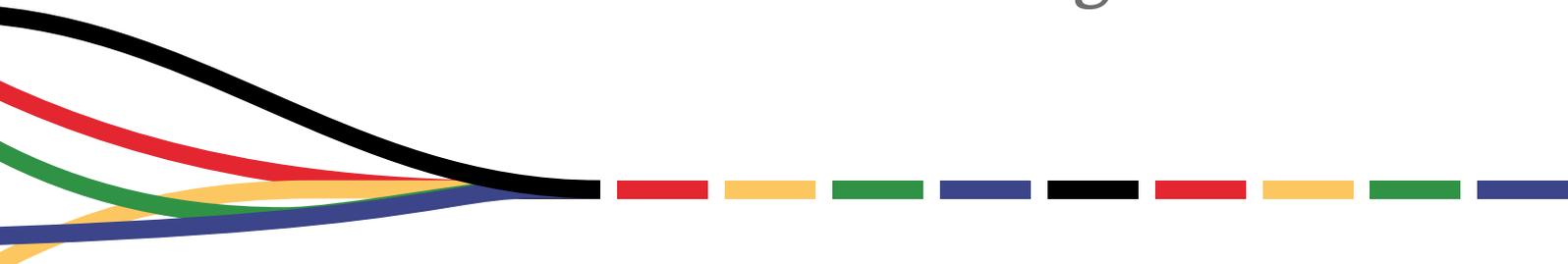


COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS PARA AVIAÇÃO NO BRASIL

Material didático

ALTERNATIVE FUELS FOR AVIATION IN BRAZIL

Teaching material



APRESENTAÇÃO E FORMULÁRIO DE ACESSO

PRESENTATION AND REQUEST FORM



ProQR



Todas as indicações, dados e resultados desta publicação foram compilados e cuidadosamente revisados pelos/as autores/as. Apesar disso, podem ocorrer erros com relação ao conteúdo. Dessa forma, nem a GIZ nem os/as autores/as podem ser responsabilizados/as por qualquer reivindicação, perda ou prejuízo, direto ou indireto, resultante do uso ou da confiança depositada sobre as informações contidas nesta publicação que sejam, direta ou indiretamente, resultante dos erros, imprecisões ou omissões de informações.

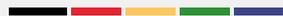
As ideias e opiniões expressas nesta publicação são dos/as autores/as e não refletem necessariamente a posição do Ministério do Meio Ambiente, Proteção da Natureza, Segurança Nuclear e Proteção ao Consumidor (BMUV), ou da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

A duplicação ou reprodução do todo ou de partes do estudo (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e distribuição para fins não comerciais são permitidas, desde que a GIZ seja citada como fonte da informação. Para outros usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição do todo ou de partes desta publicação, é preciso de autorização escrita da GIZ GmbH.

All indications, data and results for publication were compiled and carefully reviewed by the by the authors. Nevertheless, errors may occur with respect to the content. Therefore, neither GIZ nor the authors can be held responsible for any claim, loss or damage, direct or indirect, resulting from the use of, or reliance upon, the information contained in this publication that directly or indirectly result of errors, inaccuracies or omissions of information.

The ideas and opinions expressed in this publication are those of the authors and do not necessarily reflect the position of the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV) or the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Duplication or reproduction of the whole or parts of the study (including transfer of data to media storage systems) and distribution for non-commercial purposes are permitted, provided that the provided that GIZ is cited as the source of the information. For other commercial uses, including duplication, reproduction or distribution of all or parts of this publication, written permission from GIZ is required.



Publicado por

ProQR – Combustíveis Alternativos sem Impactos Climáticos
Cooperação Técnica Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável

Published by

ProQR – Climate-neutral Alternative Fuels
Brazilian-German Technical Cooperation for Sustainable Development

Direção do Projeto

Project Management

Eduardo Soriano Lousada (MCTI)
Tina Ziegler (GIZ)
Jürgen Kern (DLR)

Autores

Authors

Rafael Silva Menezes (MCTI)
Jürgen Kern (DLR)
Tina Ziegler (GIZ)
Amanda Gondim (RBQAV)
Lucas Freire (GIZ)

Revisão técnica

Technical Revision

Ruth Barbosa (GIZ)

Revisão de texto

Text Revision

Núcleo de Comunicação e Processos Digitais
da GIZ Brasil (NCPD)

Projeto Gráfico e Diagramação

Graphic Design and Layout

João Bosco Gouvea Ramos

Maio 2022

May 2022



Contatos

Contacts

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
Coordenação-Geral de Estratégias e Negócios
Departamento de Tecnologias Estruturantes
Secretaria de Empreendedorismo e Inovação
Esplanada dos Ministérios - Bloco E – Sala 346
70.067-900, Brasília-DF, Brasil
+55 61 2033-7817

Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
SCN Quadra 1 Bloco C Sala 1401 - 14º andar
Ed. Brasília Trade Center
70711-902 Brasília-DF, Brasil
+55 61 2101-2170

Esta publicação foi elaborada no âmbito do projeto ProQR- Combustíveis Alternativos Sem Impactos Climáticos, realizado por meio da Cooperação Técnica Brasil Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Este projeto faz parte da Iniciativa Climática Internacional (IKI). O Ministério Federal do Meio Ambiente, Conservação da Natureza, Segurança Nuclear e Proteção ao Consumidor (BMUV) apoia essa iniciativa com base em uma decisão adotada pelo Bundestag alemão.

O projeto ProQR tem como objetivo criar um modelo de referência internacional para combustíveis alternativos sem impactos climáticos para o transporte aéreo e outros setores sem potencial de eletromobilidade.

This publication was prepared within the project ProQR-Climate-neutral Alternative Fuels realized through the German-Brazilian Technical Cooperation for Sustainable Development in partnership with the Ministry of Science, Technology and Innovation (MCTI) and the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. This project is part of the International Climate Initiative (IKI). The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV) supports this initiative based on a decision adopted by the German Bundestag.

The ProQR project has the objective of creating an international reference model for alternative fuels without climate impact for air transport and other sectors without electromobility potential.

Sumário | Table of Contents

1. Sobre ProQR About ProQR	7
2. Editorial Preface ProQR	10
3. Editorial Preface MCTI	13
4. Editorial Preface DLR	15
5. Editorial Preface RBQAV	17
6. O Material didático The Teaching material	19
7. Recursos de ensino Teaching resources	25
Formulário de solicitação	27
Request form	28

Abreviações | Abbreviations

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica Electrical Energy Regulatory Agency
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis Oil, Gas and Biofuels Regulatory Agency
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz Ministério do Meio Ambiente, Proteção Ambiental, Segurança Nuclear e Proteção ao Consumidor Ministry for Environment, Environmental Protection, Nuclear Security and Consumer Protection
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro Alberto Luiz Coimbra Institute for Graduate Studies and Engineering Research of the Federal University of Rio de Janeiro
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt Centro Aeroespacial Alemão / German Aerospace Center
EPE	Empresa de Pesquisa Energética Energy Research Company
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH Agência Alemã de Cooperação Internacional German International Cooperation Agency
HCD	Human Capacity Development Desenvolvimento da Capacidade Humana
ICT	Information & Communication Technology Tecnologia da Informação e Comunicação
IKI	Internationale Klimaschutzinitiative Iniciativa Climática Internacional International Climate Initiative
ISI-RE	Instituto SENAI de Inovação em Energias Renováveis SENAI Institute for Renewable Energy Innovation
MCTI	Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações Ministry of Science, Technology and Innovations
ProQR	Combustíveis de Aviação sem Impactos Climáticos Climate Neutral Alternative Fuels
PtL	Power-to-Liquid Energia-para-Líquidos
RBQAV	Rede Brasileira de Bioquerosene e Hidrocarbonetos Sustentáveis para Aviação Brazilian Network for Aviation Bioquerosene and Sustainable Hydrocarbons
SAF	Sustainable Aviation Fuels Combustíveis Sustentáveis de Aviação
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial National Service of Industrial Learning
UFPR	Universidade Federal do Paraná Federal University of Paraná
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro Federal University of Rio de Janeiro
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte Federal University of Rio Grande do Norte

Agradecimentos | Acknowledgements

Autores

Authors

Jürgen Kern (DLR-VE)
Andreas Meurer (DLR-VE)
Ying Deng (DLR-VE)
Bruna Wanke (DLR-VE)
Bastian Rauch (DLR-VT)
Günter Schneider (Enolcon)

Revisores

Revisors

Alexandre Szklo (COPPE)
Lucas Ribeiro (ANEEL)
Claudio Mota (UFRJ)
Antonio Marin (HYTRON)
Luiz Ramos (UFPR)
Clarissa Bergman Fonte (COPPE)
Fillipe Augusto Garcia (ANP)
Fabiola Correia (ISI-ER/RN)
Pedro Davi (EPE), Luciano Oliveira (EPE)



1. Sobre ProQR | About ProQR

O *ProQR - Combustíveis de Aviação sem Impactos Climáticos*, promove a produção e o uso de Combustíveis Sustentáveis de Aviação (SAF) no Brasil. O projeto é uma parceria entre a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH e o Ministério Brasileiro de Ciências e Tecnologia (MCTI), financiado pelo Ministério Alemão do Meio Ambiente, Proteção da Natureza, Segurança Nuclear e Proteção ao Consumidor da Alemanha (BMUV, em alemão) no âmbito da Iniciativa Internacional do Clima (IKI, em alemão).

O projeto surgiu da necessidade de decarbonizar a aviação. O setor é responsável por 2,5% das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) em todo o mundo e a demanda cresce a cada ano. Diferentemente do que ocorre no caso dos automóveis, a eletrificação ou outras alternativas de propulsão não são viáveis para um futuro próximo. A estratégia mais eficaz hoje para ter uma aviação mais limpa a partir das tecnologias já existentes é o uso de combustível sustentável de aviação (sustainable aviation fuel – SAF). Eles substituem os combustíveis de origem fóssil, que além de poluentes, tornam-se cada dia mais caros.

O Brasil apresenta um enorme potencial para ser um dos líderes globais do mercado de SAF. Com o ProQR, a GIZ e o MCTI trabalham juntos para aproveitar o potencial e pioneirismo brasileiro no uso de combustíveis sustentáveis e a expertise tecnológica alemã. No arranjo do projeto, essa expertise é representada pelo Centro Aeroespacial Alemão, DLR, apoiando com estudos de viabilidade, recursos didáticos de alto nível e intercâmbio técnico. Para produzir SAF, o projeto promove a aplicação da rota Fischer-Tropsch, utilizando energia renovável,

ProQR - Climate Neutral Alternative Fuels, promotes the production and use of Sustainable Aviation Fuels (SAF) in Brazil. The project is a partnership between Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH and the Brazilian Ministry of Science and Technology (MCTI), financed by the German Ministry for the Environment, Nature Protection, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV) within the International Climate Initiative (IKI).

The project arose from the need to decarbonize aviation. The sector is responsible for approximately 2.5% of the world's greenhouse gas (GHG) emissions and the demand grows every year. Unlike cars, electrification or other alternative engine technologies are not viable in the near future. The most effective strategy today for a cleaner aviation from existing technologies is the use of sustainable aviation fuels (SAF). They replace fossil fuels, which pollute and become more expensive by the day.

Brazil presents an enormous potential to be one of the global leaders in the SAF market. With ProQR, GIZ and MCTI are working together to leverage this potential and Brazil's pioneering role in the use of sustainable fuels, combined with German technological expertise. In the project arrangement, this expertise is represented by the German Aerospace Center (DLR) supporting with feasibility studies, high-level didactic resources and technical exchange. To produce SAF, the project advocates the Fischer-Tropsch technology, using renewable energy, CO₂, directly from the air or from the polluting industry and water to produce aviation paraf-

CO₂ diretamente do ar ou da indústria poluente e água para produzir querosene de aviação. No Brasil, a capacidade de produção e o preço competitivo de energia solar e eólica é bastante favorável para produzir SAF sem impactos climáticos.

Outro foco do ProQR é a liberação de GEEs durante o transporte dos combustíveis até os aeroportos. Por se tratar de um país de dimensões continentais, o número de aeroportos em áreas remotas é grande. Eles ficam longe das refinarias e muitos até dependem de abastecimento através de aviões que multiplica o custo do combustível. Por essa razão, os tais aeródromos distantes apresentam-se como locais ideais para produzir SAF no Brasil. A proposta do ProQR é de criar as condições quadros para construir neles plantas de SAF, pequenas e modulares. Tal abordagem, além de contribuir na diminuição do impacto do transporte do combustível, uma vez que esse é produzido já em seu local de consumo, permite a construção de plantas com uma maior viabilidade econômica, uma curva de aprendizagem rápida e uma replicabilidade ágil.

A produção de SAF, devido à sua proposta inovadora, hoje ainda é um investimento custoso. A urgência de descarbonizar a aviação e uma maior competitividade de SAF nas próximas décadas são pontos que aumentam o interesse dos países e empresas nessa área. Na busca por viabilizar a aviação limpa no Brasil, o trabalho do ProQR foi pensado para ser executado através de quatro componentes: *Plantas Piloto*, focada em facilitar a realização de uma planta que produz SAF; *Articulação Setorial*, que visa promover o diálogo entre os diferentes setores envolvidos na temática e a mobilização em prol do desenvolvimento de políticas públicas de incentivo e regulamentação de SAF; *Capacitação*, cujo objetivo é produzir e difundir conhecimento técnico e científico com apoio da academia brasileira; *Disseminação*, responsável por disseminar conhecimentos sobre SAF por meio de publicações e eventos nacionais e internacionais.

fin. In Brazil the capacity and the competitive price of solar and wind energy are very good to produce SAF without climate impacts.

Another focus of ProQR is the release of GHGs during transportation of fuels to airports. Since Brazil is a continent-sized country, there is a large number of airports in remote areas. They are far from refineries and many even depend on airplanes for fuel transport multiplying the cost for such. Hence, such remote airfields present themselves as ideal locations to produce SAF in Brazil. ProQR's proposal is to promote decentralized and modular fuel production plants right on the spot. Such approach, besides contributing to reduce the impact of fuel transportation, since it is produced on site, allows the construction of plants with a greater economic viability, a fast learning curve and an agile replicability.

The SAF market, due to its innovative character, is still a costly investment today. The urgency to decarbonize aviation and higher competitiveness of SAF in the coming decades increase the interest of countries and companies in this area. In the search for making clean aviation feasible in Brazil, ProQR's work is designed to be executed in four components: *Pilot Plants*, focused on facilitating the construction of a SAF plant; *Sectorial Articulation*, promoting dialogue between different sectors involved in the topic and mobilization to develop public policies to incentivise and regulate SAF; *Capacity Building*, whose objective is to produce and propagate technical and scientific knowledge with support from Brazilian academia; *Dissemination*, responsible for disseminating knowledge about SAF through publications and national and international events.

The present publication was elaborated within the scope to launch the didactic

A presente publicação foi idealizada no âmbito do lançamento, em 2022, do material didático “Alternative Fuels for Aviation in Brazil” (Combustíveis Alternativos para Aviação no Brasil), produzido em parceria com o Centro Aeroespacial Alemão (DLR, em alemão). Nas próximas páginas será possível conhecer um pouco mais sobre o ProQR e seu novo insumo didático, importante marco na parceria com a academia brasileira.

material “Alternative Fuels for Aviation in Brazil” in 2022, produced in partnership with the German Aerospace Center (DLR). On the following pages it will be possible to know a little more about ProQR and its new didactic input, an important milestone in the partnership with Brazilian academia.

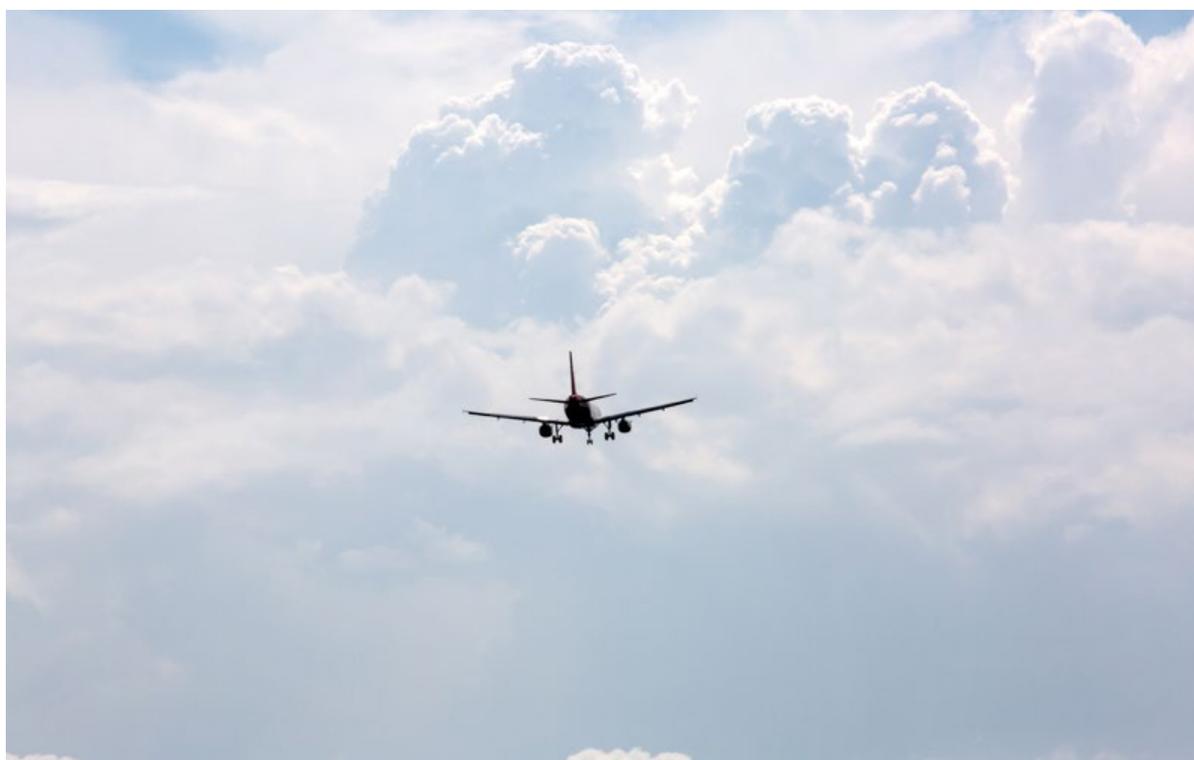


Foto: Soninha Vil, GIZ



2. Editorial | Preface ProQR

Quando concebemos o projeto ProQR, ainda em 2016, a ideia pareceu surreal para muitos. As discussões sobre Combustíveis Sustentáveis de Aviação (SAF, em inglês) surgiam timidamente no horizonte das estratégias para diminuição das emissões globais de gases de efeito estufa (GEEs). Além disso, a abordagem proposta pelo ProQR, já em sua gênese, mostrava-se disruptiva: empregar tecnologia de ponta para produzir SAF no Brasil, utilizando energia limpa e captura de CO₂ direto do ar, em plantas pequenas e localizadas nos próprios aeroportos.

Hoje, vemos que a busca pela descarbonização da aviação a partir do uso de SAF é uma realidade internacional. Diversas são as iniciativas, por parte dos Estados e da iniciativa privada, para promover a substituição dos combustíveis fósseis tradicionais por SAF. No Brasil, essa temática tem ganhado, nos últimos anos, uma efervescência.

Ao lado de nossos parceiros do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), fomos capazes de alcançar importantes marcos no Brasil. Em 2019, conseguimos a regulação do SAF no Brasil, a partir da resolução 778/779 da Agência Nacional do Petróleo (ANP). Já em 2021, acompanhamos de perto a consolidação das políticas em prol dos Combustíveis Sustentáveis de Aviação, com a criação do Programa Combustível do Futuro e do Programa Nacional de Bioquerosene. Com uma maior estabilidade legislativa e regulatória, vemos surgir frutos no crescente comprometimento de parceiros na indústria brasileira em embarcar nessa viagem de produzir SAF no Brasil.

Outro aspecto importante da atuação do ProQR, desde o início do projeto, é seu trabalho conjunto com a academia. Acredita-

When we conceived the ProQR project, back in 2016, the idea seemed surreal to many. Discussions on Sustainable Aviation Fuels (SAF) were timidly emerging on the horizon to reduce global emissions of greenhouse gases (GHGs). Moreover, the approach proposed by ProQR, already in its genesis, was disruptive: to employ state-of-the-art technology to produce SAF in Brazil, using clean energy and capturing CO₂ directly from the air, in small plants located next to the airports.

Today, we see that the search to decarbonize aviation using SAF is an international reality. There are several initiatives, by States and private companies, to promote the substitution of traditional fossil fuels by SAF. In Brazil, in recent years, this topic has gained effervescence.

Alongside our partners in the Ministry of Science, Technology and Innovation (MCTI), we have been able to achieve important milestones in Brazil. In 2019, we achieved the regulation of SAF in Brazil, from the resolution 778/779 of the National Petroleum Agency (ANP). In 2021, we supported the consolidation of policies in favour of SAF, with the creation of the Fuel of the Future Programme and the National Biokerosene Programme. With greater legislative and regulatory stability, we see growing fruits in the increasing commitment of partners in the Brazilian industry to embark on this journey to produce SAF in Brazil.

Another important aspect of ProQR's work, since the beginning of the project, is its cooperation with academia. We believe that the promotion of education and research on SAF is fundamental, not only to boost

mos que a promoção de ensino e pesquisa sobre Combustíveis Sustentáveis de Aviação é fundamental, não só para impulsionar a temática, mas também para formação de mão de obra qualificada a atuar nesse novo mercado. Com isso em mente, nos unimos ao Centro Aeroespacial Alemão (DLR, em alemão) para produzir o material didático “Alternative Fuels for Aviation in Brazil” (Combustíveis Alternativos para Aviação no Brasil). O objetivo principal do insumo é servir de ferramenta pedagógica e apoiar professores em salas de aula e laboratórios no Brasil e no mundo.

Também desenvolvemos, ao longo dos anos, uma proveitosa relação com os colegas da Rede Brasileira de Bioquerosene e Hidrocarbonetos Sustentáveis para Aviação (RBQAV). Em 2017, acompanhamos a criação da Rede e, em 2019, marcamos presença em seu primeiro congresso. Além disso, GIZ, DLR e RBQAV trabalharam estreitamente na elaboração do material didático sobre SAF.

Como diretora do projeto ProQR, parte da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, sinto-me honrada de trabalhar nestas parcerias ágeis, contribuindo para a história da descarbonização da aviação brasileira. Tenho certeza de que a partir das contribuições que podemos entregar com o projeto ProQR, a tecnologia de SAF fará grandes avanços. Contribuímos para viabilizar um mercado consolidado para Combustíveis Sustentáveis de Aviação no Brasil e – não menos – do que a descarbonização do nosso planeta. Agradecemos pela parceria.

Tina Maria Ziegler

Diretora do ProQR - Combustíveis Alternativos
sem Impactos Climáticos
Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

the topic, but also to train qualified workforce for this new market. We joined forces with the German Aerospace Center (DLR, in German) to produce the didactic material “Alternative Fuels for Aviation in Brazil”. The main goal of the material is to serve as a pedagogical tool and support teachers in classrooms and laboratories in Brazil and worldwide.

Over the years, we have also developed a fruitful relationship with colleagues from the Brazilian Network for Biokerosene and Sustainable Hydrocarbons for Aviation (RBQAV). In 2017, we accompanied the creation of the Network and, in 2019, we attended its first congress. In addition, ProQR, DLR and RBQAV worked closely on the development of the teaching material on SAF.

As director of the ProQR project, part of the German Cooperation for Sustainable Development implemented by Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, I feel honoured to work in these agile partnerships, contributing to the history of decarbonization of Brazilian aviation. I am sure that with our contributions from the ProQR Project, the technology of SAF will make great advances. We contribute to enable a consolidated market for SAF in Brazil and - not least - the decarbonisation of our planet. We thank you for the partnership.

Tina Maria Ziegler

Director of ProQR - Combustíveis Alternativos
sem Impactos Climáticos
Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Foto: Soninha ViL, GIZ



Foto: Soninha ViL, GIZ

3. Editorial | Preface MCTI

Um dos objetivos principais do projeto *ProQR – Combustíveis Alternativos Sem Impactos Climáticos* - é a colaboração com universidades para criar uma massa crítica de futuros especialistas e fomentar a pesquisa e a inovação em PtL-SAF no Brasil. Nesse contexto, é fundamental a produção e divulgação de conhecimento técnico-científico sobre produção e uso de combustíveis sustentáveis para a aviação como alternativa para a substituição total e/ou parcial de combustíveis fósseis.

O material didático “Combustíveis Alternativos para Aviação no Brasil” atua nesse contexto e visa impulsionar a qualificação de professores, pesquisadores, estudantes e técnicos dos setores público e privado nas temáticas de SAF. O material foi desenvolvido pelo ProQR, em colaboração com o DLR e revisado por importantes especialistas brasileiros, e seu conteúdo é apresentado de forma integrada e interdisciplinar.

Um dos grandes desafios a partir desse momento é garantir que o conhecimento produzido seja disseminado, sendo fundamental a capacitação de multiplicadores desse conhecimento em Universidades, ICT’s e empresas. O material produzido pelo projeto, alinhado com o crescente número de iniciativas na área de SAF, certamente contribuirá com a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação, de forma a superar os principais gargalos tecnológicos do setor e alcançar a competitividade desses novos combustíveis alternativos frente aos fósseis.

Por fim, cabe agradecer a todos os autores e instituições que contribuíram direta e indiretamente na produção desse material, em especial: German Aerospace Center (DLR), Enolcon, Universidade Federal do Rio de Ja-

One of the main objectives of the project *ProQR – Climate-neutral Alternative Fuels* - is the collaboration with universities to create a critical mass of future specialists and foster research and innovation in PtL-SAF in Brazil. In this context, the production and dissemination of technical and scientific knowledge on the production and use of sustainable fuels for aviation as an alternative for the total and/or partial substitution of fossil fuels is fundamental.

The didactic material “Alternative Fuels for Aviation in Brazil” acts in this context and aims to boost the qualification of teachers, researchers, students and technicians in the public and private sectors on the themes of SAF. The material was developed by ProQR, in collaboration with DLR and revised by important Brazilian specialists, and its content is presented in an integrated and interdisciplinary way.

One of the greatest challenges from this moment on is to ensure that the knowledge produced is disseminated, and it is essential to train multipliers of this knowledge in Universities, ICTs and companies. The material produced by the project, aligned with the growing number of initiatives in the area of SAF, will certainly contribute to research, technological development and innovation, in order to overcome the main technological bottlenecks in the sector and achieve competitiveness of these new alternative fuels against fossil fuels.

Finally, we would like to thank all the authors and institutions that directly and indirectly contributed to the production of this material, especially: German Aerospace Center (DLR), Enolcon, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Federal University of

neiro (UFRJ), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Instituto SENAI de Inovação em Energias Renováveis (ISI-ER), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), HYTRON Energia e Gases, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

Boa leitura a todos!

Rafael Silva Menezes

Coordenação-Geral de Tecnologias Setoriais
Departamento de Tecnologias Aplicadas
Secretaria de Empreendedorismo e Inovação
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

Paraná (UFPR), SENAI Institute of Innovation in Renewable Energy (ISI-ER), National Agency of Electric Energy (ANEEL), HYTRON Energy and Gases, National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP) and Energy Research Company (EPE).

Good reading to all!

Rafael Silva Menezes

General Coordination of Sectoral Technologies
Applied Technologies Department
Secretariat of Entrepreneurship and Innovation
Ministry of Science, Technology and Innovations



Foto: Soninha Vil, GIZ



4. Editorial | Preface DLR

O objetivo do projeto conjunto entre a GIZ e o DLR é criar um modelo de referência internacional para a produção e aplicação de combustíveis alternativos neutros para o clima, especialmente para a aviação no Brasil. Além das metas de realizar uma planta piloto e modelos de referência científica, as pessoas e instituições são o fator mais importante para criar um impacto duradouro. Nesse sentido, o desenvolvimento e a disseminação da capacitação humana estão estabelecendo a base para esta ideia e projeto.

O projeto se concentra em vincular estreitamente as instituições e empresas brasileiras ao desenvolvimento tecnológico, com elas utilizando seus próprios recursos financeiros e não financeiros. Desta forma, serão criadas as condições necessárias para incorporar a produção e o uso de combustíveis alternativos neutros para o clima no Brasil a longo prazo. A comprovação do conceito em condições reais no Brasil, de que a aplicação de combustíveis sintéticos produzidos via energia renovável é economicamente viável, abre uma nova opção de combustível neutro ao clima para a aviação e outros meios de transporte, além da mobilidade elétrica. Os impactos do projeto são de alcance internacional e contribuem para a descarbonização do transporte, inicialmente no Brasil, depois globalmente.

O Desenvolvimento da Capacidade Humana (HCD) é essencial para o sucesso de uma ideia e de um projeto. As instituições multiplicadoras que percorrerão este caminho, procurarão ansiosamente por pessoas bem treinadas no futuro. Para incorporar de forma sustentável o conhecimento sobre Combustíveis de Aviação Sustentáveis no país, desde o início, temos nos concentrado na colaboração com instituições aca-

The joint project's goal of GIZ and DLR is to create an international reference model for the production and application of climate neutral alternative fuels, especially for aviation in Brazil. Beside the targets to realize a pilot plant and scientific reference models, people and institutions are the most important factor to create long lasting impact. In that sense, human capacity development and dissemination are setting the foundation for this idea and project.

The project focusses on linking Brazilian institutions and companies closely to the technology development, with them using their own financial and non-financial resources. In this way, the necessary conditions will be set up to embed the production and use of climate neutral alternative fuels in Brazil in the long term. The proof of concept under real conditions in Brazil, that the application of synthetic fuels produced via renewable power is economically feasible, unlocks a new climate neutral fuel option for aviation and other transport modes in addition to electro mobility. The project's impacts are of international outreach and contribute to the decarbonization of transport, initially in Brazil, then globally.

Human Capacity Development (HCD) is essential for the success of an idea and a project. The multiplying institutions that will walk along this path, will eagerly be looking for well-trained people in the future. To sustainably embed the knowledge on Sustainable Aviation Fuels in the country, since the beginning we have focused on collaboration with academic institutions. The concrete goal here: create an interdisciplinary teaching resource which will enable teachers and their students to understand

dêmicas. O objetivo concreto aqui: criar um recurso de ensino interdisciplinar que permitirá aos professores e seus alunos compreender toda a cadeia de produção de SAFs, interessar-se por múltiplos tópicos de pesquisa e preparar-se para o trabalho nesta indústria inovadora que se aproxima. Durante nosso trabalho, tivemos a sorte de cooperar com excelentes pesquisadores e instituições no Brasil. O apoio desses no planejamento e revisão do recurso de ensino é muito valioso. Como resultado, estamos agora entregando um material de alta relevância, que tem enorme potencial para produzir efeito, ampliando o conhecimento e a experiência em SAF em todas as instituições educacionais brasileiras e no mercado de trabalho.

Obrigado pela frutífera cooperação para que isso aconteça!

Jürgen Kern

Pesquisador Sênior

“Transição Global de Energia”

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
(DLR) Centro Aeroespacial Alemão

the whole production chain of SAFs, get interested in multiple research topics and prepare for labour in this upcoming innovative industry. During our work we were lucky enough to cooperate with excellent researchers and institutions in Brazil Their supported in planning and revising the teaching resource is highly appreciated. As a result, we are now delivering a material of high relevance, that has huge potential to take effect by scaling up knowledge and expertise on SAF throughout Brazilian educational institutions and the labour market.

Thank you for the fruitful cooperation to make this happen!

Jürgen Kern

Senior Researcher

“Global Energy Transition”

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
(DLR) German Aerospace Center



Foto: Soninha Viç, GIZ

5. Editorial | Preface RBQAV

A Rede Brasileira de Bioquerosene e Hidrocarbonetos Sustentáveis para Aviação (RBQAV) é uma iniciativa coordenada pela Secretaria de Empreendedorismo e Inovação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (Sempi/MCTI) e pela Universidade Federal do Rio Grande Norte (UFRN), com objetivo de prover suporte à pesquisa, ao desenvolvimento tecnológico e à inovação. Assim, torna-se possível criar condições, por meio de políticas públicas, para elevar a interação entre diversos atores, bem como o engajamento desses nas ações de apoio ao setor.

A RBQAV também atua junto ao projeto Combustíveis Alternativos sem Impactos Climáticos (ProQR), fruto de uma parceria entre o MCTI e o Ministério Alemão do Meio Ambiente Proteção da Natureza, Segurança Nuclear e Proteção ao Consumidor (BMUV), implementado pela Cooperação Técnica Brasil Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável (GIZ) GmbH.

A RBQAV, desde 2017, quando iniciou o projeto, vem promovendo a disseminação da proposta de utilização de combustíveis sustentáveis de aviação e fortalecendo o conhecimento na área através da realização de congressos, cursos e divulgação científica. Além disso, a RBQAV contribui com a formação de políticas públicas por meio da participação no Subcomitê ProBioQAV, junto ao Programa Nacional Combustível do Futuro, e outras ações. O projeto tem como meta consolidar um sistema gerencial de articulação entre os diversos atores envolvidos na pesquisa, desenvolvimento e inovação em bioquerosene e hidrocarbonetos renováveis; neutralizar o crescimento ou compensar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs) e reduzir o custo de produção dos combustíveis aeronáuticos sustentáveis.

The Brazilian Network of Biokerosene and Sustainable Hydrocarbons for Aviation (RBQAV) is an initiative coordinated by the Secretariat for Entrepreneurship and Innovation of the Ministry of Science, Technology and Innovations (Sempi / MCTI) and the Federal University of Rio Grande Norte (UFRN), in order to provide support for research, technological development and innovation. Thus, it becomes possible to create conditions, through public policies, to raise the interaction between various actors, as well as their engagement in actions to support the sector.

RBQAV also works with the Alternative Fuels without Climate Impact (ProQR) project, a partnership between MCTI and the German Ministry of Environment Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV), implemented by the German-Brazilian Technical Cooperation for Sustainable Development (GIZ) GmbH.

The RBQAV, since 2017, when the project began, has been promoting the dissemination of the proposal for the use of sustainable aviation fuels and strengthening the knowledge in this field by holding congresses, courses and scientific dissemination. In addition, RBQAV contributes to the development of public policies through participation in the ProBioQAV Subcommittee, within the National Fuel of the Future Programme, and other actions. The project aims to consolidate a management system of articulation between the various actors involved in research, development and innovation in biokerosene and renewable hydrocarbons; neutralize the growth or offset the emissions of greenhouse gases (GHGs) and reduce the cost of production of sustainable aviation fuels.

É importante ressaltar que a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação (PD&I) são fundamentais para superar os gargalos tecnológicos na busca de novas fontes de energia sustentáveis. Desta forma, busca-se reduzir a dependência dos derivados de petróleo e, conseqüentemente, diminuir as emissões de GEE.

A RBQAV valoriza a publicação do novo recurso didático “Alternative Fuels for Aviation in Brazil”, desenvolvido no âmbito do projeto ProQR, que, de forma interdisciplinar, abre oportunidades de ensino e pesquisa com muita relevância para a nossa temática. Dessa forma, a RBQAV promoverá a divulgação e implementação do insumo nas suas instituições parceiras.

Prof. Amanda Gondim

Coordenadora da Rede Brasileira de Rede Brasileira de Bioquerosene e Hidrocarbonetos Sustentáveis para Aviação (RBQAV)
Professora de Química na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

It is important to highlight that research, development and innovation (RD&I) are fundamental to overcome the technological bottlenecks in the search for new sustainable energy sources. This way, we seek to reduce dependence on fossil fuel derivatives and, consequently, reduce GHG emissions.

The RBQAV appreciates the publication of the new didactic resource “Alternative Fuels for Aviation in Brazil”, developed under the ProQR project, which, in an interdisciplinary way, opens opportunities for teaching and research with great relevance to our theme. Thus, RBQAV will promote the dissemination and implementation of the input in its partner institutions.

Prof. Amanda Gondim

Coordinator of the Brazilian Network of Sustainable Aviation Biokerosene and Hydrocarbons (RBQAV)
Professor of Chemistry at the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN)



Foto: Soninha Vi, GIZ

6. O Material didático |

The Teaching material

Introdução

O Projeto ProQR – Combustíveis Alternativos sem Impactos Climáticos tem o prazer de anunciar a publicação do material didático “Alternative Fuels for Aviation in Brazil” (Combustíveis Alternativos para Aviação no Brasil). O material foi desenvolvido pelo ProQR em colaboração com o DLR, especificamente com o Instituto de Sistemas de Energia em Rede (VE) e o Instituto de Tecnologia de Combustão (VT), bem como por Enolcon. O apoio no planejamento e revisão da publicação foi dado por estudiosos universitários brasileiros da RBQAV, da UFRJ, ISI-RN, UFPR e instituições brasileiras ANP, EPE, ANNEEL e HYTRON.

Objetivo

O material “Combustíveis Alternativos para a Aviação no Brasil” tem como objetivo apoiar a inserção de conteúdo relacionado ao Ptx-PtL, com foco principal em abordagens de sustentabilidade para a aviação, no Ensino Superior, especialmente no Brasil. Power-to-X (PtX) e Power-to-Liquid (PtL) são métodos usados para produzir alternativas energéticas sustentáveis para produtos tradicionalmente de origem fóssil, utilizando para tal energia limpa, CO₂ e água. O material didático destina-se a ser uma base para as atividades acadêmicas de diferentes formas, de acordo com a necessidade da comunidade acadêmica.

Conteúdo

O material didático é composto por 12 módulos, no idioma inglês, que discorrem sobre a cadeia de produção de combustí-

Introduction

The ProQR - Climate Neutral Alternative Fuels is pleased to announce the publication of the teaching material “Alternative Fuels for Aviation in Brazil”. The material was developed by ProQR in collaboration with DLR, specifically with the Institute for Networked Energy Systems (VE) and the Institute of Combustion Technology (VT), as well as by Enolcon. Support in planning and revision of the publication was given by Brazilian university scholars of the RBQAV, at UFRJ, ISI-RN, UFPR as well as Brazilian institutions ANP, EPE, ANNEEL a HYTRON.

Objective

The material “Alternative Fuels for Aviation in Brazil” aims to support the insertion of Ptx-PtL related content, with a focus on sustainability approaches for aviation, into Higher Education, especially in Brazil. Power-to-X (PtX) and Power-to-Liquid (PtL) are methods used to produce sustainable energy alternatives for traditionally fossil-based products using clean energy, CO₂ and water. The teaching material is intended to be a basis for academic activities in different manners, according to the need of the academic community.

Content

The didactic material consists of 12 modules, in English, which discuss the production chain of alternative aviation fuels and

veis alternativos de aviação e abordam o potencial de inserção dessa tecnologia no cenário energético brasileiro. O material foi pensado como uma ferramenta para apoiar o ensino e a pesquisa sobre a temática nas instituições acadêmicas do Brasil. Por isso, abrange não só processos químicos da produção de SAF, mas também aspectos do contexto energético brasileiro. A abordagem permite apresentar o tema dos Combustíveis Alternativos de forma integrada e interdisciplinar. Veja abaixo uma breve descrição dos módulos disponíveis:

Módulo 00 – Introdução e Contexto Global

Nesta seção introdutória ao material, é apresentado um panorama sobre as discussões globais em torno das mudanças climáticas e dos impactos da aviação na emissão de gases de efeito estufa. Este cenário foi base para a busca por alternativas sustentáveis capazes de diminuir as emissões de carbono na aviação. O ProQR se destaca no âmbito da Cooperação Brasil – Alemanha por sua proposta tecnológica inovadora.

Módulo 01 – Infraestrutura Brasileira & Estratégias Energéticas Futuras

Este módulo fornece uma visão geral sobre a atual infraestrutura brasileira apresentando as principais rotas de distribuição de combustível, as redes de transporte de cada região, bem como a disponibilidade de energia elétrica no país. Além disso, são analisados os planos governamentais brasileiros para o desenvolvimento do setor de transportes e do setor energético.

Módulo 02 – Potencial de Energias Renováveis

Este módulo discorre sobre a perspectiva global das energias renováveis, a necessi-

address the potential for insertion of this technology in the Brazilian energy scenario. The material was designed as a tool to support teaching and research on the subject in academic institutions in Brazil. Therefore, it covers not only chemical processes of SAF production, but also aspects of the Brazilian energy context. The approach allows the subject of Alternative Fuels to be presented in an integrated and interdisciplinary way. Find below a short description of the available modules:

Module 00 – Introduction and Global Context

This introductory section of the material presents an overview of the global discussions on climate change and the impacts of aviation on the emission of greenhouse gases. This scenario is basis for the search for sustainable alternatives capable of reducing carbon emissions in aviation. Tackling this problem, ProQR stands out within the scope of German-Brazilian cooperation for its innovative technological approach.

Module 01 – Brazilian Infrastructure & Future Energy Strategies

This module provides an overview of the current Brazilian infrastructure presenting the main fuel distribution routes, the transport networks in each region, as well as the electric power availability in the country. In addition, the Brazilian governmental plans for the development of the transport sector and the energy sector are analysed.

Module 02 – Renewable Energy Potential

This module discusses the global perspective of renewable energy, the need for its use

dade de sua utilização e a viabilidade das diferentes matrizes. Também é apresentado o potencial brasileiro, que se mostra extremamente promissor.

Módulo 03 – Matérias-Primas

Neste módulo, busca-se apresentar as principais fontes de obtenção das matérias-primas necessárias para a produção de SAF disponíveis no Brasil. O projeto ProQR propõe a utilização do método Power-to-Liquid (PtL) para a produção de combustíveis alternativos de aviação. Esse processo, que utiliza energia alternativa, hidrogênio e gás carbônico para a síntese química do combustível, ganha um enfoque especial.

Módulo 04 – Produção de Hidrogênio e Gás de Síntese

O gás de síntese (syngas), obtido através da combinação de monóxido de carbono (CO) e hidrogênio (H₂), é o produto que será convertido em hidrocarbonetos para a produção do combustível sustentável. O módulo 04 busca analisar a produção desta matéria, assim como o recente destaque global do hidrogênio na busca por descarbonização. Além disso, apresenta a eletrólise baseada em energia elétrica renovável como a melhor alternativa para obtenção de H₂.

Módulo 05 – Síntese

Este módulo discorre sobre o processo Fischer-Tropsch, responsável pela conversão do gás de síntese em hidrocarbonetos. As etapas químicas do processo e as tecnologias utilizadas são apresentadas, de maneira a explorar as diferentes rotas de produção de combustíveis sintéticos disponíveis.

and the feasibility of different matrices. It also presents the Brazilian potential, which is extremely promising.

Module 03 – Feedstock

This module aims to present the main sources of obtaining the feedstock necessary for the production of SAF available in Brazil. The ProQR project proposes the use of the Power-to-Liquid (PtL) method for the production of alternative aviation fuels. This process, which uses renewable energy, hydrogen and carbon dioxide for the chemical synthesis of the fuel, receives special focus.

Module 04 – Hydrogen and Syngas Production

Syngas, obtained by combining carbon monoxide (CO) and hydrogen (H₂), is the product that will be converted to hydrocarbons for sustainable fuel production. Module 04 seeks to analyse its production process, as well as the recent global prominence of hydrogen in the quest for decarbonisation. It also presents electrolysis based on renewable electrical energy as the best alternative for obtaining H₂.

Module 05 – Synthesis

This module discusses the Fischer-Tropsch process, converting syngas to hydrocarbons. The chemical steps of the process and the technologies used are presented, to explore the different routes available for the production of synthetic fuels.

Módulo 06 – Pós-processamento

Assim como na rota fóssil para obtenção de combustíveis, o petróleo cru pode ser refinado para originar diferentes produtos, o syncrude resultante do processo Fischer-Tropsch tem um potencial similar. Por isso, a etapa de pós-processamento tem como objetivo refinar o syncrude para que ele possa ser convertido em querosene de aviação.

Módulo 07 – Certificação

Os combustíveis de aviação devem ser certificados. Neste módulo, explica-se o funcionamento dos processos de certificação de combustíveis. Além disso, são apresentadas diretrizes de qualidade do processo Fischer-Tropsch, bem como as diretrizes exigidas pelas agências de regulação brasileiras.

Módulo 08 – EPC: Engenharia, Licitação e Construção

Este módulo tem como objetivo discorrer sobre a construção de plantas de produção de SAF. Além de apresentar estratégias para a contratação de empresas técnicas de EPC (Engineering, Procurement and Construction), o módulo explora as possibilidades para o design das plantas. O ProQR defende a construção de plantas modulares e descentralizadas, que podem ser construídas próximas aos aeroportos.

Módulo 09 – Operação & Manutenção (O&M), Fim de Vida

Após a construção de uma planta de produção de SAF, existem diversos processos necessários para sua operação e manutenção. Além disso, é fundamental planejar os processos de fim de vida da planta e de que forma ela será desativada, sempre prezando pela sustentabilidade de danos mínimos ao meio ambiente. Nesta seção do material didático, são apresentadas estratégias para esses processos.

Module 06 – Post Processing

Just as in the fossil fuel route crude oil can be refined into different products, the syncrude resulting from the Fischer-Tropsch process has a similar potential. Therefore, the post-processing stage aims to refine syncrude so that it can be converted into kerosene.

Module 07 – Certification

Aviation fuels must be certified. This module explains how the fuel certification process works. In addition, quality guidelines for the Fischer-Tropsch process are presented, as well as the guidelines required by the Brazilian regulatory agencies.

Module 08 – EPC: Engineering, Procurement and Construction

This module aims to discuss the construction of SAF production plants. As well as presenting strategies for contracting technical EPC (Engineering, Procurement and Construction) companies, the module explores the possibilities for plant design. ProQR advocates the construction of modular and decentralised plants, which can be built close to airports.

Module 09 – Operation & Maintenance (O&M), End of Life

After the construction of a SAF production plant, there are several processes required for its operation and maintenance. In addition, it is essential to plan the end-of-life processes of the plant and how it will be decommissioned, always aiming for sustainability and minimum damage to the environment. In this section of the didactic material, strategies for these processes are presented.

Módulo 10 – Produtos

Neste módulo, são analisados em profundidade os aspectos dos combustíveis de aviação. Alguns dos pontos abordados são as políticas em torno dos combustíveis, o funcionamento desses nas aeronaves, os impactos climáticos dos combustíveis convencionais e as mudanças ocasionadas pela adoção de combustíveis sustentáveis.

Módulo 11 – Planejamento Energético

De forma a se preparar para o futuro, o planejamento energético é uma estratégia fundamental. Neste último módulo do material didático, são apresentados os modelos de planejamento energéticos mais utilizados. Além disso, busca-se analisar os dois planejamentos energéticos brasileiros: o Plano Nacional de Energia e o Plano Decenal de Expansão de Energia.

Estrutura

Cada módulo consiste em 20 a 50 lâminas de PowerPoint, incluindo a visão geral de todos os módulos disponíveis, a visão geral do módulo específico, sua narrativa e seus objetivos e benefícios. O conjunto de lâminas na parte de anotações das apresentações, dão informações de fundo para o palestrante. Todos os módulos terminam com um Outlook, sugestões de perguntas e respostas, bem como todas as fontes referenciais. É disponibilizado em formato PPTx, bem como em Pdf no formato A4, incluindo as notas impressas.

Idioma: O material é oferecido em inglês.

Termos de Uso

O material pode ser aplicado para fins acadêmicos. É permitido usar os slides seletivamente, modificá-los ou atualizá-los de

Module 10 – Products

In this module, aspects of aviation fuels are analysed in depth. Some of the points covered are the policies surrounding the fuels, their operation in aircraft, the climate impacts of conventional fuels and the changes caused by the adoption of sustainable fuels.

Module 11 – Energy Planning

To prepare for the future, energy planning is a key strategy. In this last module of the didactic material, the most commonly used energy planning models are presented. In addition, the two Brazilian energy planning models are analysed: the National Energy Plan and the Ten-Year Energy Expansion Plan.

Structure

Each module consists of 20 to 50 PowerPoint Slides, including the Overview of all available modules, an Overview of the specific module, its Narrative as well as its Aims and Benefits. In the notes section of the presentations, the slide sets come with background information for the lecturer. All modules finalize with an Outlook, suggestions for Questions and Answers as well as all Referential Sources. The material is made available in PPTx format as well as in Pdf in format A4, including the printed notes.

Language: The material is offered in English.

Terms of Usage

The material may be applied for academic purposes. It is allowed to use the slides selectively, modify or update them according

acordo com as necessidades do facilitador. De acordo com os reconhecimentos em cada módulo, o usuário do material garante ser sempre transparente que a autoria dos insumos originais é do Projeto ProQR (GIZ e DLR). Sugerimos manter o layout visual do ProQR e adicionar uma pequena referência de origem no slide, mas necessariamente deve-se citar a publicação entre suas referências.

Citação recomendada: *IKI Climate-neutral Alternative Fuels (ProQR). Alternative Fuels for Aviation in Brazil”: Capítulo x. Slide x. Brasília/Stuttgart: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH / Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., 2021.*

Também pedimos a todas as pessoas que nos avisem sobre suas experiências e onde você aplicou os slides na prática. Contamos com sua disponibilidade para participar de questionários de avaliação posteriores para monitorar o uso e o impacto do material.

Acesso

Preencha o **Formulário de Solicitação** e envie-o em formato pdf para proqr@giz.de, assunto: HCD Material Download. O material será então disponibilizado através de transferência protegida por senha via e-mail & filetransfer.

to the needs of the facilitator. According to the Acknowledgements in each module, the user of the material assures to always be transparent that the authorship of the original inputs is by the ProQR-Project (GIZ and DLR). We suggest maintaining the visual ProQR Layout and add a small Source Reference on the slide, but necessarily cite the publication among your References.

Recommended Quotation: *IKI Climate-neutral Alternative Fuels (ProQR). Alternative Fuels for Aviation in Brazil: Chapter x. Slide x. Brasília/Stuttgart: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH / Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., 2021.*

We also ask all users to let us know about your experiences and where you applied the slides in practice. We count with your availability to participate in later evaluation questionnaires to monitor the usage and impact of the material.

Access

Please fill out the **Request Form** and send it in pdf-format to proqr@giz.de, subject: HCD Material Download. The material will then be made available through password secured transfer via e-mail & filetransfer.

7. Recursos de ensino | Teaching resources

Observação

Além do material didático envolvido com o DLR, o ProQR dispõe de outros produtos que podem ser valiosos para uso no ensino sobre Combustíveis Alternativos de Aviação. Convidamos para acesso pelo site www.ptx-hub.org/proqr. (Código QR abaixo)

Listados abaixo em inglês, a maioria dos recursos é disponível em Português e Inglês.

Artigos do ProQR

aprofundando perspectivas e entendimento sobre a produção de SAF em um cenário descentralizado no Brasil

[How is Sustainable Aviation Fuel produced? – Conversion processes explained - International PtX Hub Berlin \(ptx-hub.org\)](#)

[Broader perspectives on Environmental Licensing of SAF production plants in Brazil - PtX Hub \(ptx-hub.org\)](#)

[Dynamic Policies for Sustainable Fuels in Brazil - PtX Hub \(ptx-hub.org\)](#)

Estudos do ProQR

[Reusing to optimise: the use of **glycerine** in the production of sustainable aviation fuels - PtX Hub \(ptx-hub.org\)](#)

[Study on the **Potential of Syngas** in Brazilian Industries - PtX Hub \(ptx-hub.org\)](#)

[Challenges of **Environmental Licensing** for PtL SAF production plants in Brazil - PtX Hub \(ptx-hub.org\)](#)

[How to actually produce Alternative Aviation Kerosene in decentralized plants? - PtX Hub \(ptx-hub.org\)](#)

[How to **finance** Sustainable Aviation Fuel in Brazil - PtX Hub \(ptx-hub.org\)](#)

[Brazil: a good place for the development of Power-to-Liquid Sustainable Aviation Fuels? - PtX Hub \(ptx-hub.org\)](#)

[Governance and public policies to incentivise SAF](#)

Observation

In addition to the didactic material involved with the DLR, ProQR has other products that may be valuable for use in teaching about Alternative Aviation Fuels. We invite you to access at www.ptx-hub.org/proqr. (QR code below)

Listed below in English, most of the features are available in Portuguese and English.

Articles by ProQR

deepening perspectives and understanding about the production of SAF in a decentralized scenario in Brazil

Studies by ProQR



www.ptx-hub.org/proqr

- [ProQR YouTube Channel](#) (Código QR abaixo | QR code below)
- [Webinário ProQR No. 1: Aviação Limpa para o Brasil – Combustíveis Sustentáveis no Contexto Político Brasileiro 11/07/2021](#)
- [Webinar ProQR No. 1: Clean Aviation for Brazil – Sustainable Fuels in the Brazilian Political Context 11/07/2021](#)
- [Webinário ProQR No. 2: Licenciamento Ambiental para Plantas de Produção de SAF – Desafios e perspectivas 24/08/2021](#)
- [Webinário ProQR No. 3: Insumos para Produção de Combustíveis Sustentáveis – O Potencial de Syngas nas Indústrias Brasileiras 21/09/2021](#)
- [Webinar ProQR No. 3: Feedstocks for Sustainable Fuel Production – The Potential of Syngas in Brazilian Industries 21/09/2021](#)
- [Webinário ProQR No. 4: Aprender sobre Descarbonização da Aviação 27/10/2021](#)
- Mini-vídeo-classes on the modules of this teaching material [Mini-vídeo-aulas em inglês sobre os módulos desse material didático, gravados no Workshop 01/12/2021](#)
- Image Film ProQR (2022)
- Mini-documentário: ProQR – O Projeto e seus Atores (2022)
- Mini-documentário: ProQR – Colaboração com a Academia (2022)
- Vídeo de animação ProQR (2022)

Animação gráfica, vídeo de animação / Graphic animation, animated explainer video
[How PtX works - International PtX Hub Berlin \(ptx-hub.org\)](#) (Código QR abaixo | QR code below)

Como produzir Power-to-Liquid-Sustainable Aviation Fuel? – Animação gráfica em
<https://ptx-hub.org/proqr/>

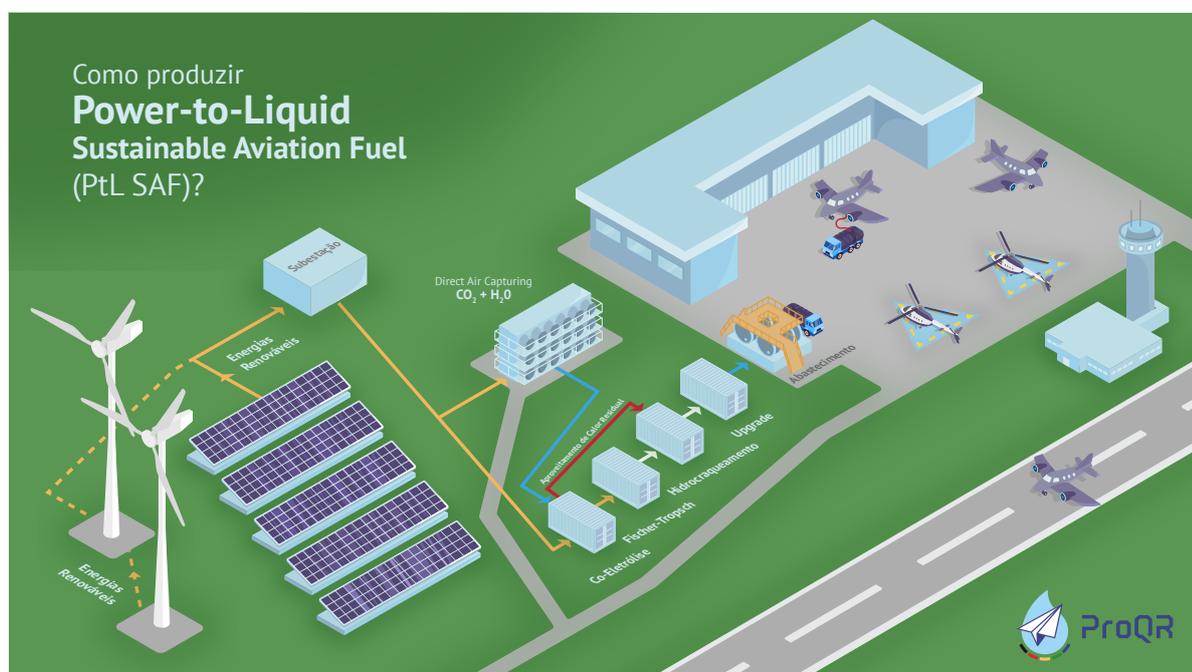


Ilustração: ProQR, GIZ



[ProQR YouTube Channel](#)



[How PtX works - International PtX Hub Berlin](#)

Formulário de solicitação

Declaro meu interesse em receber o material didático "Alternative Fuels for Aviation in Brazil", elaborado pelo DLR et. al. no âmbito do projeto de cooperação ProQR – Combustíveis de Aviação sem Impactos Climáticos, implementado pela Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, em cooperação entre o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil (MCTI) e o Ministério Alemão do Meio Ambiente, Conservação da Natureza, Segurança Nuclear e Proteção ao Consumidor (BMUV).

Nome:

Instituição:

Departamento:

Curso:

Gostaria de receber:

Todos os módulos em formato Pdf e PPT

Modulo(s) No.

(Favor especificar)

Por favor, informe-nos sobre sua motivação e intenção de uso do material:

Asseguro que o material será usado somente para fins acadêmicos. Sempre citarei como autor original o projeto "IKI Combustíveis de Aviação sem Impactos Climáticos (ProQR)".

Citação Recomendada: IKI Climate-neutral Alternative Fuels (ProQR). Alternative Fuels for Aviation in Brazil: Capítulo x. Slide x. Brasília / Stuttgart: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH / Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., 2021.

Local e Data

Assinatura

Favor enviar esta solicitação para proqr@giz.de, assunto: HCD Material Download

Request form

I hereby state my interest in receiving the teaching material “Alternative Fuels for Aviation in Brazil”, elaborated by DLR et. al. within the cooperation project ProQR – Climate-neutral Alternative Fuels, implemented by Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, in cooperation between the Brazilian Ministry of Science, Technology and Innovation (MCTI) and the German Ministry of Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV).

Name:

Institution:

Department:

Course:

I would like to receive:

All the modules in format Pdf and PPT

Module(s) No.

(Please specify)

Please let us know about your motivation and intent of use for the material:

I assure to use the material only for academic purposes. I will always quote as original author the project “IKI Climate Neutral Alternative Fuels (ProQR)”.

Recommended Quotation: IKI Climate-neutral Alternative Fuels (ProQR). Alternative Fuels for Aviation in Brazil: Chapter x. Slide x. Brasilia/Stuttgart: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH / Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., 2021.

Place and Date

Signature

Please send this request to proqr@giz.de, subject: HCD Material Download

