



RELATÓRIO DE WEBINAR

Defesa e novas tecnologias sustentáveis no Setor da Aviação

24 de maio de 2024

SOBRE O EVENTO

Webinar: “Defesa e novas tecnologias sustentáveis no Setor da Aviação”. Realizado no dia 24 de maio de 2024. Disponível no canal do Centro Soberania e Clima no Youtube.

O evento faz parte do Ciclo de Webinars “Clima, Sustentabilidade e Defesa”, realizado em parceria com o Projeto NETZMIL (Loughborough University, Reino Unido) e com o Núcleo de Capacitação em Economia de Defesa e Desenvolvimento de Força (NCAD/ESD).

Currículos dos participantes



Amanda Duarte Gondim. Professora de Química na UFRN e Coordenadora do Laboratório de Análise Ambiental, Processamento Primário e Biocombustíveis do NUPPRAR (LABPROBIO - NUPPRAR). Graduada, mestre e doutora em Química. Coordena a Rede Brasileira de Bioquerosene e Hidrocarbonetos Renováveis (RBQAV) e o Programa de Recursos Humanos da ANP (PRH-ANP -37.1), além de participar do Comitê Técnico Consultivo do Instituto SENAI de Inovação em Energias Renováveis (ISI-ER). Atua como Perita do Ministério Público do Rio Grande do Norte - MPURN em Química Ambiental e lidera projetos de pesquisa em Valorização de Resíduos de Petróleo, Produção de Biodiesel, Hidrocarbonetos Renováveis e Hidrogênio, com enfoque em Bioquerosene e Diesel Verde, e também em Qualidade de Água e Contaminação Ambiental.



Tiago Sousa Pereira. Diretor da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), atuando também como Diretor-Presidente Substituto. Antes de ingressar na diretoria, foi responsável por diversas superintendências na Agência, destacando-se pela condução das concessões aeroportuárias e pela definição do modelo de governança da Anac, que rende à Agência prêmios de boas práticas de governança. Também trabalhou no Banco Central do Brasil e no Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. É Especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental, do Ministério de Gestão e Inovação em Serviços Públicos, e Professor de Economia e Regulação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento, Ensino e Pesquisa (IDP). Tiago Sousa Pereira é Doutor em Economia pela Universidade de Brasília – UnB.



José Luis Gonçalves de Almeida. Graduado em Engenharia Química (UFRJ - 1979), Mestrado em Engenharia Química (Coppe UFRJ - 1983) e Doutorado em Catalise (Université Claude Bernard, Lyon, France, 1995), Programa Avançado de Direção de Empresas - Instituto Internacional San Telmo, Espanha – 2007 e, Especialização em Ciências de Dados e Big Data (UFBA - 2020). Membro Titular da Academia de Ciências da Bahia. Fluente em inglês, francês e espanhol, nível intermediário em alemão. Responsável pela Área de Pesquisa da Cepsa Química durante 8 anos (Espanha) e Diretor Geral da DETEN Química S.A. durante 12 anos, tem experiência em gerenciamento de projetos e supervisão direta de pessoal técnico (P & D). Atualmente atua no SENAI Cimatec com o cargo de Gerente Executivo, responsável pelas Áreas de Refino Petroquímica, Eficiência Energética, Papel e Celulose, Meio Ambiente e Segurança. Responsável pelos projetos de Descarbonização e H2 de Baixo Carbono da área de Química como também do Atlas de H2V do Estado da Bahia.



Andrew Sweeney. Líder de Esquadrão da Força Aérea Britânica (RAF), tem mais de uma década de experiência no setor de aviação de defesa, comprometido com o enfrentamento das dificuldades que as mudanças climáticas representam para o setor. Como líder de estratégia de aviação sustentável na força aérea, ele foi responsável pela criação do plano RAF's Net Zero 2040. Ele segue conduzindo parcerias com diversos stakeholders da defesa, da indústria, da academia e do governo. Além de sua experiência anterior na área de engenharia na força aérea, assim como o período em que foi destacado durante a pandemia de Covid-19 como planejador em operações de apoio à autoridade civil conduzidas pelo exército britânico, ele foi contemplado com bolsa de estudos Rhodes-Moorhouse e realizou mestrado em Engenharia para Desenvolvimento Sustentável na Universidade de Cambridge, com projeto intitulado “Avaliando a Vulnerabilidade das Estratégias de Net Zero na Aviação para Informar Caminhos Militares para Descarbonização”.



Duncan Depledge. Fez doutorado na Royal Holloway, University of London, mestrado em Pesquisa Geográfica pela Universidade de Cambridge, Mestrado em Teoria Política e Bacharelado em História pela Universidade de Sheffield. Além das experiências interdisciplinares na academia, Duncan conta com grande experiência profissional, tendo trabalhado com o governo britânico, o parlamento, think tanks, organizações internacionais e militares. Pesquisador-chefe do Projeto

NETZMIL, professor da Universidade de Loughborough, e autor do livro 'Britain and the Arctic', publicado pela Palgrave em 2018, é pesquisador associado da RUSI, pesquisador visitante do Centro de Estudos Estratégicos da Marinha Britânica, pesquisador sênior do projeto 'Climate Change and (In)Security', fruto de parceria entre a Universidade de Oxford e o Exército britânico, e membro do conselho consultivo do grupo parlamentar multipartidário britânico para as regiões polares.

Introdução

As observações dos relatórios apresentados anteriormente tiveram como enfoque, essencialmente, apresentar caminhos para a descarbonização das Forças Armadas e sugerir uma estratégia para a Indústria de Defesa na incorporação de tecnologias onde a sustentabilidade seja um dos princípios basilares para a manutenção das capacidades do setor. Tal discussão, que por si só já é bastante complexa e multifacetada, considera a atuação da Defesa em diversas frentes, além de um alinhamento entre os distintos setores federais para atingir esses objetivos.

Assim, foram abordadas as interseções entre mudanças climáticas, inovação sustentável e defesa nacional, com ênfase na transição energética e na colaboração intersetorial. Foi analisado como a restrição de ações governamentais voltadas para os setores de meio ambiente e clima pode comprometer a transformação estrutural necessária para enfrentar a crise climática global, ressaltando a relevância da integração do setor de defesa nesse processo. Em particular, examinou-se o papel da indústria de defesa no Brasil e no Reino Unido, destacando o desafio comum de adaptação às demandas por descarbonização e sustentabilidade, apesar de suas trajetórias industriais distintas. Além disso, enfatizou-se que a cooperação internacional e a articulação entre os setores público e privado são fundamentais para promover a inovação tecnológica e garantir a segurança nacional de maneira sustentável.

Nessa perspectiva, por meio do Ciclo de Webinars “Clima, Sustentabilidade e Defesa”, o Centro Soberania e Clima, em parceria com a Escola Superior de Defesa e a Universidade de Loughborough, com o apoio do Instituto Clima e Sociedade e da Associação Brasileira das Indústrias de Materiais de Defesa e Segurança, tiveram o intuito de trazer à tona uma discussão sobre o papel da defesa nacional diante da necessidade de abordar essas questões, ressaltando a urgência de uma transição energética no âmbito das forças armadas, além da adaptação das operações militares diante das catástrofes climáticas.

Como encerramento desse primeiro conjunto de debates, o quarto e último webinar do Ciclo teve como tema “[Defesa e novas tecnologias sustentáveis no Setor da Aviação](#)”. Participaram do evento os seguintes especialistas: Andrew Sweeney, Líder de Estratégia de Aviação Sustentável da *Royal Air Force* (Força Aérea Real do Reino Unido); Prof^a. Dra. Amanda Duarte Gondim, coordenadora da Rede Brasileira de Bioquerosene e Hidrocarbonetos Sustentáveis para Aviação (RBQAV); Dr. José Luis Gonçalves de Almeida, Gerente Executivo do SENAI CIMATEC; e Dr. Tiago Sousa Pereira, Diretor da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). A moderação ficou a cargo do Prof. Dr. Duncan Depledge, Pesquisador Chefe do Projeto NETZMIL e Professor de Geopolítica e Relações Internacionais na Loughborough University.

O presente relatório apresenta, portanto, um resumo das discussões do webinar, tendo como tema central a descarbonização e a incorporação de novas tecnologias sustentáveis na Indústria Aérea. Foram debatidos, por exemplo, os desafios para o desenvolvimento de combustíveis alternativos que emitem menos CO₂ em comparação com os combustíveis fósseis tradicionais, inovações tecnológicas que aumentam a eficiência do consumo e reduzem as emissões, e aeronaves que utilizam menos ou nenhum combustível fóssil.

PALAVRAS-CHAVE

Combustível Sustentável de Aviação; Setor Aéreo; Inovação; Sustentabilidade.

RELATÓRIO DE WEBINAR

Defesa e novas tecnologias sustentáveis
no Setor da Aviação1. Desenvolvimento de Alternativas aos Combustíveis
Fósseis no Brasil

“No momento, infelizmente, o Brasil ainda não tem produção de SAF (Combustível Sustentável de Aviação). Existem alguns projetos anunciados, inclusive para iniciar a construção de biorrefinarias, mas, até agora, nenhum deles está efetivamente em funcionamento”, afirmou a Dra. Amanda Gondim, professora de Química do Petróleo na Universidade Federal do Rio Grande e coordenadora do Laboratório de Processamento Primário de Biocombustíveis e Análises Ambientais.

Embora o Brasil ainda não produza o SAF, Amanda destacou que a descarbonização é uma prioridade governamental. Segundo ela, o país já teve um avanço significativo na utilização dos combustíveis renováveis, alcançando a marca de cinquenta por cento de combustíveis líquidos renováveis na matriz energética nacional, superando muitos outros países. Além disso, em termos de perspectivas futuras, existem projetos promissores para a construção de biorrefinarias nacionais e o país apresenta abundância de biomassa devido ao seu extenso território e desenvolvimento agrícola avançado.

Em sua perspectiva, o Brasil tem um grande potencial de avanço com o uso de tecnologias como HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids), que usa óleos vegetais, e ATJ (Alcohol-to-Jet), que aproveita a abundante produção de álcool no Brasil. Além desses atributos, a infraestrutura hidroelétrica e a ampliação do potencial da energia eólica e solar demonstram a capacidade do Brasil de se tornar um grande produtor de energia renovável.

No entanto, Amanda enfatizou que, embora o cenário seja positivo e ofereça muitas oportunidades de crescimento para o Brasil e para a transformação da matriz energética, os setores aéreo e marítimo enfrentam grandes desafios. Isso se deve principalmente aos altos custos associados à substituição da infraestrutura existente por tecnologias mais adequadas à descarbonização. A seguir, apresenta-se um quadro analítico com pontos apresentados pela Dra. Amanda Gondim, como a importância de uma abordagem integrada e colaborativa para enfrentar os desafios da aviação sustentável no Brasil. Entre suas propostas, destacam-se as melhorias tecnológicas e econômicas, e a promoção de políticas e parcerias que impulsionem a transição para combustíveis renováveis no setor da aviação.

Quadro 1. Estratégias e Desafios para a Implementação de Tecnologias Sustentáveis na Aviação.

DESAFIOS	ABORDAGENS	SOLUÇÕES
Maturidade Tecnológica	HEFA: Alto TRL ¹ , necessidade de redução de custos dos catalisadores e uso de hidrogênio local. ATJ: TRL intermediário (7-8), requer investimentos contínuos em P&D.	HEFA: Melhoria da eficiência econômica através da redução de custos e uso de hidrogênio local. ATJ: Incremento na maturidade tecnológica e eficiência para viabilidade comercial.

1. O Nível de Prontidão Tecnológica (TRL) é uma métrica que avalia a maturidade de uma tecnologia, variando de TRL 1 (princípios básicos observados) até TRL 9 (sistema comprovado em operação).

Economia de Escala	Produção em pequenas biorrefinarias é economicamente desafiadora, resultando em custos elevados.	Escala de biorrefinarias: O incentivo à construção de biorrefinarias em maior escala desempenha um papel crucial na redução dos custos de produção e na viabilização econômica de biocombustíveis e outros produtos derivados. Desenvolvimento Regionalizado: Utilização de recursos locais específicos para otimização da produção de biocombustíveis.
Cooperação Internacional	Normas globais são essenciais para a interoperabilidade e segurança no setor global de aviação.	Parcerias Internacionais: Participação ativa em fóruns e coalizões internacionais para acelerar o desenvolvimento harmonizado de normas e tecnologias sustentáveis.
Descarbonização da Aviação	Alta densidade energética e longa vida útil das aeronaves são desafios significativos.	Ações da Defesa: Testes e pesquisas para implementação do SAF. Logística: Estudos para otimização da eficiência operacional e energética na aviação.
Projeto de Lei Brasileiro	Modelo mandatário visa integrar biocombustíveis na matriz energética do Brasil.	Estratégia Legislativa Sustentável: Continuidade da legislação que incentiva a industrialização do SAF e de outros biocombustíveis para o desenvolvimento sustentável do setor energético e para a redução das emissões de carbono.

Em resumo, a Dra. Amanda Gondim acredita que a implementação de tecnologias sustentáveis no setor da aviação requer um esforço coordenado ao nível nacional, principalmente com a implementação de uma abordagem de produção regionalizada de SAF em pequenas biorrefinarias no Brasil. Conforme argumentou, a produção de biomassa e outras fontes de energia renováveis no país deve considerar as vocações e os recursos regionais disponíveis, promovendo uma descentralização da produção para aumentar a eficiência e a competitividade no setor.

Nessa seara, a Defesa tem o papel de testar e implementar as tecnologias necessárias para a descarbonização. Gondim defendeu que a Defesa pode acelerar a adoção de biocombustíveis ao promover testes e contribuir para a eficiência logística da produção, mas enfrentaria desafios específicos relacionados aos altos custos e à necessidade de infraestrutura adequada. Ela ressaltou que o desenvolvimento dessas tecnologias precisa estar alinhado com estratégias de longo prazo, garantindo que a Defesa possa contribuir de forma significativa para a transição energética.

Outro ponto que merece destaque é a coordenação no nível internacional, por meio de cooperação internacional e compartilhamento de informações, para acelerar o progresso e alcançar os objetivos de descarbonização no país.

2. Futuro da Aviação: Desafios, Abordagens e Soluções para uma Indústria Sustentável no Brasil

Diante da demanda crescente de alternativas sustentáveis para implementação da transição energética, o Dr. José Luis Gonçalves de Almeida, Diretor Executivo do Senai CIMATEC, defendeu que existe uma janela de oportunidade para o desenvolvimento de um mercado de alternativas aos combustíveis fósseis na aviação no Brasil. Como especialista em projetos de descarbonização, com foco em hidrogênio de baixo carbono, Almeida argumentou que a indústria está cada vez mais consciente da importância de investir em tecnologias sustentáveis e diminuir as emissões de gases de efeito estufa, e que isso significa um momento de transição e crescimento para o setor.

Contudo, para além da produção de SAF, existem desafios que reverberam em questões técnicas e financeiras associadas não apenas à produção do combustível alternativo, mas também ao desenvolvimento de tecnologias alternativas que devem ser associadas à transformação do setor, como a produção de aeronaves que operem com SAF, e a eletrificação dos aviões. Ele ainda enfatizou que a cooperação internacional e o uso de biomassas são essenciais para o avanço tecnológico necessário para a transformação da indústria aeronáutica.

Entre os pontos destacados por José Luis estão os desafios enfrentados pela indústria, as abordagens adotadas para superá-los e possíveis caminhos para enfrentar esses desafios. O quadro a seguir sintetiza os pontos principais de sua fala.

Quadro 2. Rumo à Aviação Sustentável: Obstáculos, Estratégias e Caminhos para a Descarbonização

DESAFIOS	ABORDAGENS	SOLUÇÕES
Redução de CO ₂ pela aviação	Necessidade urgente de diminuir o impacto ambiental da aviação devido às altas emissões de CO ₂ e outros poluentes.	Investimento em tecnologias como eletrificação de aeronaves, hidrogênio para aeronaves de médio porte e SAF para aeronaves de grande porte.
Obstáculos técnicos e financeiros na produção de SAF	Custo elevado de produção, necessidade de produção em larga escala e mistura segura com Jet A1 seguindo normas ASTM 4054.	Desenvolvimento contínuo de SAF a partir de óleos vegetais e outras fontes renováveis, uso de infraestrutura existente e cumprimento de critérios de sustentabilidade.
Desafios na eletrificação de aeronaves	Viabilidade limitada para aeronaves de diferentes portes, com ênfase nos pequenos portes devido às limitações de capacidade de bateria e alcance.	Foco na eletrificação de aeronaves pequenas, uso de hidrogênio para aeronaves de médio porte e SAF para aeronaves grandes.
Adaptação de aviões convencionais para novos combustíveis	Aeronaves em operação há muitos anos têm especificações que limitam a redução de aromáticos e naftênicos.	Melhorar a composição do Jet A1 e aumentar a concentração de SAF, além de explorar a cooperação internacional para desenvolvimento tecnológico.
Necessidade de cooperação internacional	As pesquisas e inovações tecnológicas são mais eficientes com a colaboração global.	Fomento de parcerias internacionais e nacionais para acelerar o desenvolvimento tecnológico e o avanço na área de combustíveis alternativos.

Em resumo, o Dr José Luis Gonçalves de Almeida propôs estratégias para a criação de um plano de longo prazo para a indústria aérea brasileira. As orientações apresentadas vão desde a produção nacional de SAF até a realização de investimentos para a construção de aeronaves que operem com a utilização de combustíveis sustentáveis. Apesar do SAF apresentar uma tecnologia *drop-in*, o que significa que pode ser utilizado em aeronaves originalmente projetadas para operar com combustíveis fósseis sem a necessidade de modificações significativas na infraestrutura ou nos motores das aeronaves, o desenvolvimento de aeronaves projetadas especificamente para o uso de SAF pode aumentar ainda mais a sustentabilidade e a competitividade da aviação no futuro. Nesse sentido, o desenvolvimento de novas gerações de aeronaves que, por design, sejam otimizadas para o uso do SAF de forma nativa, levaria a uma potencialização da eficiência energética e a redução de emissões. Assim, o uso de SAF não está condicionado à substituição completa da frota existente, mas sim à ampliação da produção e à viabilidade econômica do combustível.

Por fim, a implementação prática das medidas sugeridas pelo Dr José Luis requer uma combinação de inovação tecnológica com investimentos em pesquisa e desenvolvimento, incentivos governamentais e políticas regulatórias, além de uma ampla colaboração entre atores nacionais e internacionais para garantir a transição da aviação para combustíveis mais sustentáveis.

3. Perspectivas futuras para a ANAC: Desafios e Oportunidades na Implementação de Tecnologias Sustentáveis na Aviação Brasileira

O maior obstáculo que o Brasil enfrenta, de acordo com o Dr. Tiago Sousa Pereira, diretor da ANAC, é atingir a meta de reduzir as emissões de carbono do setor sem comprometer a popularidade do transporte aéreo com o aumento do custo. Tiago, que é atualmente o Diretor-Presidente interino da Agência, falou sobre as dificuldades e oportunidades da ANAC para implementar e certificar novas

tecnologias, bem como a participação do Brasil em organizações regulatórias internacionais como a Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO, em inglês), onde o país atua ativamente na certificação de combustíveis e na definição de metas de descarbonização.

Ele enfatizou que acelerar a aprovação de combustíveis sustentáveis requer cooperação internacional e a participação de especialistas da indústria e da academia nas discussões. Conforme afirma, a principal preocupação da ANAC é garantir que as métricas de descarbonização sejam equitativas e que reflitam os problemas ambientais do Brasil e da América do Sul. Tiago terminou enfatizando o papel do setor de defesa como um incubador de novas tecnologias que podem ser transferidas para o setor civil, ajudando a popularizar e reduzir os custos de tecnologias de energia renovável na aviação. O quadro a seguir organiza os tópicos principais da fala de Tiago:

Quadro 3. Iniciativas Sustentáveis na Aviação: Desafios e Perspectivas para a ANAC

DESAFIOS	ABORDAGENS	SOLUÇÕES
Sustentabilidade na aviação	Equilibrar a necessidade de transição energética da aviação sem aumentar os custos para o consumidor final.	Implementar mecanismos para utilização de tecnologias sustentáveis sem aumentar custos significativamente no setor.
Desafios técnicos e regulatórios	Tecnologias em desenvolvimento ainda não alcançaram a escala necessária e não foram completamente aprovadas.	Colaboração com especialistas para acelerar processos de certificação e desenvolver regulamentos que atendam às necessidades locais.
Incentivos e mecanismos regulatórios	Necessidade de mecanismos que incentivem a descarbonização da aviação a curto, médio e longo prazo.	Implementação do Esquema de Compensação e Redução de Carbono para a Aviação Internacional (<i>Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation</i>) para compensação de carbono, metas de redução de emissões por meio de SAF, e promoção de financiamento via BNDES e iniciativas internacionais como o Fininvest Hub da ICAO.

Em resumo, Tiago delineou a complexa tarefa que a ANAC enfrenta na integração de novas tecnologias sustentáveis na aviação civil brasileira. Ele enfatizou a necessidade de tornar o transporte aéreo mais acessível e sustentável, considerando especialmente as particularidades econômicas e geográficas do Brasil. Ao participar ativamente das discussões internacionais na OACI e ao buscar uma colaboração estreita entre academia, indústria energética e defesa, a ANAC está trabalhando para acelerar a certificação e implementação de combustíveis sustentáveis de aviação. Além disso, Tiago destacou a importância de mecanismos regulatórios e incentivos financeiros, tanto em âmbito nacional quanto internacional, para fomentar o desenvolvimento e a produção de SAF, promovendo a descarbonização do setor sem comprometer sua expansão e acessibilidade.

4. Liderando o Futuro da Aviação do Reino Unido: A Estratégia Sustentável da RAF para 2040

Uma visão abrangente e estratégica sobre como a Royal Air Force (RAF) está abordando a sustentabilidade enquanto mantém sua eficácia operacional foi apresentada por Andrew Sweeney, líder de esquadrão da RAF do Reino Unido. Ele destacou a meta ambiciosa de alcançar a neutralidade de carbono até 2040, uma década antes da meta oficial do governo do Reino Unido para 2050. Como resultado desta antecipação, a RAF, em colaboração com parceiros civis, acadêmicos e industriais, pode influenciar a política e a tecnologia em desenvolvimento. Assim, os cinco pilares da estratégia da RAF são: repensar a provisão de capacidades, aumentar a eficiência operacional, mudar para combustíveis sustentáveis, explorar propulsão zero-carbono e combater as emissões de outros gases estufa além do CO₂.

Andrew também enfatizou os desafios significativos enfrentados pelo Reino Unido, como a necessidade de aumentar a capacidade de produção de SAF e a importância de uma abordagem cola-

borativa internacional para evitar comportamentos prejudiciais e garantir a segurança energética. Como comprador garantido do SAF, a RAF trouxe aos investidores confiança para aumentar a produção. Ele enfatizou a importância de diversificar os estoques de energia e a colaboração global para lidar com problemas operacionais e climáticos. A meta da RAF para 2040 é liderar e acelerar a transição energética do setor de aviação civil e militar. Os tópicos principais da fala de Andrew estão organizados no quadro a seguir:

Quadro 4. Estratégias da RAF para a Sustentabilidade e Eficácia Operacional

DESAFIOS	ABORDAGENS	SOLUÇÕES
Manutenção da Eficácia Operacional	Necessidade de manter a eficácia operacional enquanto se reduz as emissões, sem comprometer a capacidade de defesa.	Implementação de tecnologias emergentes, como treinamento sintético, renovação da frota e Retrofit de aeronaves existentes.
Transição Energética	Dependência de cadeias de suprimentos globais e a necessidade de uma transição para SAF.	Parcerias para pesquisa e integração de SAF, exploração de propulsão zero-carbono e estudos sobre o impacto de emissões não-CO ₂ .
Capacidade de Produção de SAF	Insuficiência de capacidade de produção de SAF, apesar de avanços tecnológicos e interesse crescente.	Utilização da RAF como compradora garantida para aumentar a confiança dos investidores e estimular a capacidade de produção de SAF.
Cooperação Internacional	Necessidade de alinhamento e cooperação entre países e forças aéreas para evitar comportamentos que minem os esforços de sustentabilidade.	Estabelecimento de colaborações globais, como a <i>Global Air Force Climate Change Collaboration</i> , para compartilhar conhecimento e estratégias.

Em resumo, Andrew Sweeney apresentou uma visão que transcende a simples adequação às metas de descarbonização já estabelecidas pelo governo do Reino Unido, propondo uma estratégia ambiciosa para enfrentar os desafios climáticos no setor de defesa, que serve como exemplo de como a aviação militar pode ser protagonista na transição energética. Sua fala revela um cenário onde, mesmo diante de obstáculos significativos, como a limitada capacidade de produção de SAF e a dependência de tecnologias emergentes, a RAF tem sido capaz de traçar um caminho possível e pragmático rumo à sustentabilidade. A fala de Sweeney aponta para um futuro onde a descarbonização não é apenas viável, mas também essencial para garantir a competitividade e a segurança global, sugerindo que até os setores mais desafiadores podem avançar substancialmente em direção a descarbonização.

5. Oportunidades e Recomendações para o Setor Aéreo do Brasil

A implementação de tecnologias sustentáveis na aviação brasileira requer uma abordagem integrada que inclua o desenvolvimento de combustíveis alternativos, o aproveitamento de recursos renováveis e a cooperação internacional. Importa, de antemão, ter em consideração que o Brasil pode ser um líder na produção de SAF, porém existe um caminho longo para que este potencial possa ser explorado. Para isso é necessário considerar projetos de biorrefinarias, abundância de biomassa e a infraestrutura energética existente. Para superar os desafios econômicos e tecnológicos, parcerias estratégicas e investimentos contínuos são essenciais, permitindo que a aviação avance de forma sustentável sem comprometer a eficiência operacional ou aumentar significativamente os custos para os consumidores.

Desta forma, alguns pontos podem ser considerados para o avanço do setor:

Quadro 6. Oportunidades e Ações Estratégicas para o Brasil

OPORTUNIDADES	DESCRIÇÃO	IMPLEMENTAÇÃO
Investimento em Tecnologias (Eletrificação de Aeronaves, Hidrogênio e SAF)	Com o aumento da pressão sobre a indústria da aviação para reduzir suas emissões de carbono e adotar práticas mais sustentáveis, surgem alternativas focadas em três áreas principais: eletrificação de aeronaves, voltada para aviões de pequeno porte; hidrogênio, ideal para aeronaves de médio porte; e combustíveis sustentáveis de aviação (SAF), mais adequados para aviões de grande porte. Essas tecnologias já existentes oferecem um caminho para a transição para uma aviação mais ecológica.	<p>1. Eletrificação de Aeronaves: Incentivar a pesquisa em baterias de alta densidade energética, promover projetos pilotos e apoiar startups focadas em tecnologias de propulsão elétrica. Estabelecer centros de testes e certificação para novas tecnologias.</p> <p>2. Hidrogênio para Aeronaves de Médio Porte: Embora o hidrogênio ofereça potencial para reduzir emissões e tenha alta densidade energética, ele enfrenta restrições significativas no setor de aviação, especialmente em contextos operacionais complexos, como a aviação de defesa. Além das dificuldades logísticas, como a impossibilidade de abastecimento aeronave-aeronave, o hidrogênio representa um risco à segurança devido à natureza volátil do combustível em condições de operações variadas. Diante disso, a recomendação seria focar em pesquisa para superar essas barreiras, buscando desenvolver tecnologias seguras para armazenamento e distribuição em situações específicas. Além disso, seria essencial implementar programas piloto que explorem o uso do hidrogênio em condições mais controladas e menos suscetíveis a riscos operacionais, como rotas regionais, antes de uma adoção em maior escala.</p> <p>3. SAF para Aeronaves de Grande Porte: Apoio ao desenvolvimento e comercialização de combustíveis de aviação sustentáveis, produzidos a partir de matérias-primas renováveis. Para isso, recomenda-se subsidiar a construção de plantas de produção de SAF, oferecer incentivos fiscais para empresas que utilizam SAF e estabelecer normas claras para a mistura e uso de SAF.</p>
Desenvolvimento de Biocombustíveis em escala	Para produzir biocombustíveis com alto Nível de Prontidão Tecnológica (TRL) é necessário considerar uma combinação de estratégias tecnológicas, econômicas e operacionais. Parcerias estratégicas com universidades, centros de pesquisa e o setor privado são essenciais, assim como o apoio contínuo do governo por meio de políticas públicas e incentivos econômicos. Essas ações podem ajudar a reduzir custos e promover a viabilidade comercial de biocombustíveis como a HEFA e ATJ no Brasil.	<p>1. Pesquisa e Desenvolvimento Local: Investir em P&D em universidades e centros de pesquisa brasileiros para desenvolver catalisadores mais baratos e eficientes. O Brasil possui um forte setor acadêmico e várias universidades de renome que podem contribuir significativamente. Além disso, utilização da capacidade de centros de pesquisa como a Embrapa para desenvolvimento de tecnologias ATJ.</p> <p>2. Produção de Hidrogênio com Energias Renováveis: (a) Aproveitar o potencial do Brasil para energias renováveis, como solar e eólica, para produzir hidrogênio verde localmente. O Brasil tem grande capacidade para produção de energia limpa que pode ser usada para a eletrólise da água. (b) Sinergia com a Indústria de Biogás, integrando a produção de hidrogênio com a crescente indústria de biogás no Brasil, utilizando resíduos agrícolas e urbanos.</p> <p>3. Otimização de Processos de Produção: Utilizar a experiência do setor de biocombustíveis do Brasil (como o etanol) para otimizar os processos de produção de HEFA.</p> <p>4. Melhoria da eficiência econômica: (a) Aumentar a capacidade de produção para aproveitar economias de escala, similar ao que foi feito com o etanol no Brasil. (b) Incentivos Governamentais: Aproveitar programas de incentivo e subsídios do governo brasileiro, como o RenovaBio, para reduzir os custos operacionais e de capital. (c) Programas de Financiamento: Utilizar programas de financiamento público e privado para investir em expansão e modernização da produção.</p>
Desenvolvimento Regionalizado de Biorrefinarias	Uma forma de diminuir o custo operacional desses elementos é impulsionar a produção e o uso de biocombustíveis de forma descentralizada, aproveitando as particularidades e os recursos de cada região, promovendo sustentabilidade econômica e ambiental.	<p>1. Desenvolvimento regional: Estímulo ao desenvolvimento econômico local através da utilização de recursos regionais, criando oportunidades para comunidades rurais e fortalecendo a economia local.</p> <p>2. Sustentabilidade agrícola: Minimização da pegada de carbono ao reduzir a dependência de combustíveis fósseis com incentivo a promover práticas agrícolas sustentáveis para a produção de biocombustíveis.</p> <p>3. Melhoria na logística: Reduz os custos e a pegada de carbono associados ao transporte de combustíveis, promovendo uma produção mais próxima dos centros de consumo.</p>
Incremento na maturidade tecnológica através da Indústria de Defesa	Utilizar o setor de defesa como incubadora para testar e validar novas tecnologias de energia sustentável que possam ser escaladas para o setor civil.	<p>1. Planejamento e Análise de Viabilidade: Definir os objetivos do projeto, recursos necessários, cronograma e orçamento.</p> <p>2. Desenvolvimento de Parcerias: Formar consórcios com universidades, centros de pesquisa, empresas de biotecnologia e órgãos governamentais.</p> <p>3. Pesquisa e Desenvolvimento: Investir em projetos de P&D para o desenvolvimento de tecnologias HEFA e ATJ.</p> <p>4. Testes Piloto: Implementar testes piloto em unidades militares, monitorando o desempenho e coletando dados para validação.</p> <p>5. Escalonamento: Transferir as tecnologias validadas para o setor civil, promovendo a adoção de biocombustíveis avançados em larga escala.</p>

Adaptação de aviões convencionais para novos combustíveis	A adaptação da infraestrutura existente para biocombustíveis avançados na aviação requer uma abordagem coordenada que inclui avaliação técnica, modificação de equipamentos, capacitação e melhorias logísticas.	<p>1. Aviões: Avaliação técnica para garantir a compatibilidade com os sistemas das aeronaves para o uso de biocombustíveis avançados.</p> <p>2. Análise de Compatibilidade: Realizar uma análise detalhada da compatibilidade dos biocombustíveis com as especificações técnicas dos motores das aeronaves existentes. Isso inclui a avaliação dos efeitos dos biocombustíveis na performance do motor, na manutenção e na vida útil dos componentes.</p> <p>3. Modificações de Motores: Implementar modificações nos motores, se necessário, para garantir que possam operar com misturas mais altas de SAF. Isso pode incluir ajustes nos sistemas de combustão, injeção de combustível e gerenciamento térmico.</p> <p>4. Certificação e Homologação: Trabalhar com autoridades de aviação civil (como ANAC) para certificar e homologar as modificações e o uso de biocombustíveis avançados nas aeronaves.</p>
Cooperação Internacional	As pesquisas e inovações tecnológicas são mais eficientes com a colaboração global.	Fomento de parcerias internacionais para acelerar o desenvolvimento tecnológico e o avanço na área de combustíveis alternativos. Aproveitar o potencial do Brasil para produção de SAF.

6. Conclusão

Sabe-se que à medida que a transformação do setor aéreo se torna uma realidade inquestionável para a manutenção da operacionalidade da aviação civil e militar, fica evidente que o caminho a seguir é tanto desafiador quanto promissor. Esta dualidade se apresenta como uma grande janela de oportunidade para o Brasil, porém isto demanda um esforço significativo de alinhamento entre planejamento estratégico, as inovações necessárias e as potencialidades existentes no país.

Para isso, apresenta-se nesse relatório uma visão abrangente de desafios e perspectivas para implementação do processo de descarbonização do setor aéreo, conforme as discussões do webinar “Defesa e novas tecnologias sustentáveis no Setor da Aviação”. Cada especialista abordou não apenas a gravidade do problema, mas também as várias formas de desenvolvimento e colaboração necessárias para se pensar em um planejamento estratégico possível para o setor aéreo brasileiro.

É imperativo enfatizar que não existe um único caminho; portanto, a solução para esse problema não se limita a investir na indústria de defesa e se concentrar em uma única área. A eletrificação de aeronaves com combustíveis alternativos e hidrogênio são soluções viáveis. No entanto, a transição exige que governos, indústrias, academia e organizações internacionais colaborem entre si. Para superar obstáculos técnicos e financeiros, acelerar a certificação de novas tecnologias e garantir a segurança e interoperabilidade no setor, é necessário um trabalho conjunto em diversas frentes.

Outro fator que merece destaque é que, apesar do reconhecimento de que a Defesa pode atuar como um campo importante de testes para tecnologias emergentes, facilitando sua transferência para o setor civil, essa dinâmica tem mudado nos últimos anos. Historicamente, houve momentos em que a defesa liderou a inovação tecnológica, com o setor civil seguindo em sua esteira. No entanto, atualmente, e especialmente no desenvolvimento de tecnologias verdes, essa não é mais a tendência observada, tanto no Brasil quanto em outras partes do mundo. Assim, o setor civil, com sua maior capacidade de produção em escala e acesso a recursos, tem liderado esse movimento. Por isso, o papel da Defesa, embora ainda relevante, é mais de suporte no processo de experimentação dessas tecnologias em desenvolvimento, garantindo que os requisitos operacionais específicos do setor de defesa sejam considerados. No contexto brasileiro, embora a defesa seja parte importante do ecossistema de pesquisa e desenvolvimento, o protagonismo na inovação verde tem sido conduzido pelo setor civil, tornando essencial uma abordagem colaborativa e integrada entre ambos.

Por fim, é imperioso destacar que, no cenário brasileiro, a abundância de biomassa do país o coloca como um potencial líder na produção de SAF. O estabelecimento de biorrefinarias e uma abordagem regionalizada para a produção de biocombustíveis são ações estratégicas que podem colocar o país no centro da aviação sustentável. Podendo criar um futuro onde a aviação brasileira não apenas conecte os mundos, mas também seja um propulsor de uma nova era de eficiência tecnológica e responsabilidade socioambiental. ■

FICHA INSTITUCIONAL

Diretor Presidente

Raul Jungmann

Conselho de Administração

Sergio Westphalen Etchegoyen (Presidente)

Marcelo Furtado

Raul Jungmann

Diretora Executiva

Mariana Nascimento Plum

Diretor Administrativo Financeiro

Newton Raulino

Núcleo de Projetos e Pesquisa

Bruna Ferreira

Mila Campbell

Coordenadora de Comunicação

Valéria Amorim

Núcleo de Inteligência e Informação

Antônio Augusto Muniz

Núcleo Técnico

José Hugo Volkmer

Núcleo Jurídico

Gabriel Sampaio

Assistente Administrativo

Leandra Barra

Autoria

Polianna Almeida

Revisão

Bruna Ferreira

Mariana Nascimento Plum

Mila Campbell

Peterson Ferreira da Silva

Tamiris Santos

Projeto Gráfico e Diagramação

Pedro Bopp

APOIO:



PARCERIA:



Relatório de Webinar.

Defesa e novas tecnologias sustentáveis no Setor da Aviação
Brasília. Centro Soberania e Clima.

12p.

Palavras chave:

1. Combustível Sustentável de Aviação; 2. Setor Aéreo; 3. Inovação; 4. Sustentabilidade.