35	Responde às crescentes demandas por produtos mais eficientes e com menores emissões	Boeing	Desenvolver produtos mais eficientes e com menores emissões permite atender às demandas dos consumidores por soluções sustentáveis, agregando valor à marca. A adoção de produtos sustentáveis contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a conservação de recursos naturais, promovendo a sustentabilidade.	Restrições financeiras podem dificultar os investimentos necessários para desenvolver e implementar produtos mais sustentáveis.	A empresa se compromete na adoção de práticas mais sustentáveis, pelo desenvolvimento criativo de produtos e adequação dos produtos já desenvolvidos. A aeronave "Ipanema" se destaca no assunto, pois é o primeiro e único avião certificado para operar com motor movido a etanol no mundo. Além dele, outros produtos estão alinhados a esse objetivo como o eVTOL e a aeronave E195-E2.
	36	Análise do ciclo de vida e ecodesign/design sustentável	Airbus, Boeing, Bombardier	Avaliações ambientais do ciclo de vida permitem identificar oportunidades para reduzir o impacto ambiental dos produtos desde as fases iniciais de design. Incorporar considerações ambientais no processo de design resulta em produtos mais eficientes e sustentáveis, alinhados com as expectativas do mercado. O ecodesign contribui para o melhor aproveitamento da matéria prima, uso de materiais alternativos, reduzindo a geração de resíduos, consumo de energia e gastos no processo produtivo como um todo	Tanto para a aplicação da análise do ciclo de vida como para o ecodesign a empresa deve investir em equipe capacitada e dedicada Necessidade de investimento em pesquisa e novas tecnologias, materiais e equipamentos pode ser uma limitação para algumas empresas	O DIPAS também tem como intuito monitorar materiais e substâncias restritas, conduzindo estudos relacionados ao ciclo de vida do produto e desenvolvendo alternativas tecnológicas para substituição, inclusive junto aos fornecedores.
	37	Uso do Teamcenter	Bombardier	Uso de plataforma que integra as informações e dados garantindo a visibilidade e rastreabilidade do ciclo de desenvolvimento dos produtos.	Dificuldade a depender da quantidade de etapas do ciclo de vida do produto, além da demanda por equipe dedicada para construção e manutenção da plataforma mantendo-a atualizada.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
 TREINAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE COLABORADORES	38	Parceria com universidades para capacitação dos colaboradores	Airbus	Capacitar os colaboradores continuamente é fundamental para garantir processos eficientes e padronizados	Demanda de equipe dedicada e capacitada para treinamentos pode ser uma limitação	A Embraer possui o Programa de Incentivo à Educação com intuito de promover o reconhecimento e o desenvolvimento dos colaboradores, por meio de subsídios para cursos de pós-graduação, MBA, mestrado, doutorado e pós-doutorado, considerando a estratégia da organização e as necessidades do negócio. Bem como há a realização de parcerias com universidades para a capacitação de

CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
						funcionários em disciplinas relacionadas com Ciência de Dados, por exemplo.
	39	Avaliação de competência dos colaboradores	Airbus	A avaliação de competência dos colaboradores pode apoiar na identificação de possíveis lacunas de conhecimento destes, direcionando ações de capacitação em temas específicos	Não há limitações para tropicalização desta prática	A Embraer conduz o processo de Avaliação de Performance com o objetivo de mensurar o desempenho de toda a empresa, tornando o processo de gestão de talentos mais robusto e ajudando na construção do processo sucessório da companhia.
	40	Planos de aprendizagem obrigatórios que abrangem temas da sustentabilidade	Airbus	A inclusão de capacitações relacionadas à temática ambiental nos processos de treinamento dos colaboradores certifica que estes têm conhecimento das estratégias sustentáveis da organização e que devem desenvolver suas funções de forma alinhada às estratégias	Não há limitações para tropicalização desta prática	A empresa possui um ecossistema de geração e disseminação de conhecimento, por meio de parcerias e iniciativas de formação, e capacitação de novos talentos estimulados a criar os produtos mais inovadores da indústria do futuro.
	41	Centro de treinamento <i>online</i>	Boeing	Disponibilização de uma ampla variedade de cursos e recursos educacionais online, proporcionando acesso conveniente ao aprendizado para funcionários em todo o mundo. Autonomia no ritmo de aprendizado, possibilitando que os funcionários avancem no conteúdo do curso em seu próprio ritmo, o que pode aumentar a eficácia do aprendizado e a retenção de informações.	Necessidade de investimentos para a estruturação de uma plataforma dedicada aos treinamentos pode ser uma limitação	A Embraer oferece aos colaboradores diversas plataformas de autodesenvolvimento com intuito de acelerar a carreira dos funcionários por meio de conhecimentos a respeito de organização, ética e demais áreas de interesse.
	42	Metas e programas de diversidade e inclusão	Bombardier	A definição de metas e treinamentos em prol da diversidade e inclusão promovendo a governança do tema.	Não há limitações para tropicalização desta prática	A Embraer possui metas de diversidade e inclusão como o compromisso de ter 50% de diversidade nas contratações em todos os novos programas de entrada na companhia até 2025.
	43	Treinamentos para os funcionários periodicamente sobre temas relevantes para a companhia	Bombardier	Treinamentos sobre temas relevantes para a companhia promovendo a discussão periódica e sensibilizando os funcionários.	Demanda de equipe dedicada e capacitada para a organização e condução dos treinamentos.	Além das plataformas de autodesenvolvimento, a empresa também oferece treinamentos presenciais e congressos como o Congresso Internacional de Mulheres em STEAM (sigla em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), realizado no Parque Tecnológico de São José dos Campos (SP).
	44	Pesquisas de engajamento dos funcionários e entrevistas de entrada e saída	Bombardier	As pesquisas de engajamento dos funcionários e entrevistas de entrada e saída são importantes para ajustar a estratégia da empresa.	Não há limitações para tropicalização desta prática	A empresa realiza pesquisas para entender a percepção dos funcionários. Sabe-se que na avaliação realizada pela <i>Great Place to Work</i> , foi

CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
						reconhecida como uma das melhores empresas para se trabalhar, com um aumento de 72% para 78% de favorabilidade em 2022, na percepção de mais de 8 mil colaboradores ao redor do mundo.
 ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DA EMISSÃO DE GEE	45	Monitoramento de emissões em três escopos	Airbus, Boeing, Bombardier	Monitorar as emissões de GEE não só dos processos produtivos das empresas, mas também da operação de seus produtos (Escopo 3) demonstram uma maior preocupação da organização nas emissões de GEE	Não há limitações para tropicalização desta prática	A companhia monitora as emissões de GEE dos 3 escopos por meio do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa, baseado na ISO 14064.
	46	Definição de metas de redução de emissões	Airbus, Boeing, Bombardier	Demonstra um comprometimento com a sustentabilidade e a redução das emissões de GEE. Essas metas incentivam a inovação e o investimento em tecnologias mais limpas e eficientes, contribuindo para uma economia de baixo carbono e um futuro mais sustentável.	Não há limitações para tropicalização desta prática	A companhia define metas de redução das emissões como a de Aviação zero carbono até 2050 (escopo 3) e neutralidade em carbono nas operações até 2040 (escopo 1 e 2).
	47	Uso de energia renovável nas instalações	Airbus, Boeing	É uma oportunidade significativa para reduzir as emissões de GEE e promover a sustentabilidade ambiental. Essas fontes de energia são abundantes, limpas e têm um impacto mínimo no meio ambiente, além de contribuir para a diversificação da matriz energética e a criação de empregos verdes.	Não há limitações para tropicalização desta prática	A Embraer tem como um dos seus enfoques a eficiência energética de suas operações, com isso iniciativas como a instalação de painéis fotovoltaicos para geração de energia e painéis solares para aquecimento da água do restaurante podem ser destacadas. A empresa apresentou um projeto piloto para a utilização de gás biometano na unidade de Gavião Peixoto em substituição do gás natural, advindo de fonte não renovável, diversos processos produtivos da unidade.
	48	Utilização de SAF (Sustainable Aviation Fuels)	Airbus, Boeing, Bombardier	A utilização de combustíveis de aviação sustentáveis pode contribuir significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa provenientes da aviação comercial. A colaboração com fornecedores para garantir a compatibilidade com SAF incentiva a inovação e o desenvolvimento de tecnologias mais sustentáveis na indústria aeroespacial.	No Brasil há mais alavancas para a implementação desta prática do que limitações e restrições. O projeto de Lei nº 4516/2023, que traz medidas para estimular o uso de combustíveis sustentáveis no setor de transporte, bem como o Plano de Transformação Ecológica, apresentado na COP 28, são importantes alavancas deste processo. Ainda assim, a disponibilidade e o custo dos combustíveis de aviação sustentáveis podem representar obstáculos para a sua adoção em larga escala no Brasil, especialmente	A companhia tem o compromisso de atuar junto aos fornecedores para tornar as aeronaves atuais compatíveis com o uso de 100% de SAF, realizando estudos para compatibilização das aeronaves utilizando 100% SAF e certificá-las até 2030. Vale ressaltar que alguns produtos já estão sendo desenvolvidos alinhados a esse objetivo como o eVTOL e a aeronave E195-E2.

CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
					considerando a infraestrutura necessária para sua produção e distribuição. Possíveis desafios regulatórios e normativos podem surgir no processo de certificação e implementação de SAF no contexto brasileiro, requerendo alinhamento com as legislações locais e internacionais.	Outro enfoque da empresa é aumentar o uso de SAF em voos de teste e de demonstração, tendo como meta 25% de SAF em relação ao uso total de combustível até 2040, apesar disso uma dificuldade a ser apontada se deve a produção de SAF no Brasil ainda ser zero, iniciando o processo de compra deste produto nos Estados Unidos, para as operações do site de Melbourne.
	49	Aviação de baixo carbono (sistemas de propulsão alternativo)	Airbus	O uso de sistemas de propulsão alternativos reduz os impactos ambientais da operação de aeronaves, minimizando por exemplo a emissão de GEE.	Investimentos em pesquisas de sistemas alternativos e testes podem ser uma limitação	A empresa tem trabalhado em parceria para o desenvolvimento de novas tecnologias de propulsão, incluindo aeronaves totalmente elétricas, com célula de combustível de hidrogênio ou aeronaves movidas a turbina a gás de hidrogênio.
	50	Apoio aos fornecedores para promover práticas sustentáveis e reduzir as emissões de GEE.	Boeing	O apoio aos fornecedores para promover práticas sustentáveis pode contribuir para a adoção de processos mais eficientes e menos poluentes em toda a cadeia de suprimentos. Isso inclui a implementação de medidas de eficiência energética, redução de resíduos e utilização de matérias-primas renováveis.	Falta de conscientização e capacitação dos fornecedores pode representar um obstáculo para a implementação de práticas sustentáveis. Muitas vezes, os fornecedores podem não estar familiarizados com as melhores práticas ambientais e os benefícios da redução das emissões de GEE, o que pode dificultar a adoção de medidas sustentáveis. A implementação de práticas sustentáveis muitas vezes requer investimentos financeiros significativos, o que pode ser um desafio para fornecedores de menor porte ou com recursos financeiros limitados. Os altos custos iniciais podem representar uma barreira para a adoção de tecnologias mais limpas e eficientes, especialmente em um contexto econômico desafiador.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	51	Pesquisa EcoJet	Bombardier	O desenvolvimento de tecnologias pela combinação de recursos aerodinâmicos avançados, sistemas emergentes de propulsão e combustível de baixas emissões, podem resultar na para redução de até 50% das emissões de CO2 das aeronaves.	Investimentos em pesquisas de sistemas alternativos e testes podem ser uma limitação, bem como a necessidade de pessoas capacitadas.	A empresa tem trabalhado em parceria para o desenvolvimento de novas tecnologias de propulsão, incluindo aeronaves totalmente elétricas, com célula de combustível de hidrogênio ou aeronaves movidas a turbina a gás de hidrogênio.
	52	Compensação de carbono	Airbus, Boeing, Bombardier	O desenvolvimento de uma política de gestão de risco de créditos de carbono relativa a licenças de emissão facilita a	Não há limitações para tropicalização desta prática	A empresa em parceria possui o Programa <i>Executive Care</i> compensação das emissões de carbono referente às primeiras vinte e cinco horas de voo de

CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
				transição para uma economia de baixo carbono		jatos executivos para novos clientes de maneira gratuita durante o primeiro ano de propriedade da aeronave. Além disso, a companhia tem como compromisso compensar quaisquer emissões residuais que não sejam reduzidas por meio de projetos de eficiência, energia alternativa disponível ou novas tecnologias.
	53	Inspeções fabril e manutenções preventivas.	Bombardier	As Inspeções fabril e manutenções preventivas são importantes para garantia na eficiência adequada dos equipamentos evitando as emissões fugitivas.	Demanda de equipe dedicada e capacitada para a rotina de verificação e manutenção.	Não foram encontradas evidências no relatório de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	54	Providenciar soluções para consumidores para reduzir as emissões de carbono com base em dados em tempo real e outras funções digitais.	Boeing	Fornecer soluções baseadas em dados em tempo real permite que os consumidores monitorem e otimizem seu consumo de energia, transporte e hábitos de vida, resultando em uma redução direta das emissões de carbono.	Restrições relacionadas ao acesso à tecnologia e conectividade podem limitar a aplicabilidade de soluções digitais baseadas em dados em tempo real, especialmente em áreas rurais ou regiões com infraestrutura de internet limitada.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
 USO RACIONAL DA ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA	55	Análise dos níveis de estresse hídrico das atividades para priorizar ações	Airbus	Compreender o quanto as atividades de uma empresa impactam nos níveis de água disponível auxiliam na definição de estratégias para reduzir estes impactos	Não há limitações para tropicalização desta prática	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	56	Medição e monitoramento do consumo	Airbus	Mensurar e monitorar o consumo apoia no direcionamento de ações para redução do consumo	Não há limitações para tropicalização desta prática	Os consumos são reportados pela empresa anualmente no Relatório de Sustentabilidade.
	57	Reuso e uso de água de chuva	Airbus	A adoção do reuso de água e captação de água de chuva reduz a pressão sob os recursos hídricos, minimizando os impactos ambientais	Não há limitações para tropicalização desta prática considerando que a Lei nº 14.546/2023, que altera a Lei de Saneamento Básico, indica que a União estimulará o uso das águas de chuva e o reúso não potável das águas cinzas em novas edificações e nas atividades paisagísticas, agrícolas, florestais e industriais	Há iniciativas de aproveitamento de água da chuva em sanitários, lavadores de gases e lavagens de pisos.
	58	Uso de equipamentos de baixo consumo	Airbus, Bombardier	O uso de equipamentos de baixo consumo reduz o consumo de energia e consequentemente a pegada ambiental da organização	A aquisição de novos equipamentos de baixo consumo, se necessário, pode ser uma limitação	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	59	Produção e compra de energia renovável	Airbus, Bombardier	O uso de energias renováveis reduz os impactos ambientais, além de minimizar os custos a longo prazo com energia proveniente de combustíveis fósseis.	Não há limitações para tropicalização desta prática	A empresa tem como um dos seus enfoques a eficiência energética de suas operações, com isso iniciativas como a instalação de painéis fotovoltaicos para geração de energia e painéis solares para aquecimento da

CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
						água do restaurante podem ser destacadas. Bem como o compromisso de 100% de energia de fontes renováveis até 2030 e meta intermediária de pelo menos 50% de energia renovável até 2025.
	60	Programa de Melhores Práticas de Conservação de água, aplicando técnicas apoiadas pela EPA (Agência Ambiental dos EUA)	Boeing	Pode ajudar as empresas a otimizar o uso de recursos hídricos em suas operações. Isso inclui a implementação de medidas como a reciclagem de água, a instalação de dispositivos economizadores e a identificação de vazamentos, o que resulta em uma utilização mais eficiente e sustentável da água. Ao adotar práticas de conservação de água, as empresas podem contribuir para a redução do consumo de água potável e a minimização dos impactos ambientais associados à captação e tratamento de recursos hídricos.	As técnicas de conservação de água recomendadas pela EPA dos EUA podem não ser diretamente aplicáveis em todas as regiões do Brasil devido a diferenças climáticas e geográficas.	Além do reúso de água de chuva a empresa também realiza o reuso dos efluentes gerados por exemplo por osmose reversa, otimizando o uso de recursos hídricos.
	61	Operação de boa parte dos escritórios e fábricas com energia sustentável	Boeing	A operação de escritórios e fábricas com energia sustentável pode contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa associadas às operações da empresa. A adoção de fontes de energia renovável pode resultar em economias significativas a longo prazo.	Não há limitações para tropicalização desta prática	A empresa tem trabalhado diante do tema, por exemplo pela aquisição de Certificados de Energia Renovável (RECs), além disso a empresa fechou um contrato de compra de energia elétrica que assegura que 100% da eletricidade adquirida pela Embraer no Brasil seja de fontes renováveis, eólica e solar, a partir de 2024.
	62	Metas de redução do consumo dos recursos	Bombardier	A definição de metas promove a governança e afirma o compromisso da empresa diante do tema	Não há limitações para tropicalização desta prática	Não foram encontradas evidências de metas de redução de resíduos no relatório analisado
	63	Adequação da fábrica visando a economia de água e energia	Bombardier	Adequação da fábrica promovendo o melhor uso da iluminação natural mais eficiente e melhora das tecnologias da produção auxiliam na economia de água e energia	Questões de infraestrutura, necessidade de investimento financeiro e equipe dedicada podem ser limitações para tropicalização.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.

CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
	64	Redução do desperdício de operações enquanto aumenta o uso de energia renovável e tecnologias digitais	Boeing	A redução do desperdício de operações pode resultar em maior eficiência e produtividade, ao mesmo tempo em que contribui para a redução dos custos e do impacto ambiental.	A implementação de tecnologias digitais e a transição para energia renovável exigem investimentos significativos em tecnologia e infraestrutura, o que pode representar um desafio para algumas empresas brasileiras devido a restrições orçamentárias.	A empresa possui uma iniciativa de ativação e desligamento automático das máquinas de usinagem, promovendo a redução no consumo de eletricidade.
 ENGAJAMENTO COM STAKEHOLDERS	65	Criação do Conselho de Sustentabilidade de Fornecedores	Airbus	A existência de um conselho de sustentabilidade de fornecedores auxilia no compartilhamento das melhores práticas em sustentabilidade em toda a cadeia de fornecimento, favorecendo a criação de vínculos entre fornecedores para projetos futuros	Embora a intenção de um conselho deste gênero seja estimular que os fornecedores atuem todos alinhados às melhores práticas de sustentabilidade do mercado, a partir do compartilhamento de experiências, há a possibilidade de alguns fornecedores não estarem abertos a compartilhar seus processos com outras empresas que podem ser concorrentes.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	66	Realização de eventos anuais que envolvem stakeholders e aborda-se temas relacionados à sustentabilidade	Airbus	A realização de eventos envolvendo todos os stakeholders propicia a troca de experiência e aprendizagem	Demandas por equipe de organização e investimento na estrutura do evento podem ser limitações	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	67	Estabelecimento de canais de comunicação e diálogo com stakeholders para entender suas preocupações e expectativas em relação à sustentabilidade	Boeing	Aumenta a transparência das operações da empresa em relação às suas práticas sustentáveis e desafios enfrentados. Isso fortalece a confiança e a credibilidade da empresa perante seus stakeholders. O diálogo contínuo com os stakeholders também permite que a empresa identifique áreas de melhoria em suas práticas de sustentabilidade.	Pode haver desafios no engajamento efetivo de todos os stakeholders, especialmente em setores ou regiões onde há falta de conscientização sobre questões de sustentabilidade ou resistência à mudança. Isso pode dificultar a construção de um diálogo inclusivo e significativo.	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
	68	Criação do Conselho de Administração que determina as prioridades ESG	Bombardier	A presença de um conselho auxilia na governança das temáticas ESG, pois assume-se papel ativo na determinação de prioridades alinhadas com da companhia	Não há limitações para tropicalização desta prática	A companhia possui um Conselho de Administração o qual é responsável pelos assuntos de Pessoas e ESG, definindo os assuntos prioritários para a empresa.

CATEGORIA	PRÁTICAS		EMPRESA	POTENCIAIS BENEFÍCIOS	POSSÍVEIS RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A TROPICALIZAÇÃO	CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO
	69	Elaboração e divulgação da Matriz de Materialidade ESG	Airbus, Boeing, Bombardier	A Matriz de Materialidade ESG fomenta a discussão do tema e entendimento dos interesses dos <i>stakeholders</i> , auxiliando na determinação de prioridades da companhia	Não há limitações para tropicalização desta prática	A empresa elabora anualmente Matriz de Materialidade com a participação de mais de setecentas respostas, representando cinco grupos de partes interessadas: fornecedores, clientes, funcionários, investidores, acionistas e a sociedade civil.
 MONITORAMENTO E RELATO TRANSPARENTE	70	Relatório GRI Anual	Airbus, Bombardier, Boeing	Os reportes de sustentabilidade no padrão GRI, reconhecido globalmente, facilita a comparação dos resultados com outras empresas, favorecendo o processo de benchmarking, auxilia na identificação e gestão de impactos e aprimora a gestão da sustentabilidade.	Não há limitações para tropicalização desta prática	A empresa realiza e divulga anualmente seu relatório de sustentabilidade GRI.
	71	Avaliação por outros padrões internacionais ESG	Airbus, Boeing, Bombardier	A avaliação da sustentabilidade das organizações por padrões de referência global em sustentabilidade e ESG possibilita identificar em que patamar a empresa está, em relação a outras empresas do mesmo ramo, auxiliando gestores e investidores na tomada de decisão	Ao se tornar declarante dos padrões de referência as empresas devem se dedicar a preencher todos os questionários e documentos necessários para a avaliação. O não preenchimento das informações gera uma avaliação negativa da empresa, o que pode ser uma limitação	A avaliação por outros padrões internacionais ESG é realizada pela companhia, a qual reporta seus dados alinhados com GRI, SASB e TCFD.
	72	Documentos e informações de acesso público	Airbus, Bombardier, Boeing	A disponibilidade de documentos de forma acessível contribui com a transparência das informações das empresas	Não há limitações para tropicalização desta prática	A empresa disponibiliza documentos de interesse público de forma acessível para consulta das partes interessadas, como é o caso do relatório de sustentabilidade GRI.

Buscando orientar o setor aeroespacial brasileiro no que diz respeito à implementação de práticas que podem ser consideradas tendências internacionais de sustentabilidade e que poderiam ser replicadas no contexto nacional, analisa-se que das 24 práticas que são implementadas por mais de uma organização investigada, 75% já são praticadas no cenário aeroespacial nacional, havendo seis práticas para as quais não foram identificadas evidências oficiais de aplicação (Quadro 4), as quase traduzem-se como uma oportunidade para as empresas brasileiras.

Quadro 4 - Práticas sustentáveis que são tendência no mercado internacional aeroespacial e não praticadas no contexto brasileiro

Categoria	Práticas sustentáveis	Quem implementa?	Cenário atual brasileiro
Otimização e circularidade de matérias primas	Uso de materiais reciclados e sustentáveis nas aeronaves	Airbus, Boeing e Bombardier	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
Gerenciamento de resíduos sólidos	Definição de Metas de redução da geração e destinação de resíduos	Airbus, Boeing e Bombardier	Não foram encontradas evidências de metas de redução de resíduos no relatório analisado
Otimização e circularidade de matérias primas	Desenvolvimento de pesquisas do uso de compósitos sustentáveis e resinas naturais	Airbus, Boeing	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
Otimização e circularidade de matérias primas	Parceria com recicladora de metais para ciclo fechado de reciclagem	Airbus, Boeing	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
Gerenciamento de resíduos sólidos	Reutilização/Reciclagem de resíduos de fibra de carbono	Airbus, Boeing	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.
Uso racional da água e energia elétrica	Uso de equipamentos de baixo consumo	Airbus, Bombardier	Não foram encontradas evidências de que este item está sendo desenvolvido atualmente no Brasil.

Tais práticas estão interligadas entre si e relacionadas essencialmente a busca por matérias primas alternativas e uso de materiais reciclados no processo produtivo, o que representa uma oportunidade de atuação e investimento por parte das empresas brasileiras, ampliando a visibilidade destas perante o mercado internacional

Embasadas pelas experiências internacionais as empresas brasileiras devem buscar o estabelecimento de parcerias com indústrias recicladoras que atuam no mercado nacional, não só para a reciclagem dos metais, em ciclo fechado, que garantam a qualidade da matéria prima aeronáutica reciclado, mas também para a reciclagem de outros materiais utilizados nas aeronaves, como os materiais compostos, que podem ser reciclados, reduzindo o encaminhamento para destinações menos nobres, e ainda gerar benefícios na estrutura das aeronaves, economia no peso.

Por fim, o desenvolvimento de pesquisas, em parceria com instituições de pesquisa e inovação, é indicado como outro caminho a ser trilhado pelas empresas brasileiras, buscando matérias primas alternativas que minimizem os impactos ambientais e elevem o nível de circularidade do setor, especialmente diante de uma possível crise de suprimentos global.

5.1 PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E OPORTUNIDADES PARA EXPORTAÇÃO DE AERONAVES NACIONAIS

A exportação de aeronaves brasileiras tem crescido exponencialmente, sendo que, entre janeiro e outubro de 2023 as exportações totalizaram US\$ 2,1 bilhões, 36,4% a mais do que o mesmo período no ano anterior⁴³. Tal cenário tende a se expandir considerando que em novembro de 2023 o Brasil aderiu a um acordo que define parâmetros internacionais sobre o comércio de aeronaves civis, além de mecanismos que garantem isenções tarifárias e facilitação de comércio entre os membros, que incluem os principais produtores de aeronaves do mundo.

Além do acordo, o financiamento da exportação de aeronaves da Embraer, pelo BNDES também contribui para o crescimento deste mercado no Brasil. A parceria entre o banco e a Embraer é histórica e, desde 1997, já foram financiados US\$ 25,6 bilhões à exportação e 1.300 aeronaves da fabricante. Em 2023, o BNDES

⁴³ <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2023/novembro/brasil-adere-a-acordo-que-reune-maiores-produtores-de-aeronaves-civis-do-mundo>

realizou sete operações de financiamento à exportação da Embraer, no valor de até R\$ 10 bilhões⁴⁴.

Com o crescente mercado de exportação de aeronaves no contexto nacional, as empresas devem definir suas estratégias alinhadas as tendências do mercado internacional, especialmente no que diz respeito à sustentabilidade da aviação, tema cada vez mais evidente diante dos grandes impactos ambientais do setor.

Neste sentido, são listadas na sequência práticas consideradas como significativas de serem implementadas como uma oportunidade para impulsionar a exportação de aeronaves no país, considerando a análise conduzida no setor aeroespacial internacional.

- I. **Estratégias de redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE):** A redução das emissões de gases de efeito estufa é uma prioridade para a aviação, devido ao seu impacto significativo nas mudanças climáticas. Compradores podem procurar aeronaves que atendam aos padrões mais rigorosos em termos de emissões de CO₂, bem como outras substâncias poluentes;
- II. **Uso de matéria prima sustentável/ecológica:** Materiais ecológicos tendem a ser mais leves, reduzem o consumo de energia e a geração de resíduos, além da possibilidade de contribuir para a redução do peso da aeronave e, conseqüentemente, para a economia de combustível. Além do uso da matéria prima sustentável, evitar o uso de substâncias nomeadas como perigosas também é uma prática a ser considerada na fabricação. A preferência por materiais recicláveis/biodegradáveis e não perigosos pode ser considerada pelos compradores que buscam minimizar o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida da aeronave;
- III. **Análise do Ciclo de Vida das aeronaves:** Compradores podem avaliar o desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida da aeronave, incluindo aspectos como eficiência operacional, manutenção e disposição final. A consideração de fornecedores de materiais e peças sustentáveis é importante, garantindo que toda a cadeia de

⁴⁴ <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/exportacao-de-39-aeronaves-da-embraer-reforca-balanca-comercial-brasileira-com-industria-de-alta-tecnologia>

suprimentos esteja alinhada com os requisitos internacionais de sustentabilidade. Além disso, é essencial analisar as práticas de fabricação dos fornecedores, promovendo a adoção de métodos sustentáveis que minimizem o impacto ambiental. Nesse sentido, os fornecedores diretos e indiretos desempenham um papel fundamental na sustentabilidade da indústria aeroespacial, e é importante que sejam cobrados e, ao mesmo tempo, capacitados para atender aos mais altos padrões de sustentabilidade, assegurando que toda a cadeia de valor esteja comprometida com as melhores práticas.

- IV. **Uso de combustível sustentável:** O uso do *Sustainable Aviation Fuel* (SAF) é visto como uma alternativa para a redução das emissões de GEE, além de promover o desenvolvimento tecnológico e a economia circular, podendo ser produzido a partir de matérias primas renováveis e/ou resíduos. Compradores de aeronaves estão cada vez mais considerando o uso de SAF ao adquirir novas aeronaves, buscando parcerias com fornecedores de combustível e fabricantes de aeronaves que oferecem opções de combustível sustentável. Sob o prisma do uso de combustíveis sustentáveis observa-se que o Plano de Transformação Ecológica do Brasil⁴⁵, lançado na COP 28 em dezembro/2023, prevê no eixo “transição energética” ação de estímulo ao uso de combustível sustentável de aviação. Na mesma linha encontra-se em tramitação na Câmara dos Deputados o projeto de lei nº 4.516/2023⁴⁶, denominado “Combustível do Futuro”, que, entre outros aspectos, cria o Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (PROBIOQAV) voltado ao incentivo à pesquisa, à produção, à comercialização e ao uso energético do SAF⁴⁷. Tal cenário nacional amplia a oportunidade das indústrias nacionais produzirem aeronaves com prioridade para o uso do SAF.

⁴⁵<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-12/entenda-o-plano-de-transformacao-ecologica-lancado-na-cop28>

⁴⁶

https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2329290&filename=PL%204516/2023

⁴⁷<https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202309/governo-federal-lanca-programa-nacional-de-combustivel-sustentavel-de-aviacao>

- V. **Responsabilidade social:** Além dos aspectos ambientais, os compradores podem considerar a responsabilidade social corporativa de toda a cadeia de stakeholders dos fabricantes de aeronaves, incluindo práticas de governança, ética empresarial, além de analisar a conformidade com padrões trabalhistas e respeito aos direitos humanos. Nesse contexto, é importante destacar a crescente importância da diversidade, equidade e inclusão nas operações das empresas aeroespaciais. A promoção da diversidade é fundamental não apenas para garantir um ambiente de trabalho justo e inclusivo, mas também para impulsionar a inovação e a criatividade. Além disso, o voluntariado corporativo emerge como uma poderosa ferramenta para o engajamento dos colaboradores e para o impacto social positivo. Por meio de programas de voluntariado, as empresas podem incentivar seus funcionários a dedicar tempo e recursos para apoiar causas sociais e comunitárias, fortalecendo assim seu compromisso com a responsabilidade social e contribuindo para o desenvolvimento sustentável das comunidades onde atuam.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os mapeamentos e análises conduzidos no presente estudo possibilitaram explorar diversos aspectos que contribuíram significativamente para uma compreensão mais ampla e aprofundada sobre as abordagens de sustentabilidade implementadas no setor aeroespacial internacional e como estão se preparando para enfrentar uma crise de suprimentos no setor.

A jornada investigativa possibilitou identificar padrões, desafios e oportunidades que podem apoiar a indústria aeroespacial brasileira na busca por alternativas de acesso a matérias-primas essenciais, além da melhoria de práticas de tratamento de resíduos e reaproveitamento de rejeitos.

As análises representam não apenas um avanço no conhecimento, mas também um ponto de partida para futuras explorações e ações na temática de aviação sustentável. Os resultados da análise de tropicalização indicam que das 24 práticas identificadas como tendências de sustentabilidade no setor aeroespacial internacional, 75% já são implementadas no contexto nacional. Embora a atuação do setor aeroespacial nacional esteja alinhada às tendências internacionais, o que indica um certo grau de maturidade do sistema, as seis práticas não mapeadas no cenário brasileiro traduzem-se como uma oportunidade para as empresas não só reduzirem o impacto ambiental de suas atividades, mas principalmente, otimizarem o uso de matérias primas alternativas e elevar a circularidade do setor, gerando inúmeros benefícios do ponto de vista econômico e ambiental.

Os resultados do estudo podem, enfim, ser utilizados como um guia para orientar decisões e iniciativas futuras para ampliar a sustentabilidade no setor aeroespacial brasileiro e reduzir os impactos ambientais.



ENGENHARIA E CONSULTORIA
AMBIENTAL