

## Editorial

Sergio Viçosa Möller

## Palavras do Presidente

Domingos Alves Rade

## Programa de gestão da chapa que se candidata à Diretoria da ABCeM, biênio 2023-2025

Domingos Alves Rade

## ENCIT 2022 - Retorno ao formato presencial

Francis Henrique Ramos França

## Construindo o profissional que sonhamos ser

Marcelino Guedes Gomes

## Compósitos usados como sistemas de reparo em tubulações corroídas > Uma visão geral

Heraldo da Costa Mattos

## Big Data em processos de engenharia: Desafios e oportunidades

Agma Traina, Mirela T. Cazzolato, Marco A. Gutierrez e Caetano Traina Jr.

## Programa Espacial Brasileiro: qual o nosso lugar ao sol?

Carlos Augusto Teixeira de Moura

## Ozires Silva e o avião Bandeirante

Maurílio Albanese Novaes Jr.

## Dessalinização nuclear

Renato M. Cotta, Carolina P. Naveira Cotta, Abdul O. Cárdenas-Gomez, Gabriel C.G.R. da Silva, Paulo A.B. Sampaio, Su Jian e Kleber M. Lisboa

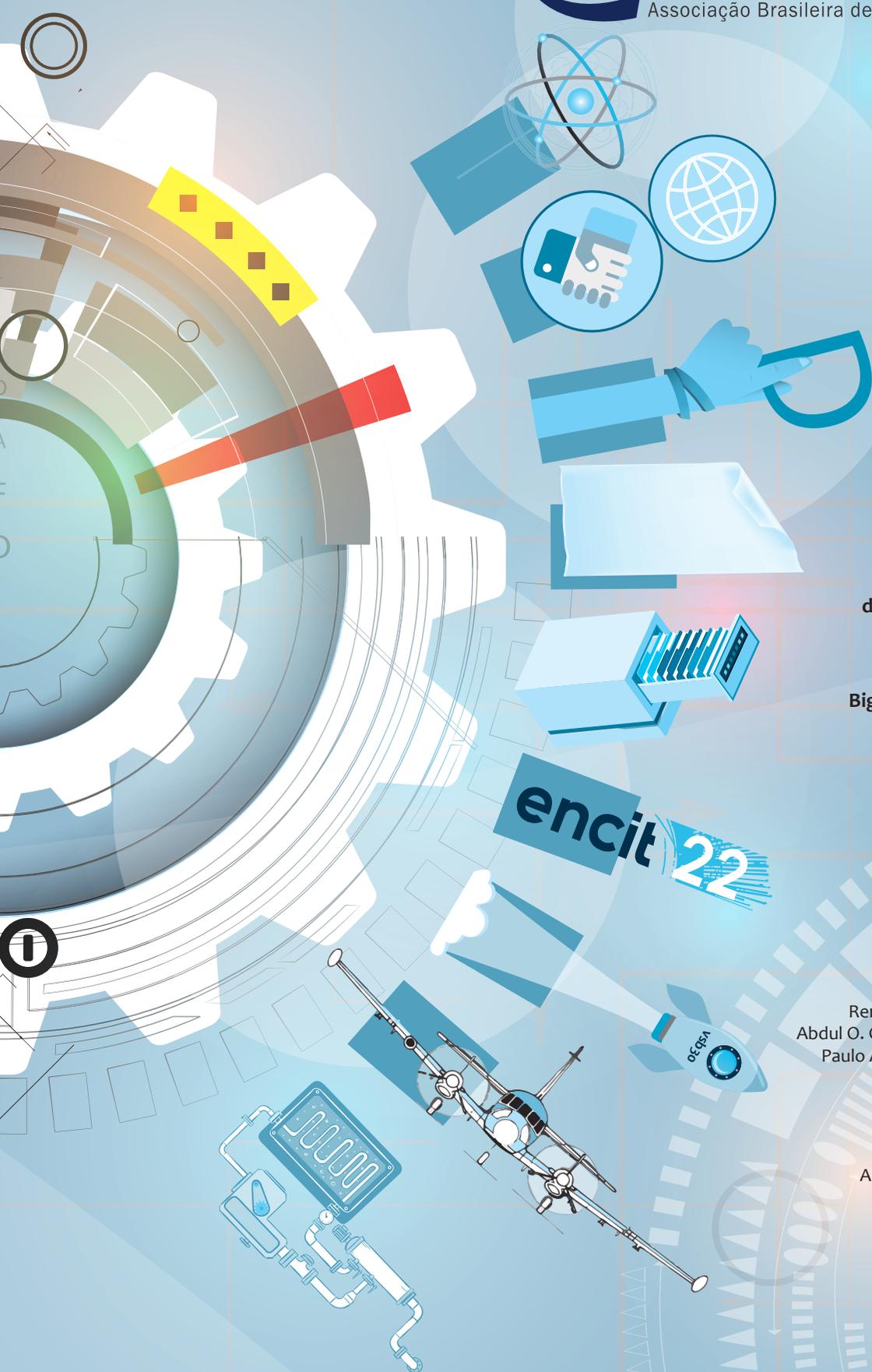
## Diversidade, equidade e inclusão: Precisamos refletir, discutir e agir!

Juliana Braga Rodrigues Loureiro, Aline Souza de Paula e Marina Weyl Costa

## Efemérides

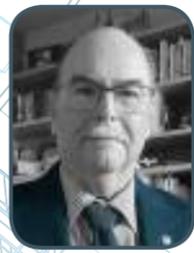
## Eventos ABCeM 2024

## Expediente





# editorial



Sergio Viçosa Möller

A ABCM Engenharia é uma revista de informação dirigida aos membros da ABCM sobre suas atividades, e de notícias de interesse geral, visando a comunicação ampliada entre a Diretoria, Comitês e os membros. Deve ser vista, portanto, como uma forma de registrar a história da ABCM, através das 'Palavras do Presidente', artigos sobre as pessoas e congressos e das 'Efemérides', buscando gerar documentos de caráter histórico da Associação.

Começamos esta edição, como de praxe, com as 'Palavras do Presidente', onde o Prof. Domingos Rade faz uma resenha dos fatos e ações de importância da Presidência e da Diretoria, no decorrer desse primeiro ano de gestão. A esse texto, seguem os planos da atual Diretoria em sua candidatura para um novo mandato.

Olhar para nossos eventos é sempre muito bom. Primeiro grande evento presencial após a pandemia, o ENCIT é analisado por seu Presidente, Prof. Francis França. Com um expressivo número de estudantes apresentando suas pesquisas, o ENCIT leva-nos à reflexão sobre o perfil e aspirações dos estudantes de engenharia em todos os níveis. Essa reflexão é feita de forma bastante intimista pelo Eng. Marcelino G. Gomes que, como muitos de nós sabemos, é um assunto que ele olha com grande entusiasmo dada sua experiência de vida e de engenheiro.

A seguir, dois temas bastante atuais. O primeiro deles, compósitos, que de forma muito didática nos é apresentado pelo Prof. Heraldo Costa Mattos. O segundo assunto, Big Data na engenharia, trazido a nós também muito didaticamente pela Profa. Agma Traina. Por si só os assuntos são instigantes. Compósitos eu aprendi o que é e sua utilização

durante a COTEQ, Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos, em 2019, em palestra proferida pelo Prof. Heraldo. O termo Big Data, por outro lado, surge cada vez mais frequentemente na imprensa e na tecnologia de dados e, mesmo assim, muitos desconhecem efetivamente o que é e o que tem a ver conosco, engenheiros.

Incidentalmente, os dois artigos seguintes apresentam uma belíssima interface, Ozires Silva e o avião Bandeirantes. No primeiro, Carlos Augusto Teixeira de Moura, Presidente da Agência Espacial Brasileira até junho de 2023, discorre sobre os desafios do Programa Espacial Brasileiro, abordando os fatos que levaram à criação do INPE, Instituto de Pesquisas Espaciais, e do IAE, Instituto de Aeronáutica e Espaço, o desenvolvimento do Bandeirantes e o papel de Santos Dumont e Ozires Silva como figuras inspiradoras dessa trajetória. Já Maurílio Albanese Novaes Jr., diretor de desenvolvimento tecnológico da Embraer, nos conta um pouco desse ícone da indústria aeronáutica brasileira, o Bandeirante, que em 2023 comemora seu cinquentenário e o papel do engenheiro Ozires Silva nesse projeto de importância não só para o desenvolvimento da indústria aeronáutica brasileira como da indústria espacial, como mostrado no artigo do ex-presidente da AEB.

Energia nuclear e suas aplicações é um dos temas que tenho trazido às páginas da Revista e, nesta Edição, aplicada à dessalinização da água do mar. Olhando para a perspectiva de uma futura carência mundial de recursos hídricos, o Prof. Renato Cotta (Consultor Técnico, DGDNTM, Marinha do Brasil e Amazul, Professor Titular, UFRJ) juntamente com outros Colegas discorre sobre a cogeração nuclear para a obtenção de água potável.

Antes de encerrar esta Edição, vamos falar de um tema que, incrivelmente, ainda incomoda algumas pessoas: diversidade. Partindo de uma provocação (ou exigência) da IUTAM, a ABCM criou em 2022 a Comissão de Diversidade da ABCM, sob a presidência de nossa Diretora Secretária, Aline Souza de Paula. Ela, juntamente com as Profas. Juliana Loureiro e Marina Weyl, membros da Comissão, nos explicam o que é, quais os objetivos e ações já implementadas pela Comissão.

Encerramos esta Edição como sempre com as Efemérides, Eventos ABCM 2024 e o Expediente, estes dois últimos preparados pela nossa diligente Secretária Executiva, Débora Estrella.

Quero aproveitar para agradecer aos autores, pela contribuição inestimável de seus textos.

Com esta Edição, concludo minha participação como Editor da Revista ABCM Engenharia. Foram 7 números editados por mim e é chegada a hora da renovação. É muito bom chegar a esse momento tendo tanto para agradecer. Primeiramente aos autores, não apenas pela contribuição dada à Comunidade ABCM trazendo-nos artigos de informação muito interessantes que, certamente, encontraram boa acolhida e trouxeram a todos prazer na leitura, mas por além de escreverem ótimos textos, suportarem meus e-mails, mensagens de WhatsApp e alguns telefonemas cobrando prazos, fotos e figuras, reclamando da extensão dos textos, "tesourando" para ficarem dentro de uma extensão adequada e, mesmo assim, ao final, ainda falarem comigo.

Um agradecimento especial ao Prof. José Roberto de Franca Arruda, por ter me metido nisso.

Quero agradecer aos Presidentes da ABCM durante meu período como Editor, Profs. Gherhardt Ribatski e Domingos Rade e suas Diretorias, bem como ao Pessoal da Sede, em especial à Secretária Executiva, Sra. Débora Estrella, pelo inestimável apoio que recebi ao longo desses anos.

À Sra. adaGeisa Rodrigues, que com bom gosto e competência criou graficamente cada exemplar, vencendo o desafio do curto prazo e criando revistas muito bonitas e elegantes, minha mais sincera gratidão.

À Gráfica Relâmpago em Porto Alegre, que confeccionou com muita qualidade cada uma das Edições sempre entregando com pontualidade.

Por fim, agradeço aos leitores e leitoras que com suas sugestões, críticas e elogios (sim, também teve elogios!) me impulsionaram na edição de cada nova revista.

Ao novo Editor, meu querido amigo Prof. Luís Mauro Moura, Vice-Presidente da ABCM durante minha Gestão, desejo muito sucesso e a satisfação que experimentei a cada revista pronta.

E para encerrar, cito nosso querido Marcelino Gomes: "Temos que acordar todos os dias acreditando que viver é maravilhoso, que podemos de alguma forma deixar um legado, uma pequena contribuição para as pessoas que gostamos, para a nossa comunidade, nosso País e o mundo". Quanto à ABCM Engenharia, espero ter deixado.

Aproveitem a leitura.  
*aproveitem a leitura*

# sumário

Editorial  
Sergio Viçosa Möller

Palavras do Presidente  
Domingos Alves Rade

Programa de Gestão da Chapa que se candidata  
à Diretoria da ABCM, biênio 2023-2025  
Domingos Alves Rade

ENCIT 2022 – Retorno ao Formato Presencial  
Francis Henrique Ramos França

Construindo o profissional que sonhamos ser  
Marcelino Guedes Gomes

Compósitos usados como sistemas de reparo  
em tubulações corroídas - uma visão geral  
Heraldo da Costa Mattos

Big Data em Processos de Engenharia: Desafios e Oportunidades  
Agma Traina, Mirela T. Cazzolato, Marco A. Gutierrez, Caetano Traina Jr.

Programa Espacial Brasileiro: qual o nosso lugar ao sol?  
Carlos Augusto Teixeira de Moura

Ozires Silva e o avião Bandeirante  
Maurílio Albanese Novaes Jr.

Dessalinização nuclear  
Renato M. Cotta, Carolina P. Naveira Cotta, Abdul O. Cárdenas-Gomez,  
Gabriel C.G.R. da Silva, Paulo A.B. Sampaio, Su Jian, Kleber M. Lisboa

Diversidade, equidade e inclusão: precisamos refletir, discutir e agir!  
Juliana Braga Rodrigues Loureiro, Aline Souza de Paula, Marina Weyl Costa

Efemérides

Eventos ABCM 2024

Expediente

01

04

12

15

21

25

33

40

49

54

62

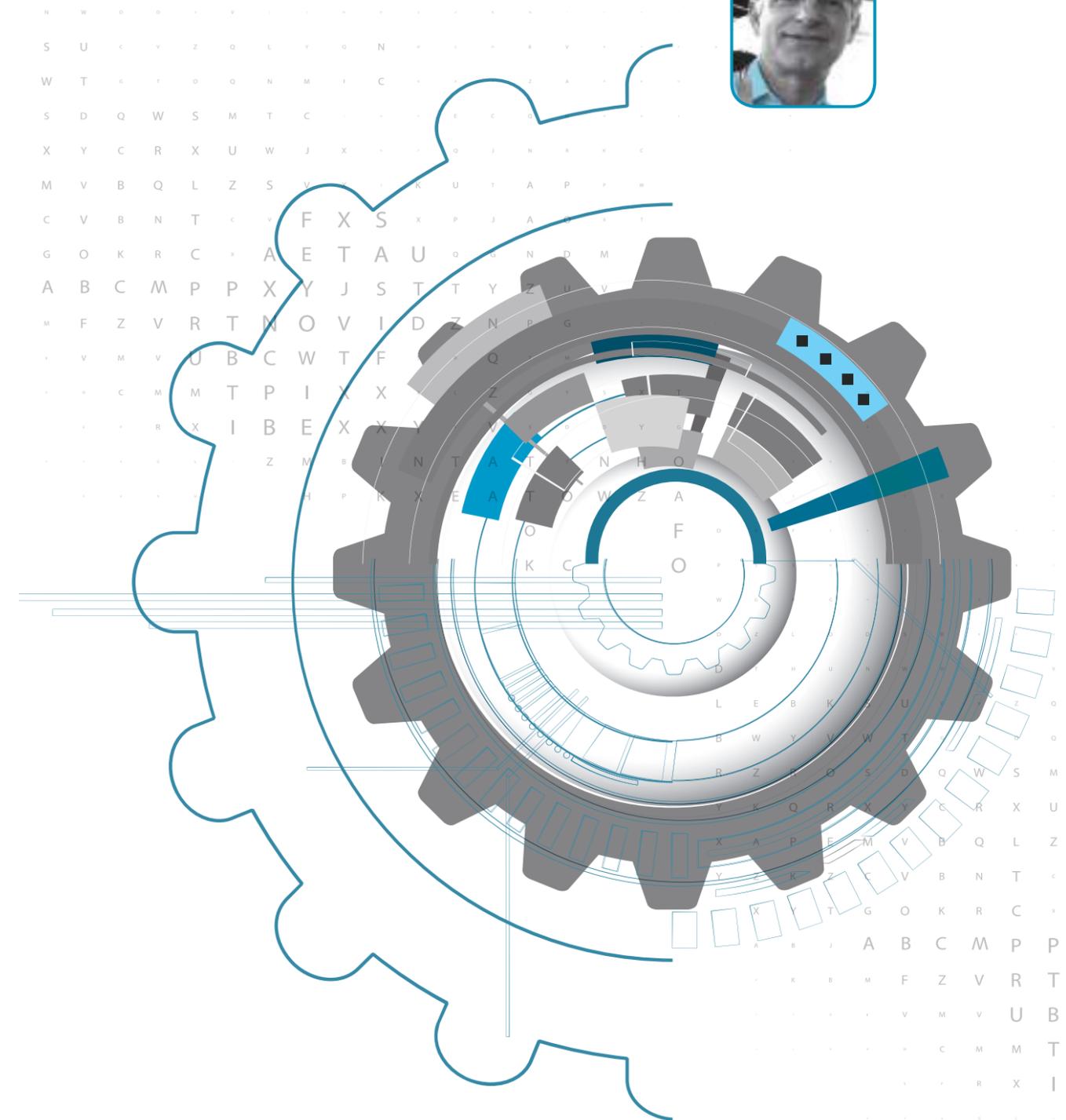
70

73

75

# palavras do presidente

Domingos Alves Rade > Presidente da ABCM  
gestão 2022-2023



Na honrosa função de Presidente da ABCM utilizo este espaço para, em nome da Diretoria, dirigir-me aos membros da nossa Associação e transmitir-lhes informações de interesse da comunidade de Engenharia e Ciências Mecânicas do Brasil. Sintetizamos também as ações desenvolvidas pela Diretoria ao longo do ano 2023.

No plano nacional, a ABCM vem acompanhando e conduzindo discussões, nos fóruns que lhe são abertos, sobre temas inseridos em seu domínio de atuação. São dignos de nota fatos recentes que trouxeram alento à comunidade científica brasileira, que se via inserida em um sombrio cenário instalado durante os governos federais anteriores, e agudizado nos últimos quatro anos, com a adoção de políticas equivocadas e subfinanciamento, trazendo graves prejuízos ao progresso da Nação, notadamente nas áreas de Educação Superior, Ciência, Tecnologia e Inovação.

O descontingenciamento do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) continuou surtindo efeitos benéficos em 2023, como resultado do esforço da comunidade científica que levou à aprovação da Lei Complementar 177/21, a qual impede o governo federal de contingenciar os recursos deste Fundo. Esta conquista vem permitindo recomposição da capacidade de financiamento da Finep e do CNPq, com claros impactos positivos no sistema de CT&I do País.

O aumento emergencial dos valores das bolsas de iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado concedidas pela CAPES e pelo CNPq, repondo parcialmente a inflação acumulada, foi recebido com grande satisfação pela comunidade científica. Este ajuste, após quase dez anos de congelamento, tornou mais digno o apoio financeiro destinado aos pesquisadores destas categorias, que são responsáveis por parcela substancial da pesquisa que se desenvolve atualmente no Brasil, e cujo treinamento é essencial para a existência das futuras gerações de pesquisadores.

Essas medidas são, indubitavelmente, indispensáveis para a saída da crise em que se encontra o sistema de Educação Superior, Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil, embora ainda sejam insuficientes para reconduzir o País a uma trajetória virtuosa e sustentável de progresso nessas áreas. Continua havendo a necessidade de ampla discussão entre setores dos governos estaduais e federal com segmentos da sociedade civil organizada, visando ao planejamento de ações de longo prazo e ao estabelecimento de políticas de Estado que assegurem a execução desse planejamento.

Destacamos também, como marcos importantes no âmbito do Sistema Nacional de Pós-Graduação, o início do processo de elaboração do Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG), para o quinquênio 2024-2028, com a publicação da Portaria CAPES nº 143, de 24 de julho 2023, e a conclusão do processo de avaliação quadrienal dos programas de pós-graduação (quadriênio 2027-2020), após um período de dificuldades e incertezas engendradas pela ação do Ministério Público Federal, que questionou severamente o processo de avaliação e conduziu à sua paralisação, por decisão da Justiça Federal do Rio de Janeiro. A conclusão da avaliação quadrienal foi garantida pela homologação judicial do Termo de Autocomposição firmado entre a CAPES e o Ministério Público Federal, que resultou na revogação definitiva da decisão liminar que impedia a divulgação dos resultados.

Os trabalhos de avaliação na área de Engenharias III foi conduzida por comissões coordenadas inicialmente pelo Prof. Edgar Nobuo Mamiya, juntamente com os coordenadores adjuntos Prof. Osmar Possamai e Profa. Ana Paula Cabral Seixas Costa, e subsequentemente pelo Prof. Gherhardt Ribatski e os coordenadores adjuntos, Prof. Leandro Alcoforado Sphaier e Prof. Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo, que foi substituído pela Profa. Danielle Costa Morais.

A ABCM cumprimenta e agradece aos colegas mencionados, bem como a todos os membros das comissões de avaliação, pela atuação responsável e competente no processo de avaliação quadrienal na área de Engenharias III.

No plano interno à ABCM, o ano 2023 vem sendo marcado pela normalização das atividades após as limitações causadas pela pandemia de COVID-19, notadamente com a retomada dos eventos em formato majoritariamente presencial, com algumas opções pelo formato híbrido.

Em dezembro deste ano a atual Diretoria da ABCM terminará o mandato de dois anos para o qual foi eleita em 2021 e candidata-se para exercer novo mandato nas eleições que estão convocadas. Assim o faz por desejar contribuir para a conclusão e a consolidação de ações que foram iniciadas no primeiro mandato, e deixar o caminho preparado para a atuação das diretorias vindouras. Em outro artigo publicado no presente número de ABCM Engenharia, apresentamos nossa proposta de gestão para os próximos dois anos.

Sirvo-me da oportunidade para agradecer aos colegas

da atual Diretoria, Amir Antônio Martins de Oliveira Jr., Francis Henrique Ramos França, Aline Souza de Paula e Fabio Toshio Kanizawa, e aos servidores da sede da ABCM, Débora Estrella, Vinicius Duarte Gonçalves e Pedro Palma pelos valiosos serviços que vêm prestando a nossa Associação, com muito zelo, competência, empolgação e cordialidade, além de muitas outras características que lhes são próprias e que tornam nosso trabalho menos difícil e mais gratificante.

Apresentamos, a seguir, relato dos principais acontecimentos havidos no âmbito de nossa Associação no decorrer do presente ano, bem como das principais ações em curso.

## nossos eventos

No período de 26 de fevereiro a 3 de março de 2023 foi realizado em Pirenópolis, GO, o XIX *International Symposium on Dynamic Problems of Mechanics - DINAME 2023*, sob a coordenação da Profa. Aline Souza de Paula, Prof. Adriano Todorovic Fabro e Profa. Marcela Rodrigues Machado, do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília (<https://eventos.abcm.org.br/diname2023/>). O evento foi realizado em formato presencial, com expressiva participação de docentes e estudantes estrangeiros. Além de palestras convidadas ministradas por eminentes pesquisadores, tiveram destaque na programação as seguintes sessões especiais: painel intitulado “*Dynamics: Past, Present and Future*”, com a participação dos Profs. Marian Wiercigroch, José Roberto de França Arruda, Marcelo Amorim Savi e Quan Wang (participação remota), com mediação feita pelo Prof. Domingos Alves Rade; sessão comemorativa dos 80 anos do Prof. Hans Ingo Weber, na qual alguns de seus ex-orientados apresentaram seus trabalhos de pesquisa; sessão dedicada ao Eberhard and Ute Hofer Award (Prêmio Hofer), durante a qual todos os jovens pesquisadores agraciados em edições anteriores do prêmio apresentaram seus trabalhos (Profa. Roberta Lima, Prof. Adriano Todorovic Fabro, Prof. Aldemir Cavallini Jr., Prof. Thiago Gamboa Ritto e Profa. Aline Souza de Paula). Na sequência, foi anunciada a outorga do *Eberhard and Ute Hofer Award* à Profa. Marcela Rodrigues Machado, em reconhecimento por seu destacado desempenho como jovem pesquisadora na área de problemas dinâmicos da mecânica. Os autores do DINAME foram convidados a submeter versões estendidas de seus artigos para a *Topical Collection on Modern Aspects and Trends in Dynamical Problems of Mechanics*, que será publicada este ano no *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*.

A Diretoria da ABCM agradece a todos que contribuíram para a realização do DINAME 2023, especialmente aos membros da comissão organizadora, ao Comitê de Dinâmica da ABCM, aos revisores dos trabalhos e aos estudantes da UnB que ofereceram suporte à organização do evento. Agradece também às agências governamentais, empresas patrocinadoras e à UnB pelo apoio financeiro e institucional prestado.

O 12º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação - COBEF 2023 foi realizado no período de 10 a 12 de maio de 2023, no Campus Darcy Ribeiro, em Brasília, DF, sob coordenação da Profa. Déborah de Oliveira e do Prof. Maksym Ziberov, do Departamento de Engenharia Mecânica da UnB (<https://eventos.abcm.org.br/cobef2023/>). Nesta edição, o evento foi realizado em formato híbrido, com parte das apresentações feitas remotamente de forma assíncrona, possibilitando que os participantes tivessem acesso aos vídeos a qualquer momento. Além disso, uma sala presencial foi alocada para exibição das apresentações gravadas. O evento logrou grande sucesso, contando com expressivo número de participantes, tanto da academia quanto da indústria. Trabalhos selecionados dentre os apresentados no evento serão publicados pela editora Springer no volume *ABCM Series on Mechanical Sciences and Engineering - 12<sup>th</sup> Brazilian Manufacturing Engineering Congress - COBEF*.

A Diretoria da ABCM agradece a todos que contribuíram para a realização do COBEF 2023, especialmente aos membros da comissão organizadora, ao Comitê de Engenharia de Fabricação, aos revisores dos trabalhos e aos estudantes que ofereceram suporte à organização do evento. Agradece também às agências de fomento, empresas patrocinadoras e à UnB, pelo apoio financeiro e institucional.

O XXIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - CREEM 2023 foi realizado no período de 12 a 16 de junho de 2023, em Goiânia, GO, sob responsabilidade de estudantes do curso de graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Goiás, liderados pela acadêmica Arielli Peres Pinheiro e tutoria da Profa. Andreia Aoyagui Nascimento e do Prof. Marlípe Garcia Fagundes Neto (<https://eventos.abcm.org.br/creem2023/>). Mais uma vez, o CREEM, o evento da ABCM organizado pelos estudantes para os estudantes, foi realizado com grande êxito, oferecendo um diversificado programa de atividades, que incluiu sessões de apresentação de trabalhos, palestras, minicursos e visitas técnicas. Os trabalhos escolhidos como os três melhores do evento foram: Estudo Numérico de uma Câmara de Combustão de Motor Foguete de 500 N Utilizando



comissão organizadora presidida pelos professores Amir Antônio Martins de Oliveira Jr., Henrique Simas e Milton Pereira (<https://eventos.abcm.org.br/cobem2023/>). Há grande expectativa de nossa comunidade quanto ao retorno ao formato presencial do principal encontro científico promovido pela ABCM, que é confirmada pelo expressivo número de trabalhos submetidos que, uma vez revisados, serão apresentados oralmente ou sob a forma de pôsteres. Além das sessões técnicas, o programa incluirá diversas palestras convidadas, a serem ministradas por renomados pesquisadores brasileiros e estrangeiros, sessões especiais dedicadas à atribuição do Prêmio Prof. Leonardo Goldstein Jr., do Prêmio ABCM-EMBRAER para melhor trabalho de conclusão de curso, melhor dissertação de mestrado e melhor tese de doutorado, e do Prêmio ABCM-PipelineBrazil para melhor trabalho de conclusão de curso na área de pipelines. Além disso, o programa incluirá espaços para reuniões dos comitês técnicos da ABCM, sendo estas abertas a todos os membros da Associação, além da reunião da Assembleia da ABCM, durante a qual serão tratados os assuntos pautados, incluindo a posse da Diretoria eleita para o biênio 2023-2025.

A Diretoria da ABCM agradece a todos que vêm contribuindo na organização do COBEM 2023: membros da comissão organizadora, membros dos Comitês Técnicos da ABCM, corpo de revisores dos trabalhos e membros da equipe de apoio, bem como aos colegas que participam das comissões julgadoras dos dois prêmios mencionados. Agradece também às agências governamentais e empresas patrocinadoras e à UFSC pelo apoio financeiro e institucional prestado ao evento.

### prêmio abcm|embraer 2022 de teses, dissertações e trabalhos de graduação

As ações referentes ao prêmio estão sendo coordenadas pelo Vice-Presidente da ABCM, Prof. Amir Antônio Martins de Oliveira Jr. Foram homologadas 26 submissões na categoria Tese de Doutorado, 24 delas na categoria Dissertação de Mestrado e 15 na categoria Trabalho de Graduação. A avaliação das candidaturas está sendo realizada por Comissão Julgadora presidida pelo Prof. Edgard Nobuo Mamiya e formada pelo Prof. Álisson Rocha Machado, Prof. José Roberto de França Arruda, Profa. Mônica Feijó Naccache e Prof. Silvio de Oliveira Junior, que conta com o apoio de um numeroso corpo de consultores formado por membros da comunidade da ABCM. Os prêmios serão entregues em sessão especial durante o COBEM 2023.

O grande número de trabalhos submetidos comprova

o prestígio que o Prêmio ABCM|EMBRAER conquistou junto a nossa Comunidade, especialmente junto aos jovens pesquisadores.

A Diretoria da ABCM agradece à EMBRAER pelo patrocínio oferecido, aos membros da Comissão Julgadora e aos consultores que atuam no processo de avaliação dos trabalhos.

### programa de bolsas de iniciação científica

Em 2023 foi divulgada a quinta chamada de projetos visando à concessão de bolsas do programa de bolsas de iniciação científica da ABCM (PABIC). Foram homologadas 22 propostas e concedidas 9 bolsas. Nesta edição, foram estabelecidas cotas para alunos(as) de instituições das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, candidatas mulheres, além de cota social e cota racial. A Comissão julgadora, a quem a Diretoria da ABCM agradece, foi formada pela Profa. Aline Souza de Paula, Prof. Americo Cunha Jr. e Profa. Juliana Braga Rodrigues Loureiro.

É importante destacar que o PABIC se consolida como uma iniciativa importante da ABCM para estimular a integração de estudantes de graduação a grupos de pesquisa, além de incentivar jovens docentes, frequentemente sem acesso a outras fontes de recursos, a oferecerem tais oportunidades a seus alunos.

Acompanhando o reajuste praticado pelas agências governamentais de fomento no início de 2023, o valor das bolsas do PABIC foi aumentado para R\$ 700,00.

### prêmio abcm|pipelinebrazil > 1ª edição

Por iniciativa do Eng. Marcelino Guedes Gomes, conselheiro da ABCM (mandato 2021-2025), foi instituído o Prêmio ABCM|PIPELINEBRAZIL, des-rtinado a distinguir trabalhos em nível de mestrado por contribuições para o desenvolvimento tecnológico e inovação na área de pipelines (dutos e tubulações). Para a primeira edição do prêmio foram recebidas 8 inscrições de dissertações defendidas e aprovadas entre 1º de janeiro e 31 de dezembro de 2022. O julgamento foi realizado por comissão formada por Prof. José Luiz de França Freire (JLFreire Consultoria), Sr. André França (Diretor Executivo do Centro de Tecnologia de Dutos - CTDUT), Prof. Theodoro Antoun Netto (UFRJ), Eng. Marcelino Guedes Gomes (PipelineBrazil), com o suporte de um corpo de consultores. Os trabalhos da Comissão

foram apoiados pelo Diretor Técnico-Científico da ABCM, Prof. Francis Henrique Ramos França. O trabalho vencedor do prêmio foi desenvolvido na COPPE|UFRJ, intitulado “Escoamento de biocombustível com cavitação em dutos”, de autoria do mestrando Elías do Carmo Dias, sob orientação do Prof. Helcio Rangel Barreto Orlande. O autor do trabalho vencedor faz jus a prêmio financeiro no valor de R\$ 10.000,00 e um certificado.

A Diretoria da ABCM cumprimenta o estudante vencedor do prêmio e seu orientador, e agradece aos membros da comissão julgadora e consultores por seu empenho na avaliação dos trabalhos submetidos. Agradece, de forma especial, ao Eng. Marcelino Gomes pela generosa iniciativa de instituir o Prêmio ABCM|PIPELINEBRAZIL, cuja segunda edição encontra-se em preparação no momento.

### as publicações da abcm

*Thermal Engineering* (RETERM) e *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering* (JBSMSE) prosseguem como os dois principais periódicos da ABCM, progressivamente aumentando sua visibilidade nos planos nacional e internacional. Para a RETERM, o Editor-Chefe, Prof. José Viriato Coelho Vargas (UFPR) e o corpo de editores associados vêm operando com vistas à indexação do periódico em bases internacionais. Quanto ao JBSMSE, cujos editores-chefes são os Profs. Jader Riso Barbosa Jr. (UFSC) e Marcelo Areias Trindade (EESC-USP), seus indicadores de impacto têm evoluído progressivamente. As métricas de impacto atuais do periódico são: *Scopus CiteScore 2022: 4,0; Clarivate JCR Impact Factor 2022: 2,2.*

Nossa revista ABCM Engenharia, conduzida com grande dedicação e competência por seu Editor, Prof. Sergio Viçosa Möller (UFRGS), permanece sendo um excelente veículo de divulgação de eventos, efemérides e análises de temas históricos e atuais, de grande interesse para nossa comunidade.

A parceria da ABCM com a Editora Springer para a publicação da *ABCM Series on Mechanical Sciences and Engineering*, cujos editores são os Profs. Marco Lucio Bittencourt (UNICAMP), Marcello Augusto Faraco de Medeiros (EESC|USP) e Ricardo Diego Torres (PUC|PR), continua sendo muito bem-sucedida. A série é destinada à publicação de coletâneas de artigos selecionados dentre aqueles apresentados em nossos eventos. Até o momento, já foram publicados cinco volumes ([\[springer.com/series/14172\]\(https://www.springer.com/series/14172\)\), e está em andamento a preparação de novos volumes referentes a eventos realizados recentemente.](https://www.</a></p></div><div data-bbox=)

Ainda com respeito a publicações apoiadas pela ABCM, temos a satisfação de anunciar a publicação, pela Springer, do livro *Handbook of Pipeline Engineering*, organizado pelo Prof. José Luiz de França Freire e pelos Engs. Marcelo Rennó e Marcelino Guedes Gomes (<https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-031-05735-9>). Generosamente, os organizadores e autores concederam os ganhos financeiros e os direitos autorais à ABCM, pelo que a Diretoria agradece.

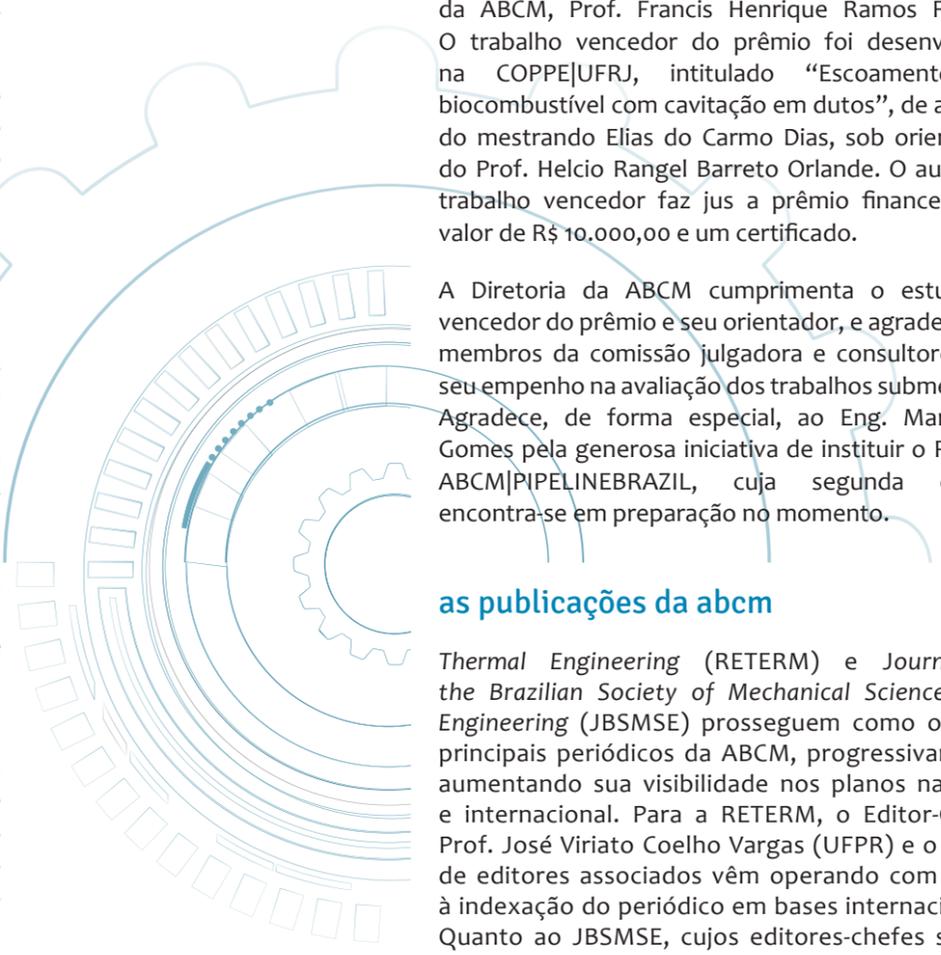
A Diretoria da ABCM cumprimenta e agradece aos editores-chefes, editores-associados e revisores pelo esforço que vêm dedicando às publicações da ABCM, com excelentes resultados.

### ações da diretoria

Temos a percepção de que a ABCM prossegue com contínuo aumento e diversificação de suas atividades, algumas geradas por circunstâncias externas, que demandam algum tipo ação, outras resultantes de iniciativas estruturantes, anteriormente planejadas ou resultantes de novas ideias surgidas. Sumarizamos, a seguir, as principais ações realizadas no decorrer de 2023.

Atuação junto aos comitês técnicos: vem sendo mantida a política de valorização e fortalecimento dos comitês técnicos da ABCM. Dentre as ações, coordenadas pelo Diretor Técnico-Científico, Prof. Francis Henrique Ramos França, está sendo estimulada a articulação mais efetiva entre os CTs e as comissões organizadoras dos eventos. No dia 18 de agosto de 2023 foi realizada, em formato híbrido, a reunião anual dos secretários executivos dos comitês técnicos com a Diretoria, durante a qual os secretários relataram as ações implementadas e planejadas por seus respectivos comitês, apontaram dificuldades e fizeram propostas para seu enfrentamento.

Sob a coordenação do Prof. Francis Henrique Ramos França, o portal da ABCM na internet está sendo modificado para incluir páginas especificamente dedicadas a cada um dos comitês técnicos, as quais promoverão a consolidação da identidade dos comitês, com maior visibilidade de seus membros e de suas ações, além de facilitar a realização de suas atividades. O trabalho ocorre concomitantemente com o projeto de adequação dos procedimentos da ABCM à Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD),



ambos com previsão de conclusão ainda no corrente ano.

Apoio à ABCM Jovem: em face de dificuldades havidas no processo de sucessão da Diretoria da ABCM Jovem, a Diretoria da ABCM achou por bem suspender provisoriamente as ações do capítulo estudantil e instituir uma Comissão, formada pela Profa. Aline Souza de Paula, Profa. Simone dos Santos Hoefel e Prof. Adriano Todorovic Fabro para organizar a chamada de candidaturas para as eleições da nova diretoria, apoiá-la na revisão do estatuto da ABCM Jovem e recompor as equipes de gestão nacional e regionais. As eleições para a Diretoria Nacional da ABCM Jovem, biênio 2023-2024, foram realizadas no período de 17 a 21 de julho de 2023, tendo sido eleita a chapa formada pelos acadêmicos José Willian Leal De Araújo (UFPI, Presidente) e Luana Pereira Santos Vicente (UFPI, Vice-Presidente).

A Diretoria da ABCM cumprimenta os diretores eleitos e deseja-lhes sucesso na condução da ABCM Jovem. Agradece também às equipes diretoras nacional e regionais que concluíram seus mandatos, Rafaela de Oliveira Novaes (UFGD, Presidente Nacional) e Ana Luiza Guerreschi Kohlmann (USP, Vice-Presidente Nacional), Iane Aires (UFPI, Presidente da Regional Piauí), Ana Katarina Amaral (UFPI, Vice-Presidente da Regional Piauí), Ana Luíza Leão (UFJF, Presidente da Regional Minas Gerais), Ophir Neto (UFJF, Vice-Presidente da Regional Minas Gerais), Dyuliana Regosino (UERJ, Presidente da Regional Rio de Janeiro), Daniel Murad (UERJ, Vice-Presidente da Regional Rio de Janeiro), Mariana Finamor (UFGD, Presidente da Regional Mato Grosso do Sul), Rafaela Novaes (UFGD, Vice-Presidente da Regional Mato Grosso do Sul).

Comissões Permanentes e Especiais da ABCM: A ABCM vem estimulando as atividades das comissões permanentes de Admissão, Ciência e Tecnologia, Divulgação e Publicações, Ensino e Difusão de Pesquisa e Intercâmbio Institucional. Destacamos a atuação da Comissão Especial de Inserção e Diversidade, implantada em junho de 2022, formada pela Profa. Aline Souza de Paula (UnB), Profa. Juliana Braga Rodrigues Loureiro (COPPE|UFRJ), Profa. Marcia Barbosa Henriques Mantelli (UFSC), Profa. Marina Weyl Costa (UNIFESSPA), Prof. Wanderley Amorim (UFMG), Profa. Adriana Marques (IFSP) e a doutoranda Dijane dos Santos Ferreira (UFSC), que tem por finalidade propor e avaliar ações que visem a adoção das melhores práticas referentes

às questões de inserção e diversidade no âmbito da ABCM. Esta comissão produziu, no decorrer de 2023, o “Diagnóstico inicial da ABCM em relação a diversidade de gênero e geográfica”, documento que se encontra disponível no portal da ABCM na internet (<https://www.abcm.org.br/pb/comissoes-especiais>); propôs também o estabelecimento de cotas no Edital PABIC 2023 e criou o informativo mensal da Comissão, iniciado no mês de junho.

A Diretoria da ABCM agradece aos membros das Comissões Permanentes e Comissões Especiais pelo importante trabalho que vêm realizando.

Racionalização das despesas e gestão financeira da ABCM: Com ações de seu Diretor Tesoureiro, Prof. Fabio Toshio Kanizawa, a Diretoria da ABCM vem dando sequência ao processo de melhoria da gestão financeira da Associação, pautada pela redução de custos. Após levantamento das despesas regulares, realizada em 2022, continua sendo conduzida a renegociação de alguns contratos com prestadores de serviços. Além disso, a Diretoria vem apoiando as comissões organizadoras dos eventos, visando otimizar os investimentos na organização dos eventos.

Planejamento estratégico da ABCM: motivada pela evolução do cenário em que a ABCM atua, com aumento quantitativo e diversificação de suas frentes de atuação, algumas delas envolvendo novos desafios, a Diretoria julgou necessário realizar o planejamento estratégico da Associação para os próximos anos. Com o apoio da empresa ADM S.A., foi realizado amplo planejamento estratégico nos aspectos financeiro, administrativo e comunicação/marketing. Trata-se, portanto, de uma ação estruturante cujos resultados nortearão as ações das diretorias, atual e futuras, e da sede da ABCM nos próximos anos.

Defesa da ABCM em autuações tributárias: a ABCM sofreu duas autuações de natureza tributária, oriundas da Secretaria Municipal de Fazenda de Belo Horizonte, referentes ao não recolhimento de ISS por ocasião da realização do ICAS 2018 - 31<sup>st</sup> Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences, promovido pela Associação. Foi necessária a contratação de assessoria jurídica para apresentação das defesas separadamente, haja vista que as duas autuações constituem processos independentes. As defesas vêm sendo feitas com base na tese que a ABCM é estatutariamente imune à cobrança de ISS. A

## programa de gestão da chapa que se candidata à diretoria da ABCM, biênio 2023>2025



Domingos Alves Rade  
Presidente da ABCM



Chapa gestão ABCM 2023-2025 > Da esquerda para a direita: Prof. Amir Antônio Martins de Oliveira Jr., Vice-Presidente, Prof. Domingos Alves Rade, Presidente, Prof. Francis Henrique Ramos França, Diretor Técnico-Científico, Profa. Aline Souza de Paula, Diretora Secretária, Prof. Fabio Toshio Kanizawa, Diretor Tesoureiro.

A atual Diretoria da ABCM, formada por Prof. Domingos Alves Rade (Presidente), Prof. Amir Antônio Martins de Oliveira Jr. (Vice-Presidente), Profa. Aline Souza de Paula (Diretora Secretária), Prof. Francis Henrique Ramos França (Diretor Técnico-Científico) e Prof. Fabio Toshio Kanizawa (Diretor Tesoureiro) apresenta sua candidatura para exercer seu segundo mandato no biênio 2023-2025. Para tanto, apresentamos este Programa de Gestão, que se baseia precipuamente nos objetivos estabelecidos pelo Art. 2º do Estatuto da ABCM, segundo o qual nossa Associação “tem por finalidade congrega pessoas físicas e jurídicas, com interesse no desenvolvimento da Engenharia e das Ciências Mecânicas para:

a. Contribuir para o desenvolvimento da Engenharia e Ciências Mecânicas no Brasil; b. Promover a pesquisa, intercâmbio e difusão do conhecimento na sua área de atuação; c. Estimular um efetivo intercâmbio entre as Universidades, Centros de Pesquisa e a Indústria, no sentido de contribuir para o desenvolvimento; d. Estimular a divulgação do conhecimento em Engenharia e Ciências Mecânicas através da publicação de livros, textos, monografias, revistas e demais meios de comunicação; e. Promover o intercâmbio com Institutos e Associações Técnico-Científicas correlatas, do país e do exterior; f. Promover o conhecimento da Engenharia e das Ciências Mecânicas através de Congressos, Simpósios, Conferências, Cursos e Reuniões Técnico-Científicas; g. Realizar, pelo menos a cada dois anos, um congresso de Engenharia Mecânica de abrangência nacional.”

Com estas premissas, daremos sequência ao trabalho realizado durante o nosso primeiro mandato, por meio do planejamento e execução de medidas que promovam o fortalecimento da Associação em sua atuação junto a seus associados, instituições parceiras e entes públicos e privados ligados à ciência, tecnologia e educação superior do Brasil e de outros países, especialmente no que diz respeito à área de Engenharia e Ciências Mecânicas.

Relatos das principais ações realizadas em nosso primeiro mandato podem ser encontrados na seção “Palavras do Presidente” das edições 2022 e 2023 de nossa revista ABCM Engenharia. Nesses relatos, externamos a nossa percepção de que a ABCM progride com contínuos aumento e diversificação de suas atividades, algumas geradas por circunstâncias externas, que demandam reações específicas, outras resultantes de iniciativas estruturantes, anteriormente planejadas ou decorrentes de novas ideias surgidas no seio da Associação. Esta tendência, para a qual devemos estar preparados, vem

conduzindo a um aumento substancial do volume e complexidade do trabalho desempenhado pelos membros da Diretoria e pelos colaboradores da Sede.

Na sequência, destacamos as principais ações propostas para nosso segundo mandato.

Concluiremos o processo de revisão do Estatuto da ABCM e daremos início ao processo de adequação da Associação ao Estatuto revisado. Em conformidade com o Plano de Gestão proposto à Comunidade quando das eleições realizadas em 2021, e respondendo às exigências e recomendações contemporâneas de boas práticas e excelência em gestão (tais como adequação à Lei Geral de Proteção de Dados), a Diretoria vem conduzindo o processo de revisão do Estatuto da ABCM, iniciativa que foi aprovada pela Assembleia em 2021. A primeira versão do Estatuto revisado deverá ser concluída ainda em 2023, e será posteriormente submetida à apreciação da Assembleia. Estamos convencidos de que a revisão do Estatuto, subsidiada por toda a experiência angariada desde a criação da ABCM, favorecerá o aperfeiçoamento, consolidação e ampliação das ações futuras de nossa Associação, com eficiência, eficácia e efetividade, além de segurança jurídica.

Daremos continuidade ao fortalecimento dos comitês técnicos e do Conselho da ABCM, e à busca de maior envolvimento dos associados com assuntos da Associação. Após as primeiras ações, que consistem na promoção de articulação mais efetiva entre os CTs e as comissões organizadoras dos eventos, e a realização de reuniões anuais dos secretários executivos dos comitês com a Diretoria, concluiremos a inserção de páginas exclusivas dos Comitês no portal da ABCM na internet. Também continuaremos incentivando as reuniões periódicas dos comitês como parte dos programas dos eventos. Na revisão do Estatuto da ABCM anteriormente mencionada estamos propondo a inserção dos CTs no organograma da ABCM, com definição clara de suas atribuições. Além disso, promoveremos a atualização das Normas para a Criação e Operação dos Comitês Técnicos.

Continuaremos incentivando e apoiando a realização de Escolas pelos comitês técnicos, nos vários temas de interesse da Engenharia e Ciências Mecânicas, tendo em vista o grande potencial que possuem para contribuir de forma efetiva para a formação das futuras gerações de pesquisadores e engenheiros.

Continuaremos também empenhando esforços para aumentar o número de associados ativos e engajados por meio de maior presença da ABCM nas redes sociais, além de ações diretas junto às

chefias de departamentos, coordenações de cursos de graduação, coordenações de programas de pós-graduação e diretórios acadêmicos das Universidades brasileiras. Estas iniciativas deverão promover o sentimento de pertencimento dos associados à comunidade da ABCM.

Continuaremos trabalhando para aumentar a contribuição da Associação ao debate de temas relevantes e à definição de políticas públicas que visem ao progresso científico-tecnológico e socioeconômico do Brasil, por meio da interlocução junto a órgãos governamentais responsáveis pela formulação e execução de políticas de ciência e tecnologia e de educação superior, e outras associações afeitas às áreas de atuação da ABCM, especialmente a SBPC e a ABC. Promoveremos a interlocução e construção de parcerias com a empresas industriais e suas associações. Ainda nesse contexto, pretendemos estimular o debate e troca de experiências entre associados com relação ao ensino de graduação e pós-graduação no Brasil.

Prosseguiremos no aprimoramento e expansão do portal da ABCM na internet, que deverá servir como fonte permanente de informação, disponibilizando anais dos eventos, palestras e minicursos gravados em vídeo, anúncios de oportunidades (bolsas e oportunidades profissionais), além de notícias e manifestações de natureza técnico-científica.

Buscaremos aperfeiçoar o sistema informatizado de gestão de eventos visando ao aperfeiçoamento dos procedimentos organizacionais dos eventos científicos da ABCM, além da redução de custos dos eventos e da carga de trabalho das comissões organizadoras.

Continuaremos apoiando os editores-chefes do *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering* (JBSMSE) e *Thermal Engineering* (RETERM) e suas equipes de editores associados visando a aumentar a atratividade dos periódicos no plano internacional. Apoiaremos a internacionalização de seus corpos de editores associados e a busca pela melhoria contínua de seus indicadores. Manteremos nosso apoio à Revista ABCM Engenharia e seu Editor-Chefe, ressaltando o seu importante papel na divulgação das ações da ABCM e na disseminação de matérias com conteúdo técnico ou histórico de interesse da comunidade de Engenharia e Ciências Mecânicas.

Daremos especial atenção aos eventos da ABCM. Temos a percepção de que o alcance dos nossos

eventos junto aos associados ainda é baixo e pode ser aumentado. Prosseguiremos na busca pelo aperfeiçoamento dos programas de nossos grandes eventos, principalmente COBEM e CONEM, de modo que estes sejam mais atrativos, tanto para os associados jovens quanto para os seniores. Também promoveremos maior suporte da Diretoria e da sede da ABCM às comissões organizadoras dos eventos, buscando reduzir sua carga de trabalho.

Prosseguiremos na consolidação da parceria entre a ABCM e a editora Springer, visando ao fortalecimento de nosso principal periódico, o JBSMSE, a concretização de projetos editoriais na ABCM *Series in Mechanical Engineering*, além da publicação de obras propostas por nossos associados, na condição de autores ou organizadores.

Prosseguiremos na consolidação de nosso bem-sucedido Programa de Bolsas de Iniciação Científica (PABIC), como forma de motivar estudantes e jovens docentes-pesquisadores por meio do apoio financeiro a seus projetos de pesquisa.

Manteremos nosso apoio a iniciativas das secretarias regionais e da ABCM Jovem, visando a ampliar a inserção da ABCM nas diversas regiões do País, com atenção especial aos estudantes de graduação. Em especial, continuaremos apoiando o Congresso Nacional dos Estudantes de Engenharia Mecânica (CREEM), que é o evento da ABCM organizado pelos estudantes para os estudantes.

Prosseguiremos na implantação do plano estratégico da ABCM nos aspectos financeiro, administrativo e comunicação|marketing que norteará as ações das diretorias e da sede da ABCM nos próximos anos.

Ao finalizar, agradecemos às diretorias anteriores, membros do Conselho, secretários e membros de comitês técnicos, editores-chefes e editores associados de nossos periódicos, organizadores de eventos, colaboradores da Sede, colaboradores externos, e membros da comunidade ABCM, que vêm contribuindo para o engrandecimento de nossa Associação que em breve completará 50 anos de história exitosa.

Ficaremos honrados em poder contar com o apoio dos associados da ABCM para que possamos honrar os compromissos assumidos neste Programa e, desta forma, conduzir a ABCM em sua missão de contribuir para a progresso do Brasil.

Rio de Janeiro, setembro de 2023.

biênio 2023-2025

# ENCIT 2022 > retorno ao formato presencial



Prof. Francis Henrique Ramos França  
Depto. de Engenharia Mecânica da UFRGS

## encit 2022

19th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering

O congresso foi organizado pelos seguintes professores do Departamento de Engenharia Mecânica da UFRGS: Francis H. R. França, **Presidente**, Adriane Prisco Petry, **Vice-Presidente**, Fernando Marcelo Pereira, **Editor Científico**, Andrés Mendiburu Zavallos, **Tesoureiro**, Alexandre Vagtinski de Paula, Cirilo Seppi Bresolin, Diogo Elias da Vinha Andrade, Felipe Roman Centeno, Guilherme Henrique Fiorot, Letícia Jenisch Rodrigues e Thamy Cristina Hayashi. O mesmo grupo organizou o ENCIT 2020 no formato *online* em razão das restrições impostas pela pandemia.

### programa técnico-científico do ENCIT 2022

O congresso abrangeu um conjunto de nove simpósios diretamente associados aos Comitês Técnicos da

ABCM. Cada simpósio contou com a coordenação de um membro definido pelo respectivo Comitê Técnico e por um membro da Comissão Organizadora, estabelecendo assim uma comunicação direta entre os Comitês Técnicos e a Comissão Organizadora. A boa comunicação estabelecida dessa forma foi fundamental para que o processo de revisão dos trabalhos ocorresse de forma suave e dentro dos prazos. O processo de revisão englobou as etapas de submissão dos resumos, *draft papers* e *final papers*. Essa organização se mostrou efetiva para possibilitar o dimensionamento preliminar do congresso, na fase dos resumos, assim como assegurar o elevado nível técnico-científico dos trabalhos completos, revisados em duas etapas. O programa final do ENCIT 2022, com a especificação do dia e do horário da apresentação

de todos os trabalhos, foi divulgado exatamente um mês antes do início do congresso, facilitando o planejamento dos autores para a participação no congresso.

Durante o evento, além de um caderno impresso com informações gerais sobre o congresso, os participantes puderam fazer uso de um aplicativo que facilitava a navegação nos horários e locais

de todas as atividades realizadas no congresso e permitia, entre outros recursos, a criação de uma agenda com as atividades de interesse. Estando o aplicativo integrado ao sistema da ABCM, os congressistas tinham também a possibilidade de acessar os arquivos PDF de todos os trabalhos publicados no ENCIT 2022 para consulta no momento das apresentações. A **Figura 1** apresenta algumas imagens da tela do aplicativo.

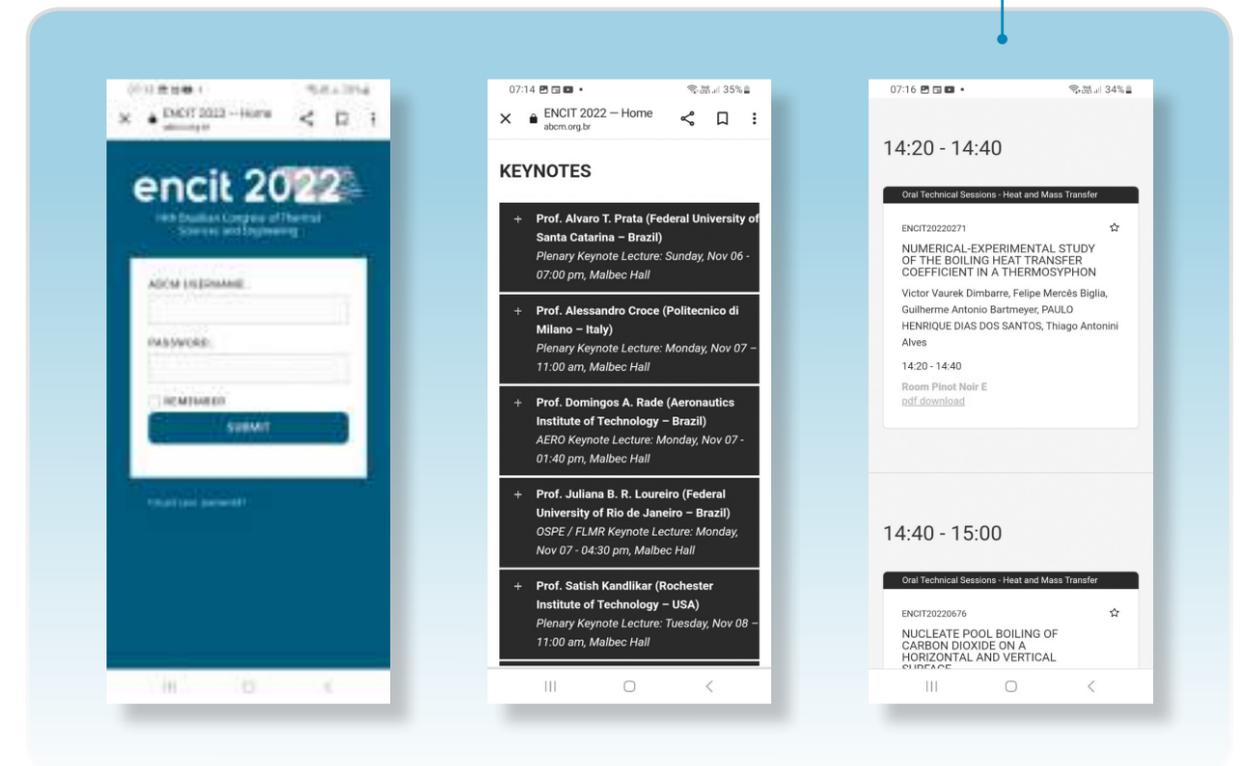


Figura 1 > Aplicativo do programa técnico-científico do ENCIT 2022

### apresentação dos trabalhos completos

Um total de 367 trabalhos foi apresentado no ENCIT 2022 abrangendo os dez simpósios do ENCIT 2022, e distribuído da seguinte forma: Engenharia Aeroespacial (29); Bioengenharia (09); Combustão (30); Energia e Sistemas Térmicos (80); Mecânica dos Fluidos (95); Transferência de Calor e Massa (59); Aquecimento, Ventilação, Ar-Condicionado e Refrigeração (20); Nano e Micro-Fluídica e Microsistemas (10); *Offshore* e Engenharia de Petróleo (29); Engenharia Nuclear (06).

Aproximadamente 75% e 25% dos trabalhos foram apresentados em sessões técnicas orais e de pôsteres, respectivamente. As apresentações orais seguiram o padrão dos eventos da ABCM, com 15 minutos de exposição acrescidos de 05 minutos para interações com a audiência. Para possibilitar uma maior participação nas apresentações dos pôsteres, recomendou-se que autores deixassem seus trabalhos expostos durante todo o dia, ficando junto aos pôsteres durante os *coffee breaks*, com uma circulação maior de congressistas, e nos períodos de 02 horas especificados na programação do evento.

## keynote lectures

As palestras do ENCIT 2022 foram organizadas em *keynote lectures* gerais, com temas transversais envolvendo diferentes áreas de ciências térmicas, e *keynotes* dos simpósios. Na inspiradora palestra de abertura do congresso, o prof. Alvaro T. Prata (UFSC) apresentou um quadro comparativo do Brasil, em relação ao panorama mundial, em ciência, tecnologia e inovação, explorando os pontos fortes e frágeis do país, e apontando caminhos para o país superar as suas limitações e se tornar mais competitivo no cenário mundial. O prof. Alessandro Croce (Politécnica de Milão, Itália) abordou os últimos desenvolvimentos no projeto de turbinas eólicas visando à geração de energia com custo comparável ou inferior aos sistemas convencionas de geração de

energia (Figura 2). O Prof. Satish Kandlikar (Rochester Institute of Technology, EUA) explorou alguns dos últimos avanços em ebulição nucleada, apresentando algumas inovações em nível de nanoescala com potencial de alterar a dinâmica de formação e o movimento de bolhas nas superfícies aquecedoras, elevando a eficiência térmica. A profa. Marcia Mantelli (UFSC) apresentou as aplicações na indústria de dutos de calor e termosifões, ilustrando o tema com os vários avanços alcançados por seu grupo de pesquisa no tema. Por fim, o prof. Pedro Coelho (IST ULisboa, Portugal), um dos maiores especialistas no tema de interações entre turbulência e radiação térmicas, explorou os desafios fundamentais do tema e suas aplicações em combustão.



Figura 2 > Palestra do prof. Alessandro Croce (Politécnica de Milão, Itália).

No simpósio de Engenharia Aeroespacial, o prof. Domingos A. Rade (ITA) apresentou o Centro de Pesquisa em Engenharia para a Mobilidade Aérea do Futuro, relatando a concepção do projeto e os objetivos de se estabelecer a infraestrutura para o desenvolvimento de avanços tecnológicos no setor de mobilidade aérea. A profa. Juliana B. R. Loureiro (UFRJ), palestrante convidada nos simpósios de Engenharia de *Offshore* e Petróleo e de Mecânica dos Fluidos, demonstrou a importância de medições experimentais para o entendimento e a caracterização de escoamentos desde o poço ao topo da plataforma de exploração de petróleo. O Simpósio de Mecânica dos Fluidos convidou também o prof. Atef Mohany (Ontario Tech, Canada) para realizar uma apresentação sobre a natureza instável de escoamentos na esteira de corpos rombudos

e sua suscetibilidade à ressonância acústica, que pode resultar em vibrações e ruídos indesejáveis, mas potencialmente controláveis a partir de um melhor entendimento da interação entre som e escoamento. O programa nuclear da Marinha do Brasil foi apresentado pelo CMG Marcelo Raposo Ribeiro, Superintendente Técnico da Diretoria de Desenvolvimento Nuclear da Marinha. O prof. Pedro T. Lacava (ITA) abordou os avanços nas técnicas ópticas para medições não-intrusivas da injeção e mistura de combustível e ar, ignição e propagação de chamas em motores de combustão interna, considerando entre outros fatores a queima de combustíveis diferentes. No simpósio de Transferência de Calor e Massa, o Prof. Thomas Pierre (Southern Brittany University, França) apresentou, num aparato de levitação aerodinâmica para medição, em temperaturas

elevadas, de propriedades de metais fundidos, como massa específica e tensão superficial.

## palestras convidadas, mini-curso e sessões especiais da ABCM

Além das sessões técnicas e das *keynote lectures*, o programa do ENCIT 2022 incluiu palestras e sessões de interesse geral. O prof. Gherhardt Ribatski (USP São Carlos) apresentou o histórico e o processo envolvido na Avaliação Quadrienal das Engenharias III correspondente ao período 2017-2020, descrevendo os diferentes itens de avaliação e apresentando uma visão ampla da área, além de apontar caminhos para a evolução da pós-graduação na Área Engenharias III na CAPES. O prof. Roger Greenwood, Diretor do Laboratório de Pesquisa da Força Aérea (AFRL) do *Southern Office of Aerospace Research and Development (SOARD)* dos EUA, apresentou aos participantes dos eventos as várias oportunidades de pesquisa do Departamento de Defesa dos EUA. No encerramento do congresso, a Dra. Fernanda R. Spinelli (Laboratório de Referência Enológica) e o Presidente da Associação Brasileira, André M. Gasperin, apresentaram uma palestra sobre aplicações da engenharia enológica e analítica na produção do vinho, com enfoque nos processos térmicos.

O prof. José Simões Moreira (USP) ofereceu um mini-curso sobre energias renováveis. O ENCIT 2022 marcou também o lançamento de seu livro *Fundamentos de Transferência de Calor para Engenharia*, em co-autoria com o prof. Elí Zavaleta Aguilar, uma contribuição importante para o ensino de engenharia no país, que ocorreu em uma das sessões técnicas do simpósio *Heat and Mass Transfer*.

No ENCIT 2022 também ocorreram um conjunto de sessões promovidas pela ABCM. As reuniões dos Comitês Técnicos receberam destaque no Programa do Evento, com indicação prévia de horário e dos locais das reuniões, além de convite enviado a todos os membros da ABCM para participar das discussões conforme as suas áreas de atuação. Além disso, os Comitês Técnicos tiveram a oportunidade de definir o horário da reunião de forma a melhor se adequar ao cronograma de atividades dos simpósios associados a cada Comitê Técnico. Outro destaque do ENCIT 2022 foi a Sessão de Premiação dos profs. João Azevedo (ITA) e Álvaro Toubes Prata (UFSC), que receberam o prêmio Engenharia Mecânica Brasileira como reconhecimento pela grande relevância de suas atividades para o desenvolvimento da engenharia mecânica no Brasil, após homenagens feitas por seus ex-orientandos, profs. Farney C. Moreira (AEDB) e Ligia D. F. Marczak (UFRGS), respectivamente (Figura 3). O ENCIT 2022 abrigou ainda uma reunião geral da comunidade da ABCM.



Figura 3 > Sessão de premiação dos profs. João Azevedo (ITA) e Alvaro Toubes Prata (UFSC), que receberam o prêmio Engenharia Mecânica Brasileira.

## Bento Gonçalves e o centro de eventos do Dall'Onder Grande Hotel

Na escolha do Centro de Eventos do Dall'Onder Grande Hotel para hospedar o ENCIT 2022, pesaram a atratividade de Bento Gonçalves, na Serra Gaúcha, e a estrutura do centro de eventos para a realização do congresso. O centro de eventos mostrou-se ideal para a realização do ENCIT 2022, com fácil circulação e plena acessibilidade, abrangendo: Malbec Hall, palco das palestras convidadas e das sessões plenárias; Centro Pinot Noir, com um total de 07 salas, onde ocorreram a maior parte das sessões técnicas; Sauvignon Hall e Mezanino, espaços conjugados que abrigaram as sessões de pôsteres, os expositores e os *coffee breaks*, além do coquetel de recepção no primeiro dia do congresso (Figura 4).



Figura 4 > Convívio entre os participantes do ENCIT 2022 no Centro de Convenções do Dall'Onder Grande Hotel.

O jantar do ENCIT 2022, realizado em um salão nobre do hotel, Carmenère Hall, foi sem dúvida uma experiência memorável de convívio e confraternização no congresso, com ampla presença dos participantes, inclusive estudantes que tiveram custo reduzido à metade para ingresso no jantar.

A escolha de uma sede fora das grandes capitais pode trazer um desafio maior à logística de organização. Para a maior parte dos participantes de outros estados, o primeiro destino foi o Aeroporto Internacional Salgado Filho, em Porto Alegre, a uma distância de 117 km do local do evento ou aproximadamente 02 horas de traslado. Embora houvesse outras opções de traslado entre o aeroporto e o centro de eventos, para maior conforto dos participantes, foram organizados ônibus oficiais do evento com saída do aeroporto no primeiro dia e retorno no último dia do evento, atendendo os horários com maior concentração de

voos. Para adquirir um assento nos ônibus oficiais, os participantes deveriam reservá-lo com determinada antecedência junto à empresa de turismo oficial do evento. Os valores dos ônibus foram mantidos na mesma faixa dos ônibus regulares entre Porto Alegre e Bento Gonçalves, sendo que para os estudantes as taxas foram reduzidas à metade. Considera-se que os ônibus oficiais simplificaram consideravelmente o planejamento dos participantes.

A realização de congressos em cidades do interior pode possibilitar, como ponto favorável, um ambiente de maior tranquilidade e imersão dos participantes. A cidade de Bento Gonçalves, conhecida como a Capital Brasileira do Vinho, localiza-se em uma das regiões mais belas do país, com uma cultura fortemente influenciada pela colonização italiana. Em uma semana ensolarada, com temperaturas amenas, a cidade ofereceu aos participantes do congresso

inúmeras opções de visitas memoráveis, como o Vale dos Vinhedos e os Caminhos de Pedra, além de inúmeras opções de restaurantes, cantinas e bares no entorno do centro de eventos, possibilitando as melhores condições de convívio após as atividades do dia. Após o período de pandemia, Bento Gonçalves foi, de fato, um cenário perfeito para a celebração do retorno aos eventos presenciais.

## agradecimentos

A realização do ENCIT 2022 de forma presencial marcou o encerramento de um longo compromisso firmado ainda em 2014, quando o grupo da UFRGS teve a sua candidatura aprovada para a organização do ENCIT 2020. Com o advento da pandemia, o grupo se dispôs a organizar o ENCIT 2020, de forma inédita, no formato ; assim, o ENCIT manteve a sua sequência de realização bianual, permitindo que a comunidade de ciências térmicas pudesse divulgar

os avanços na pesquisa durante o período da pandemia. Não se pode deixar de louvar o esforço de todos os membros da Comissão Organizadora, que se dispôs ao trabalho intenso de organização de um congresso da magnitude do ENCIT por duas vezes consecutivas. Também se faz aqui um reconhecimento ao excelente trabalho dos alunos que formaram a equipe de suporte ao evento. Devem ser expressos os agradecimentos à Diretoria da ABCM, aos funcionários da sede da ABCM, à equipe da MG Studio, responsável pelo gerenciamento do sistema de submissão de trabalhos e do aplicativo do programa do evento, aos patrocinadores e órgãos de fomento à realização de eventos, aos palestrantes convidados e a todos os congressistas. Com o elevado nível técnico-científico do ENCIT 2022, o congresso permanecerá como um registro da produção em pesquisa gerada em um período marcado pelas restrições impostas pela pandemia, uma demonstração notável da resiliência da comunidade que forma a ABCM.



# construindo o profissional que sonhamos ser



Marcelino Guedes Gomes (\*)  
PIPELINEBRAZIL



Uma das principais características dos países desenvolvidos e verdadeiramente globais é o que fazem com o conhecimento e com que velocidade geram riquezas. Conhecimento bem aplicado gera recursos financeiros e melhores empregos, esse mesmo recurso é a garantia de novos investimentos em conhecimento e maior produção e assim por diante. Parece mercantilismo e o Brasil ainda não tem essa visão, mas o conhecimento é a única maneira de modificar de forma sistêmica, relevante e permanente a cadeia de geração de renda. Para isso acontecer a qualidade do profissional é o primeiro passo. Como preparar esse profissional para o Brasil que queremos? Como deverá ser esse

profissional capaz de garantir um futuro melhor para o nosso país, ou ainda, que profissional o mercado global vem demandando? Que profissional do futuro precisamos desenhar para garantir um indivíduo profissionalmente realizado com boa qualidade de vida e feliz?

Era final da década de 80, eu estava entrando no Centro de Pesquisa da PETROBRAS (CENPES), na ilha do Fundão no Rio de Janeiro, para assistir a minha primeira apresentação na empresa. O então chefe do CENPES falou olhando para mim, pelo menos foi assim que ficou na minha lembrança, na minha alma, "... prestem bem atenção, vocês serão os gestores da

PETROBRAS do ano 2000...". Todos tínhamos o ano 2000 como algo muito distante.

Julho de 2020, o mundo enfrentava uma das suas maiores crises com a pandemia de COVID 19, o conhecimento passou a ser ainda mais fundamental, foi o que de fato diferenciou os países desenvolvidos daqueles que dependiam do conhecimento de outros. Faltava tudo, máscaras, insumos, oxigênio, leitos em hospitais, respiradores, medicamentos e vacinas. Faltou até bom senso e dignidade para algumas lideranças, mas estava faltando de fato conhecimento. Em meio a toda essa loucura mundial, isolado em casa, decidi me aposentar depois de quase 35 anos de trabalho como engenheiro mecânico em uma das maiores empresas do Brasil e do mundo, não dava mais para esperar. Não era tempo para descansar e descartar o que eu buscava. Decidi que era enfim chegada minha hora de trilhar novos caminhos, novos desafios e continuar atuando, mas também colocar em prática um antigo sonho de dividir minha experiência de tantos anos principalmente para com os mais jovens, de poder colaborar com o projeto de muitas carreiras de profissionais em busca de realização pessoal.

## a revolução acelerada pelo COVID > conectividade global



O CORONA Virus despertou a necessidade de acelerarmos a incorporação de uma tecnologia que já estava disponível. Mesmo antes da pandemia Global, a inovação tecnológica estava mudando a forma da comunicação popular *digital-online*, o ensino e os treinamentos a distância já vinham lentamente sendo utilizados. Muitas de nossas universidades reagem de forma muito conservadora às mudanças, como se o ensino só fosse possível de forma presencial em uma sala de aula. A tecnologia de gerar conteúdo educacional, uma disponibilização mais ampla e a plena socialização da informação chegou inicialmente de forma quase forçada, mas sem dúvida veio para ficar.

Existem 235 milhões de estudantes matriculados em universidades ao redor do mundo. Estima-se que o número de universitários em 2040 será o dobro. O Brasil tem 6,5 milhões de universitários. Entre 2011 e 2021, o número de ingressantes em cursos superiores de graduação, na modalidade de educação a distância (EaD), aumentou 474%. No mesmo período, a quantidade de ingressantes em cursos presenciais diminuiu 23,4%. Assunto que pode causar controvérsia e discussões, mas o fato está aí e é uma tendência global.

O ensino a distância aumentará cada vez mais, a interconectividade flexível entre as universidades permitirá que os alunos selecionem um pacote de disciplinas de qualquer parte do país ou do mundo. Muitos estudantes de áreas distantes e menos favorecidas terão igualmente acesso a *Harvard, Oxford, Stanford, Tsinghua* ou *Unicamp*. As plataformas de ensino se tornarão quase tão importantes quanto os professores. Os professores se tornarão motivadores de fora da sala de aula, sendo obrigados a mudar suas próprias maneiras de pensar e ensinar, serão verdadeiros tutores do conhecimento. Provavelmente o "Campus" e a "Sala de Aula" não serão somente espaços de aprendizado, serão "makerspaces" especializados e algumas vezes temáticos. O corpo docente deverá ser capaz de trabalhar como uma "equipe - grupo" composto pelo próprio corpo acadêmico e profissionais experientes da indústria. Docentes farão parte de um ecossistema empreendedor maduro, trabalhando em parceria com empresas: *startups*, incubadoras, aceleradoras, espaços de *coworking* etc. e tudo isso em alta velocidade.

Todas as projeções apresentadas anteriormente são encontradas na web, e tenho que confessar que acredito em grande parte dessas previsibilidades do futuro. No entanto, alguns sistemas educacionais, especialmente nos níveis elementares, têm sido relativamente lentos para incorporar até mesmo as tecnologias de aprendizado mais básicas e amplamente disponíveis, e o acesso ainda desigual em nosso país à tecnologia infraestrutura prejudica em muito a caminhada que temos que fazer na direção da educação *online 5.0*. O futuro foi ontem, mas já parece bem distante.

## sensores conectados, robótica, materiais inteligentes e novas energias



Um dos grandes desafios para os futuros engenheiros são os requisitos multidisciplinares e a adaptabilidade que terão que enfrentar em função das mudanças em velocidade acelerada. A minha geração teve como grande demanda e desafios as análises computacionais por FEA ("*Finite Element Analysis*"), CFD ("*Computational Fluid Dynamics*") e a fantástica explosão da Computação Gráfica. A engenharia de dados, Big Data, Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial, Machine Learning, Robótica associada aos drones e R.O.V.s já estão prontos esperando a grande revolução dos sensores. Tudo estará conectado, gerando dados e mais dados na antes impensável dimensão de *zettabytes*. Estamos entrando em uma era de grandes mudanças nas indústrias de sistemas eletrônicos em direção à integração da inteligência

artificial e a grande disseminação do sensoriamento distribuído e autônomo. Já estamos presenciando os veículos autônomos, fábricas às escuras, biorobôs, cirurgias robóticas, guerras sem soldados e o mais assustador é que isso tudo é apenas o início de tantas transformações que estão por vir.

Existe um erro de percepção de que as tecnologias do futuro estão vinculadas somente às mudanças que virão com a revolução dos sensores na indústria digital. A indústria também está correndo atrás de materiais mais eficientes, de menor custo e cada vez mais se integrando à sociedade. Quando falamos do material do futuro, o grafeno aparece como a grande mudança pelo seu enorme potencial de aplicação a curto prazo, por ser muito condutivo, transparente, impermeável e de elevada resistência. Minha geração foi formada somente com base nos materiais metálicos e alguma coisa de poliméricos e cerâmicos, mas agora estamos falando dos materiais inteligentes, dos nanomateriais, com memória de forma, adaptativos, que respondem a um determinado estado de tensão, ou a temperatura, ou umidade e ainda com toda a preocupação global de ser sustentável, sempre pensando em como reciclar para garantir um planeta habitável para as próximas gerações.

Falando em planeta para as próximas gerações temos que destacar a importância da tão falada transição energética. Em um cenário em que energias de baixa emissão e renováveis sejam privilegiadas, hoje podemos imaginar opções na origem em Hidrelétrica, Solar, Eólica, Geotérmica, H<sub>2</sub>, Biomassa, Mares e Oceanos. Vamos precisar de muito esforço tecnológico e de engenharia para a grande demanda de cobre, silício, níquel, cromo, zinco, lítio, cobalto, neodímio e outros materiais básicos para tudo que vamos ter que construir nessa nova era digital, elétrica e de baixa emissão de carbono. Temos muitos desafios e muita demanda para uma engenharia de excelência.

### Como Projetar a Sua Carreira



O conhecimento acumulado e a experiência vivida são únicos e uma boa formação básica e acadêmica ainda será fundamental para a carreira do profissional do futuro. Tenha em mente o valor perene de disciplinas como: Física, Química, Matemática, Mecânica dos Sólidos e dos Fluidos. Dedique tempo para leitura técnica e participe sempre que possível de seminários, conferências e congressos. A escolha de um tema, uma área para especialização ainda no início da sua carreira, sem deixar de lado os fundamentos gerais e mesmo sabendo que você vai ser obrigado a

aprender, desaprender e reaprender constantemente na velocidade louca do desenvolvimento tecnológico contemporâneo. Identifique diversas referências profissionais no tema escolhido, tanto no Brasil como no exterior, para atuarem como tutores ou mentores, verdadeiros guias ao longo de sua vida profissional. Os professores agora, mais do que nunca, terão um papel fundamental de despertar a curiosidade pelo saber. Independente se de forma digital ou presencial, tente cultivar a sua vontade em aprender de forma contínua, seja humilde e sábio para aprender com tudo e com todos. O projeto de formação é dinâmico, fique atento para definir os próximos possíveis alvos. Em um mundo de mudanças frenéticas, a adaptabilidade passa a ser uma competência demandada pelas empresas e instituições.

Se pergunte sempre o que gostaria de estar fazendo em 5, 10 e 15 anos, tenha sempre bem definido o próximo alvo. Hoje tudo é acelerado, até mesmo as aspirações de crescimento salarial e profissional. Essa tendência de velocidade sônica na escalada em organizações pode ser uma armadilha que pode limitar novos sonhos. Remuneração é fundamental, mas no início de sua carreira muitas vezes pode não ser o mais importante. Não tente encurtar caminhos na sua formação técnica pois podem gerar lacunas que se transformarão em deficiências no futuro. Cultive a cultura da inovação, da mudança, do diferente, enfim a curiosidade e a mente aberta. Seja referência técnica em sua área de atuação. Desenvolva relacionamentos interpessoal, interempresarial e internacional. Sempre que possível busque conviver com pessoas mais inteligentes e talentosas que você. Acredite que o seu “networking” pode ser um ativo importante para a sua carreira profissional. Reputação é valor inestimável por isso cultive sólidos princípios e valores éticos. Procure empresas ou instituições parceiras que pratiquem os valores e princípios iguais aos seus. Coloque dedicação, empenho, vibração, entusiasmo, alma e paixão em todas as atividades. E finalmente muito e muito trabalho.

### o profissional global



Talento e Comunicação essa é a combinação do profissional global. Claro que existem outras considerações, características e competências que ajudam a formatar esse tipo de mão de obra cada vez mais comum em todo o mundo. Considerando esse novo momento, o mercado global demanda profissionais talentosos e com comunicação fluente ou quase nativo em inglês. A comunicação é uma ferramenta fundamental e ter o domínio pleno do idioma inglês é mandatório, saber conjugar o verbo “to

be” já não é suficiente. Habilidades de comunicação, seja escrita ou apresentação em público, online ou presencial é uma expectativa mínima. Não importa a nacionalidade, a raça, a religião e o gênero, a percepção comum é que o mercado de trabalho vai muito além da mesa que apoia o seu computador. Com a possibilidade de atuação remota é possível o profissional morar no interior de Minas Gerais e estar atuando para uma empresa com sede em Cingapura. A mobilidade hoje é mais fácil, os jovens profissionais têm desejos de experiências multiculturais e muitos experimentam três ou quatro países diferentes, na YPPBrazil (Young Pipeline Professional), por exemplo tem um desses casos, um young pipeliner brasileiro, formado no Brasil, que fez curso em Houston, desenvolveu trabalho temporário de um ano em Newcastle e agora tem residência em Brisbane.

### um homem na busca da felicidade e do seu Legado



Com toda certeza você já ouviu essas perguntas de diversas formas. Existe felicidade no trabalho? Você é feliz no trabalho? É possível ser feliz no trabalho? Nesse mundo globalizado e digital, onde os resultados são exaustivamente expostos, é fundamental falar de um novo movimento, que é um olhar mais humanizado para o profissional. Conceitos como felicidade e qualidade de vida vem trazendo um olhar mais “humano” para o profissional contemporâneo. A busca pela realização profissional está intrinsecamente conectada ao conceito de felicidade. Surge como um importante demanda a criação de ambientes mais saudáveis, mais humanizados e por consequência mais produtivos. Felicidade no trabalho é sinônimo de alto desempenho, resultados extraordinários e lucratividade garantida.

Para buscar a felicidade é fundamental conhecer as suas aspirações e limitações de forma mais profunda. Somente com autoconhecimento é possível entender como se aprimorar para entregar resultados mais positivos. É mandatório o exercício da reflexão constante e revisão de suas escolhas para reconhecer o que mudar em busca de maior realização. Não tenha medo de mudanças, recomeçar é sempre possível, redesenhar alvos, reescrever metas, é sempre mais fácil para quem se dedica ao que ama. Priorize o que você realmente gosta e reconheça que existem limites, tenha sabedoria para identificá-los. Faça sempre o que te traz prazer e vibração. Arrisque, pois a vida é uma só, sem rascunho, e ela tem que valer a pena. Você detectou que está acomodado? então pode ser um indicativo que está na hora de definir o próximo passo ou um novo projeto.

Tecnologia, talento, comunicação, infraestrutura, recursos financeiros, remuneração, reconhecimento, tudo muito importante, mas se possível, escolha de forma prioritária um bom lugar para trabalhar. A seguir são apresentados alguns poucos pontos que devem ser valorizados na escolha ou no desenvolvimento de um lugar legal para trabalhar:

- Menos rigor nas cobranças, principalmente quando os resultados não foram os desejados, pois todo mundo pode falhar;
- Planejamento de curto, médio e longo prazos, metas claras;
- Evite dar eco às lamentações, atitudes tóxicas contaminam e espalham o desconforto. Direcione a energia do grupo para aquilo que pode trazer vibração, prazer, entusiasmo e uma convivência melhor;
- Sorriso, ânimo e bom humor em tudo;
- Inove, faça sempre diferente, liberdade máxima para criar e questione sempre se poderia ser ainda melhor;
- Foco e dedicação, é necessário definir onde será investido o tempo e a energia.
- Atenção especial às equipes de trabalho. Valorize os trabalhos em grupo, tire proveito da diversidade, sempre respeitando as individualidades e aproveitando para aprender com elas.

### o tempo voa e a vida é uma só



É, passou muito rápido, foi legal e até agora continua valendo muito a pena. A pergunta que sempre me faço é ... o que eu gostaria de estar fazendo profissionalmente em cinco anos? A minha resposta continua sendo aprender sempre compartilhando, fomentando a integração universidade - empresa, colaborando com a exportação de tecnologia “MADE IN BRAZIL”, trabalhando cada vez mais com os jovens profissionais, motivando o desenvolvimento de tecnologia de pipeline no Brasil e buscando permanentemente um País mais justo socialmente. Esse continua sendo o meu sonho. Temos que acordar todos os dias acreditando que viver é maravilhoso, que podemos de alguma forma deixar um legado, uma pequena contribuição para as pessoas que gostamos, para a nossa comunidade, nosso País e o mundo.

(\*) Engenheiro Mecânico. Atuou quase 35 anos no sistema PETROBRAS. Fundador da PIPELINEBRAZIL. Membro associado da ABCM.

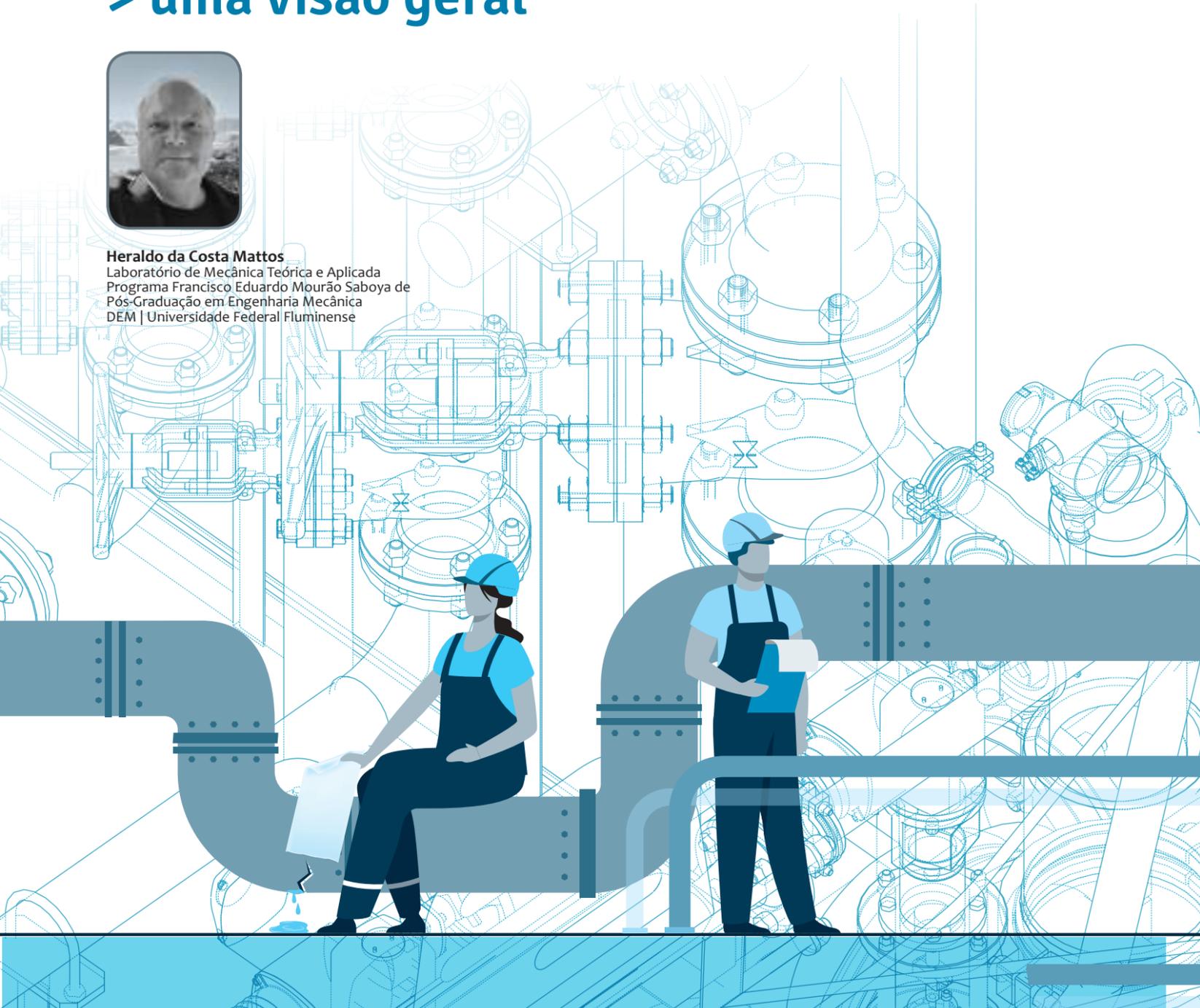
[www.riopipeline.com.br/comite-internacional](http://www.riopipeline.com.br/comite-internacional)

# compósitos usados como sistemas de reparo em tubulações corroídas

## > uma visão geral



**Heraldo da Costa Mattos**  
Laboratório de Mecânica Teórica e Aplicada  
Programa Francisco Eduardo Mourão Saboya de  
Pós-Graduação em Engenharia Mecânica  
DEM | Universidade Federal Fluminense



Quando fui convidado para redigir um texto de divulgação resumido sobre “compósitos”, fiquei um pouco preocupado. Como escrever algo interessante e que não fosse semelhante aos muitos textos facilmente encontrados usando-se ferramentas de busca *online*? Curiosamente, apesar de termos inúmeros exemplos de uso de compósitos em aplicações industriais, e de termos diferentes grupos nacionais desenvolvendo

pesquisa nessa grande área da Engenharia, o estudo de compósitos ainda não é comum nos cursos de graduação em Engenharia Mecânica. Em geral, os nossos cursos ainda focam nos materiais metálicos, abordando de forma periférica os não-metálicos e os compósitos. Isso levou ao tema desse artigo, bem mais específico. É uma motivação para jovens estudantes e engenheiros entrarem no universo dos compósitos, a partir de uma área que vem tendo um extraordinário desenvolvimento nesse século. Deliberadamente, esse é um texto de divulgação, sem referências e equações. Caso o leitor fique interessado, pode entrar em contato pelo Email divulgado para maiores detalhes.

De uma forma simplista, um compósito é o resultado da mistura macroscópica entre dois ou mais materiais de naturezas e fases diferentes. O objetivo seria alcançar uma maior qualidade com melhores propriedades (mecânicas, químicas etc.). Os materiais compósitos estão em quase todos os lugares e são muito utilizados em diversos ramos da indústria (aeroespacial, naval e oceânica, óleo e gás, por exemplo e em componentes elétricos, eletrônicos ou mecânicos). O compósito natural mais conhecido é a madeira. Talvez o tipo de compósito artificial mais corriqueiro seja o concreto: ele geralmente é composto de vários materiais que se combinam para formar o conhecido material de construção. O tipo de concreto mais conhecido é composto de cimento Portland, agregados (cascalho, brita) e areia.

Em relação à matriz, os principais componentes dos compósitos podem ser metais, polímeros e cerâmicas. Esse artigo se restringirá aos compósitos formados

por um polímero combinado com outra classe de material. Esses outros materiais podem ser fibras (naturais ou não, longas ou curtas - fibras de vidro, carbono, *polyester* etc.) e partículas. Restringiremos ainda mais, tratando só dos compósitos de matriz polimérica reforçados por fibras longas.

O objetivo nesse artigo é dar uma visão geral do uso desse tipo de compósito de matriz polimérica reforçada com fibras como sistema de reparo em tubulações metálicas que conduzem líquidos e que tenham danos de corrosão localizados que prejudicam a sua operação. Os danos derivados do processo de corrosão causam perdas econômicas muito importantes (ver a [Figura 1](#)). A parada não planejada de uma linha para manutenção devido a uma falha inesperada causa perdas econômicas importantes devido à paralisação da produção. Em geral, os tubos podem ser danificados por corrosão, impacto acidental, erosão devido a partículas sólidas transportadas pelo fluido, erosão causada por cavitação ou podem ser atacados quimicamente pelo fluido. Danos por corrosão com perda de material da superfície interna e/ou da superfície externa, eventualmente levando a danos através da espessura, são provavelmente as principais causas para as paradas para manutenção de tubulações metálicas.

Os procedimentos clássicos de reparo por soldagem (cortar e substituir um segmento corroído ou substituir uma seção danificada localizada e usar um remendo de aço) exigem a interrupção da operação enquanto o reparo está sendo executado.



**Figura 1** > Exemplos de corrosão em tubulação numa plataforma *offshore*.

Os sistemas de reparo usando materiais compósitos são particularmente interessantes em ambientes onde qualquer método de reparo usando equipamentos que possam produzir calor e/ou faíscas seja proibido (como em plataformas offshore que possuem atmosferas ricas em hidrocarbonetos). Tubulações corroídas com defeitos com perda parcial de metal na parede podem ser reparadas ou reforçadas com uma luva de material composto. Nesses sistemas, um segmento de tubulação é

concêntricas de material compósito após a aplicação de uma camada de polímero no defeito de corrosão (Figura 2).

Diferentes sistemas de reparo comercial baseados em materiais compósitos reforçados com fibras podem ser encontrados: (a) tecido de fibra de vidro para ser envolvido com impregnação de resina líquida, (b) camadas pré-curadas prontas para envolver o tubo, (c) resina flexível pré-impregnada para ser envolvida com água.

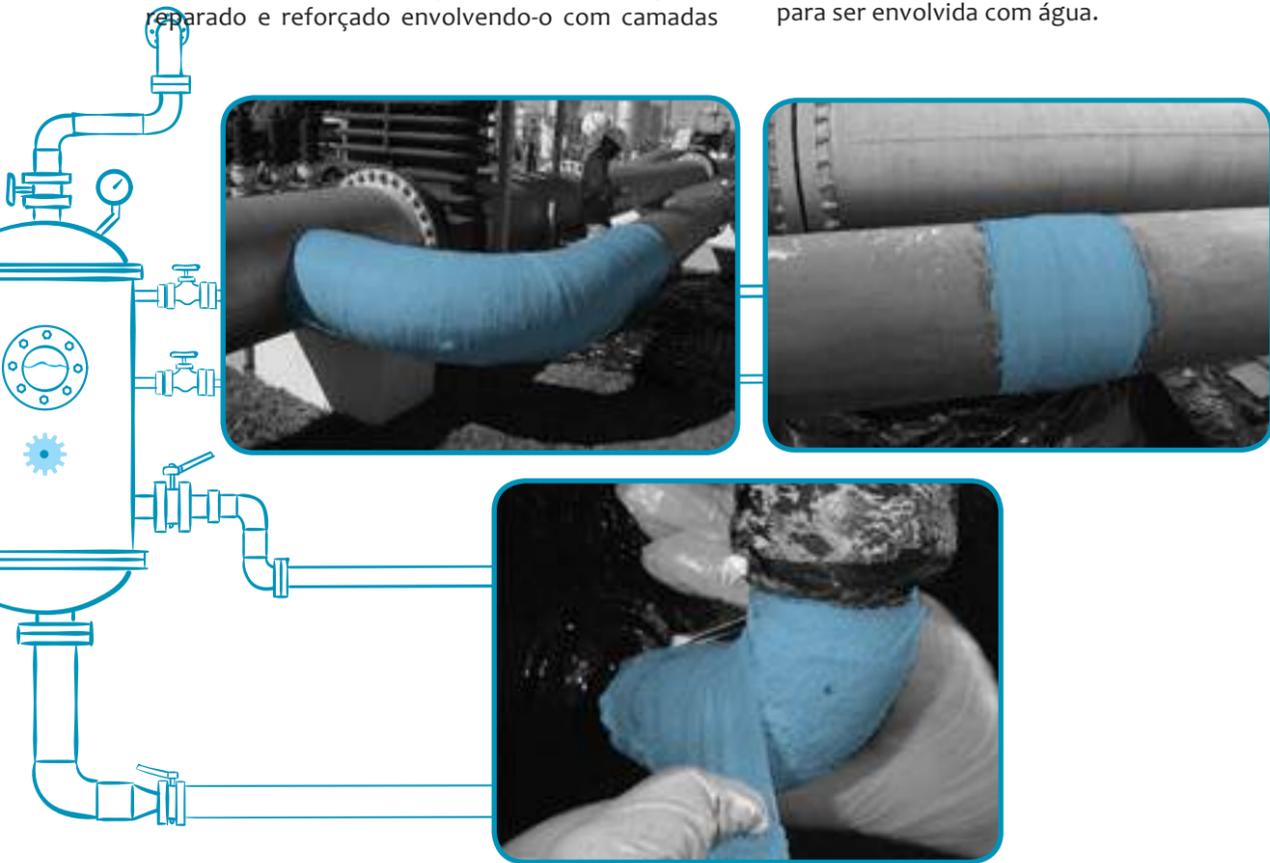


Figura 2 > Reparos de segmentos corroído usando compósitos de matriz polimérica reforçada com fibras.

No caso de danos transpassantes (um “furo” na parede), um foco adicional, além de assegurar um grau satisfatório de integridade estrutural, é garantir que o tubo não vaze após o reparo. Muitas vezes utiliza-se uma placa metálica colada sobre o furo associada com a bandagem de material compósito.

Os produtos comerciais disponíveis usam diferentes tipos de polímero na matriz, como as resinas epóxi e poliuretanos. As fibras podem ser de fibra de vidro, carbono, aramida etc. Os programas de manutenção preditiva que usam sistemas compósitos à base de polímeros podem reduzir as possibilidades de

falhas inesperadas. Técnicas de reparo com materiais poliméricos e compósitos não requerem esvaziamento da linha e paralisação da operação consumindo tempo altamente demandado. Hoje em dia é possível reparar uma linha de óleo ou água em menos de 3 horas.

Informações sobre requisitos e recomendações para a qualificação, projeto, instalação, teste e inspeção para a aplicação externa de reparos compósitos em tubulações corroídas ou danificadas nas indústrias de petróleo, petroquímica e gás natural podem ser encontradas em normas, como, por exemplo as normas ISO 24817 e ASME PCC-2.

Remendos colados que não envolvem toda a tubulação (“patches”) feitos de materiais compósitos também podem ser usados para prolongar a vida útil dos componentes metálicos. Neste caso, o tamanho do “patch” e as propriedades de colagem são muito importantes. No caso de dutos corroídos transportando líquidos, a geometria do reparo do compósito é mais simples (basta uma luva), mas as principais dificuldades são a definição da espessura adequada do compósito para garantir um nível satisfatório de integridade estrutural e evitar vazamentos no caso de defeitos de espessura. É importante observar que as normas tradicionais (citadas anteriormente) só tratam do dimensionamento de luvas e não de “patches”.

Em geral, a eficácia de um sistema de reparo é verificada através da pressão de falha obtidas em ensaios hidrostáticos feitos em laboratório (ver as figuras 3, 4 e 5). Como se trata de tubos fechados (e não linhas longas), as tensões axiais são relevantes e as pressões de falha obtidas nos testes em laboratório são cerca de 15% mais altas do que as de uma linha longa (o que pode contrariar o senso comum de muitos). A eficácia da maioria dos reparos é tão grande, que muitas vezes aumenta a resistência original do espécime (sem defeito) e a falha pode ocorrer nos tampos soldados, com visível deformação plástica. Mesmo no caso de furos grandes (em torno de 1 polegada) a pressão de falha pode ser bem superior a 200 bar.



Figura 3 > Corpos de prova hidrostáticos com danos artificiais reparados com luvas de compósito.

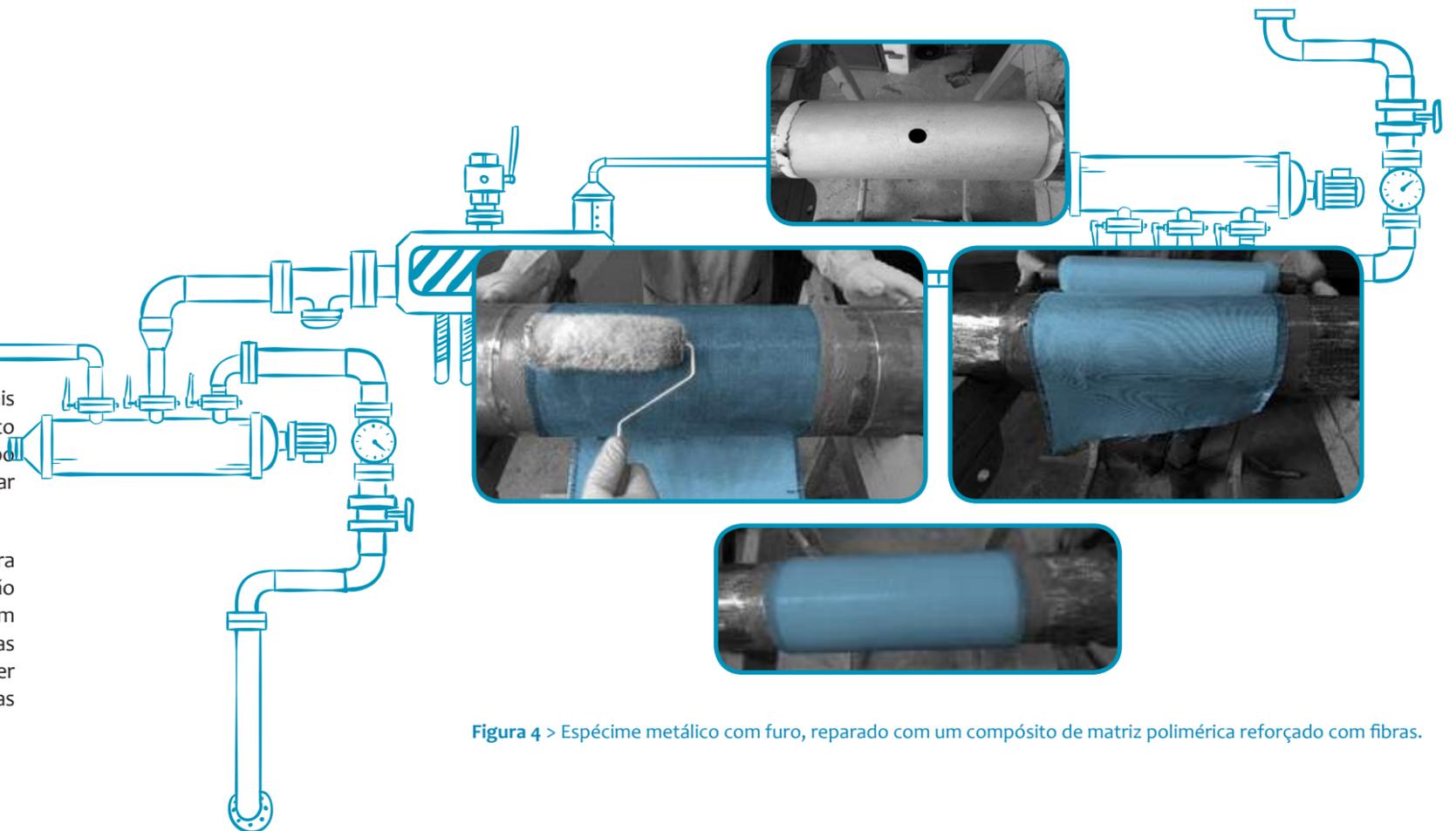


Figura 4 > Espécime metálico com furo, reparado com um compósito de matriz polimérica reforçado com fibras.

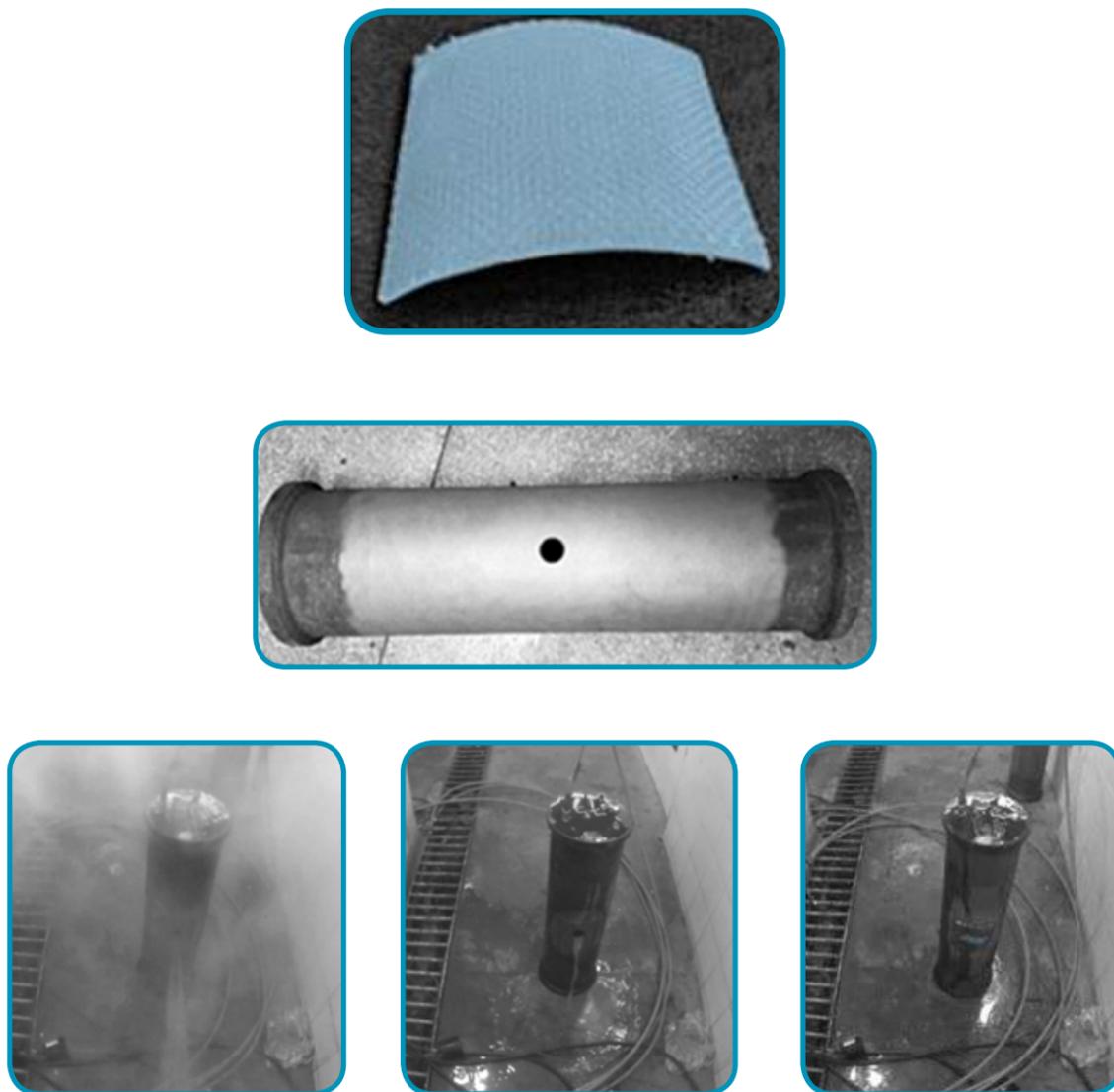


Figura 5 > Ensaio hidrostático de falha em um espécime metálico com furo, reparado com um “patch” de material compósito.

No caso de testes de longa duração com pressão constante em campo, uma atenção especial deve dada ao controle dela, pois grandes picos de pressão podem ser induzidos por uma variação muito pequena de temperatura se o sistema for simplesmente fechado por uma válvula, gerando falsos resultados negativos. Por essa razão, muitos testes de longa duração realizados em campo são inválidos. A Figura 6 mostra a grande variação de pressão devido a variação de temperatura num teste realizado no verão à beira da baía de Guanabara, Rio de Janeiro, no campo de testes

de longo prazo de reparos da UFF. A água dentro da tubulação 39.9 °C às 11h07 e a temperatura exterior era de 35 °C. Às 15h03 a temperatura no interior do tubo era de 46.2 °C e a pressão interna de 83.8 bar. A temperatura atmosférica média era de 41°C. Às 18h38 a temperatura no interior do tubo era de 33.4 °C e a pressão interna de 1 bar. A pressão interna na tubulação ficou abaixo da pressão atmosférica até as 12h do dia seguinte, quando a temperatura dentro da tubulação era de 33.4°C. O transdutor de pressão fez nenhuma medição porque só adquire valores positivos

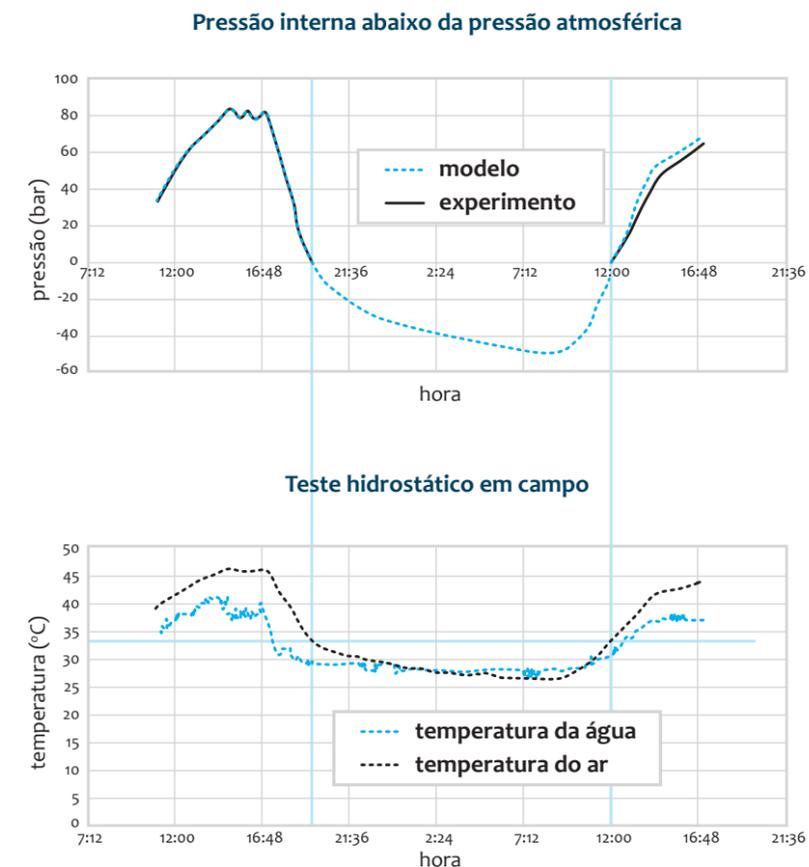


Figura 6 > Teste hidrostático realizado sem controle de temperatura no período de 24/01/2017 até 25/01/2017 com pressão interna inicial de 33.4 bar.

Sem entrar em muitos detalhes técnicos, no caso de defeitos de perda de massa (não transpassantes), a espessura necessária da luva é determinada pela pressão externa que ela deve exercer no tubo para que a operação seja segura, atendendo a algum critério de falha. Geralmente, esses critérios para dutos corroídos tentam aproximar a região corroída por meio de um retângulo ou elipse com profundidade correspondente à maior profundidade de corrosão medida ao longo do eixo do tubo. Os "métodos de área efetiva" incluem o clássico critério ASME B31G, critério RSTENG 0,85 (também conhecido como critério modificado B31G) e o critério BG/DNV.

No caso de defeitos transpassantes, a espessura adequada do reparo é determinada usando-se a Mecânica da Fratura Linear Elástica (modos I e II combinados). Diferente do caso de defeitos não transpassantes, o acabamento superficial é de extrema importância para assegurar que o reparo

não vai admitir vazamentos. Em alguns desses sistemas de reparo, após uma preparação adequada da superfície, uma camada de adesivo (“primer” - não necessariamente o mesmo polímero usado na matriz do compósito) é aplicado na superfície do tubo metálico. Em seguida, o compósito é aplicado em camadas concêntricas. A camada de adesivo é usada para ligar o laminado composto ao substrato e deve ter uma superfície suave para melhorar o desempenho. O alisamento das superfícies é necessário para não permitir lacunas entre o substrato e a luva de material compósito. Embora as normas não considerem esse aspecto, a espessura da camada de “primer” é muito importante. No caso da eficiência do reparo para evitar vazamentos em temperaturas mais altas, a temperatura de transição vítrea do “primer” é mais importante do que a do compósito.

A parte mais interessante nesses procedimentos é

que o dimensionamento do reparo pode ser feito de forma analítica, bastando um telefone celular ou uma máquina de calcular, sem a necessidade de grande capacidade de computação.

Uma aplicação interessante desses sistemas é no



Figura 7 > Danos de corrosão em tubulações de água descartada.

O petróleo encontrado na natureza é na verdade uma mistura, composta basicamente de óleo, gás e água. Os reservatórios de petróleo frequentemente contêm grandes volumes de água, enquanto os reservatórios de gás tendem a produzir apenas pequenas quantidades. Na superfície, a água produzida é separada dos hidrocarbonetos, tratada para remover o máximo possível de óleo e, em seguida, descarregada no mar ou injetada de volta nos poços. Após o tratamento, a água produzida ainda contém vestígios de óleo e, por isso, o lançamento no mar é rigorosamente controlado pela legislação. A água produzida contém vários produtos químicos, como metais pesados, hidrocarbonetos aromáticos polinucleares e radionuclídeos, é uma das descargas de águas residuais mais significativas na indústria de petróleo offshore.

A reabilitação deste tipo de tubulação corroídas pode eventualmente necessitar de um alpinista industrial, o que implica que a aplicação do sistema de reparo deve ser o mais simples possível (Figura 1). Embora a pressão de operação desses dutos não seja muito alta, a temperatura da água fica entre 60°C a 90°C, o que pode ser um grande desafio para o uso de materiais polimérico como sistema de reparo.

Outra aplicação interessante é no reforço de soldas circunferenciais em tubulações de aços duplex e superduplex. Tubulações de aço inox duplex e super

reparo de defeitos de corrosão em tubulações de água produzida na exploração de petróleo offshore (Figura 7). Como as plataformas offshore são atmosferas de hidrocarbonetos, é proibido qualquer método de reparo que utilize equipamentos que possam produzir calor e/ou faíscas.

duplex estão sendo cada vez mais utilizadas em plataformas offshore devido à excelente resistência à corrosão em ambientes agressivos aliada a boas propriedades mecânicas. Porém, o processo de soldagem não é simples e pode ocorrer uma alta suscetibilidade à corrosão se alguns parâmetros não forem muito bem controlados. Danos severos por corrosão em alguns cordões de solda eventualmente são encontrados, principalmente defeitos através da parede que causam vazamentos nas tubulações. Ensaio usando sistemas de reparo em diferentes condições de dano (defeitos artificiais que visam reproduzir danos localizados de corrosão encontrados em juntas soldadas reais) mostram a possibilidade de uso efetivo do procedimento alternativo proposto como uma ferramenta confiável para prolongar a vida útil e reduzir o tempo de inatividade do duto. Esta metodologia mostrou ser possível reparar adequadamente juntas soldadas que apresentem danos de até 80% da espessura da parede e defeitos transpassantes de até 50% do perímetro do tubo. A Figura 8 mostra um defeito real na região termicamente afetada da solda de uma tubulação de aço super duplex UNS S32750 usado para transporte de água salgada. Também na figura, um corpo de prova usado para testar a possibilidade de uso de reparo com compósito de matriz polimérica. O reparo foi dimensionado para resistir a uma pressão de 20 bar. A pressão de falha num ensaio hidrostático foi de 41,9 bar.

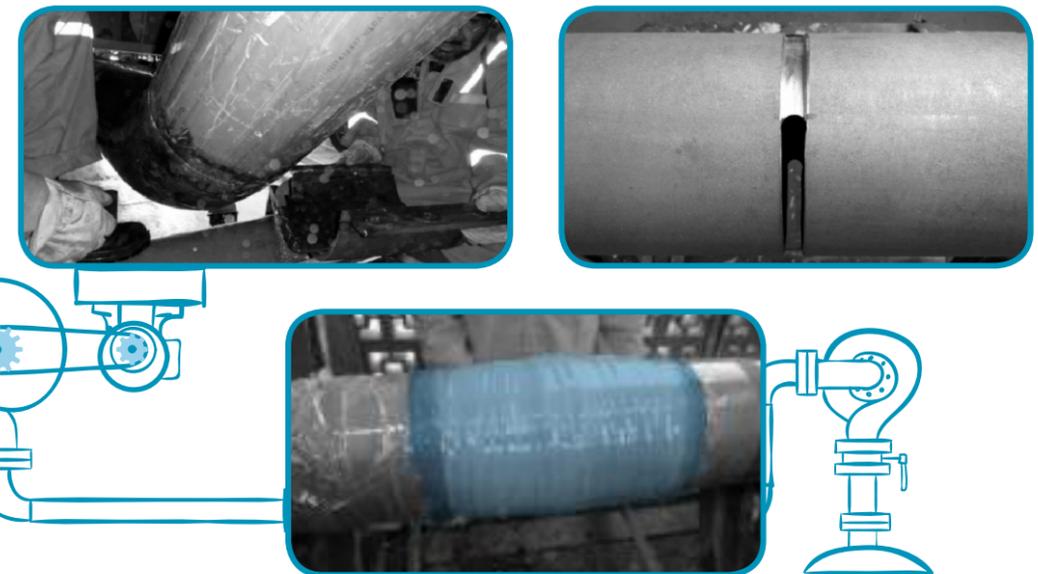


Figura 8 > Vazamento em um tubo de aço super duplex após um curto tempo de operação e corpo de prova com defeito circunferencial de 75% de perda de espessura e um defeito transpassante de 50% do perímetro.

Nesse caso, o sistema de reforço pode ser usado como medida adicional preliminar para proteger as soldas, ele pode manter um nível adequado de resistência mecânica para uma determinada pressão de operação e também pode garantir que a tubulação não vaze até uma parada de manutenção planejada da linha.

Após a apresentação dessas aplicações, resta concluir apontando alguns dos desafios atuais para a efetiva utilização dos sistemas de reparo a base de compósitos de matriz polimérica reforçados com fibras. A questão da durabilidade desses reparos ainda é uma questão em aberto. Normalmente são usados para reparos emergenciais, mas experimentos de longo prazo ainda em andamento mostram que a degradação do reparo é muito mais lenta do que a do metal das tubulações, caso essas não sejam submetidas a sistemas de proteção de corrosão e a manutenção adequada. Na Figura 6 é possível ver tubulações com furo de 1 polegada reparadas com diferentes sistemas comerciais, deixadas ao ar livre com uma pressão controlada de 30 bar. Uma parte dessas tubulações foi pintada e outra deixada ao natural. As tubulações não pintadas já estão severamente corroídas, mas os reparos permanecem pouco alterados. Após um pouco mais de 5 anos de teste, nenhuma das tubulações vazou. Uma estimativa razoável é que

possam durar cerca de 20 anos ou mais, caso tenham o acompanhamento adequado.

Outro desafio é a resistência desses reparos à incêndios e altas temperaturas. Materiais poliméricos têm uma baixa resistência a temperaturas muito elevadas, mas existem sistemas comerciais que comprovadamente operam muito adequadamente até 150 °C. Para o caso de incêndios, ainda existe um longo caminho a se percorrer, provavelmente protegendo os reparos com algum tipo de isolante (como tintas intumescentes, por exemplo). Essa tem sido uma discussão importante para viabilizar o seguro de algumas instalações industriais.

Embora, normalmente se apresente aplicações em situações extremas, o potencial maior de aplicação desses sistemas de reparo é em vazamentos de instalações corriqueiras de água e esgoto. Já se encontra em lojas e supermercados produtos bem práticos para pressões mais baixas. Provavelmente, em breve tempo, diferentes produtos comerciais baratos serão disponíveis em prateleiras para uso doméstico.

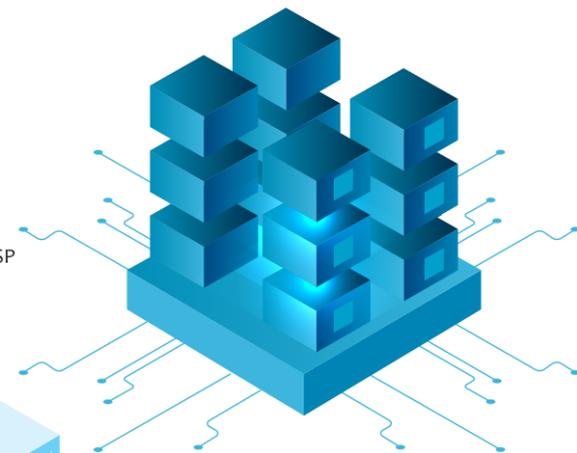
É importante enfatizar que diferentes grupos nacionais na academia e na indústria atuam ativamente nessa área há anos, sendo o Brasil um dos países que se coloca na vanguarda do uso dessa tecnologia.

# Big Data em processos de engenharia: desafios e oportunidades



Prof. Agma Traina  
Universidade de São Paulo > USP

Agma Traina (1), Mirela T. Cazzolato (2),  
Marco A. Gutierrez (2) e Caetano Traina Jr. (1)  
(1) Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação | USP  
(2) Instituto do Coração | INCOR



## resumo

A quantidade e variedade de dados não convencionais que são gerados, armazenados e analisados atualmente, incluindo imagens, vídeos e séries temporais, chamados dados complexos, trazem desafios para administradores de dados, analistas e desenvolvedores de sistemas de informação, que lutam para organizá-los de modo a atender às expectativas de seus proprietários e usuários finais. A maioria das aplicações atuais demanda tratar dados complexos executando consultas que analisam diferentes aspectos dos dados, demandando respostas em tempo hábil. As técnicas de recuperação por similaridade baseadas em conteúdo são adequadas para tratar grandes bancos de dados, pois permitem realizar consultas e análises usando recursos extraídos automaticamente, sem intervenção do usuário. Neste artigo, revisamos e discutimos os desafios de aproveitar essas tecnologias em Engenharia, a fim de fornecer técnicas e ferramentas que possam atender às características de Big Data, considerando também os aspectos de sua preservação, semântica e completude.

## introdução e motivação

Tradicionalmente, as técnicas de engenharia se desenvolveram seguindo o paradigma de Modelos Analíticos e Experimentais. Os Modelos Analíticos são baseados no conceito de expressar o mundo real usando expressões matemáticas, muitas vezes desenvolvidas de modo empírico, onde se identificam algumas variáveis de entrada para calcular algumas variáveis de saída, que podem ser usadas como solução para os problemas. Esse paradigma trabalha com poucos dados: as variáveis de entrada e saída e algumas poucas medidas feitas sobre o objeto de estudo depois de construído. A complexidade dos sistemas reais limita tais modelos a sistemas simples. Quando é necessário o projeto e desenvolvimento de sistemas mais complexos, adota-se o paradigma dos Modelos Experimentais. Estes são baseados na construção de protótipos físicos do objeto de estudo, construídos em escala real ou reduzida, e submetidos a ensaios que representam as condições de operação. Os ensaios provêm dados, que são analisados à luz das expressões matemáticas, guiando e refinando o desenvolvimento dos produtos. Esse paradigma permite ao engenheiro dispor de mais dados a respeito do seu objeto de estudo, mas ainda são relativamente poucos dados. No entanto, construir protótipos físicos é caro, demorado e em geral diverge das situações reais.

Com o advento dos computadores, nas últimas cinco ou seis décadas surgiu outro paradigma, com os chamados Métodos Numéricos ou de Simulação, baseados em dados obtidos de um protótipo virtual do objeto de estudo. Esse modelo é representado por um sistema de equações oriundas da abordagem analítica, mas apoiadas em programas que podem gerar rapidamente, e com custo muito menor, aproximações muito refinadas e precisas do que seria a realidade. Mais ainda, viabiliza-se gerar muitos casos de teste que simulam o comportamento do objeto em variadas situações reais. Com isso, o volume de dados aumenta bastante, e recursos computacionais poderosos se tornam imprescindíveis para a engenharia.

Recentemente, um outro avanço tem levado à evolução de um novo paradigma na engenharia: os Modelos de Aprendizado Profundo. Ao invés de criar protótipos reais ou virtuais, este paradigma é baseado em medir exaustivamente sistemas reais existentes, criando um modelo neural convolucional que representa a realidade medida como um conjunto de milhões ou bilhões de equações numéricas. Isso cria um volume de dados sem precedentes na história da engenharia, e ao mesmo tempo permite análises e desenvolvimentos que seriam inviáveis com as técnicas anteriores. As promessas e os primeiros resultados já obtidos são excitantes, mas ao mesmo tempo, sua recenticidade torna seu uso desafiador. Desenvolvimento de ferramentas de software, adequação das cadeias de produção, treinamento de todo o pessoal envolvido e avaliação dos resultados e sua imersão na sociedade são tarefas que ainda demandam muito estudo e esforço.

Nesse cenário, a geração de dados em processos de engenharia tem crescido exponencialmente. Não somente o volume cresce, mas também a sua diversidade (ou variedade), pois as medidas são coletadas não apenas como dados vetoriais multidimensionais e séries temporais, mas também como imagens, vídeo, áudio, em redes e grafos, em suas mais variadas formas e padrões. Esse panorama traz para a engenharia o que se convencionou chamar de Big Data (dados grandes, em tradução literal), mas que, apesar do nome, refere-se a muito mais do que apenas volume|quantidade, envolvendo a complexidade de entender, tratar e até de armazenar tudo o que se coleta, pois a sua velocidade de geração pode demandar mecanismos distintos daqueles que estão à nossa disposição em sistemas de gerenciamento de bases de dados (SGBD) tradicionais. Big Data agrega dimensões que

definem a infraestrutura física necessária para coletar e tratar - tais como: volume, velocidade, e variedade dos itens de dados; e às suas dimensões com foco na vertente analítica - tais como: veracidade, valor e visualização, as quais se referem ao seu uso em ambientes reais para agregar e transmitir conhecimento e confiabilidade [1]. A veracidade refere-se ao dado trazer o que se espera dele, e valor se seu conteúdo realmente agrega a informação esperada. A visualização é um modo direto de representá-lo para a compreensão do usuário. A Figura 1 apresenta um diagrama ilustrativo dessas seis principais dimensões do Big Data.

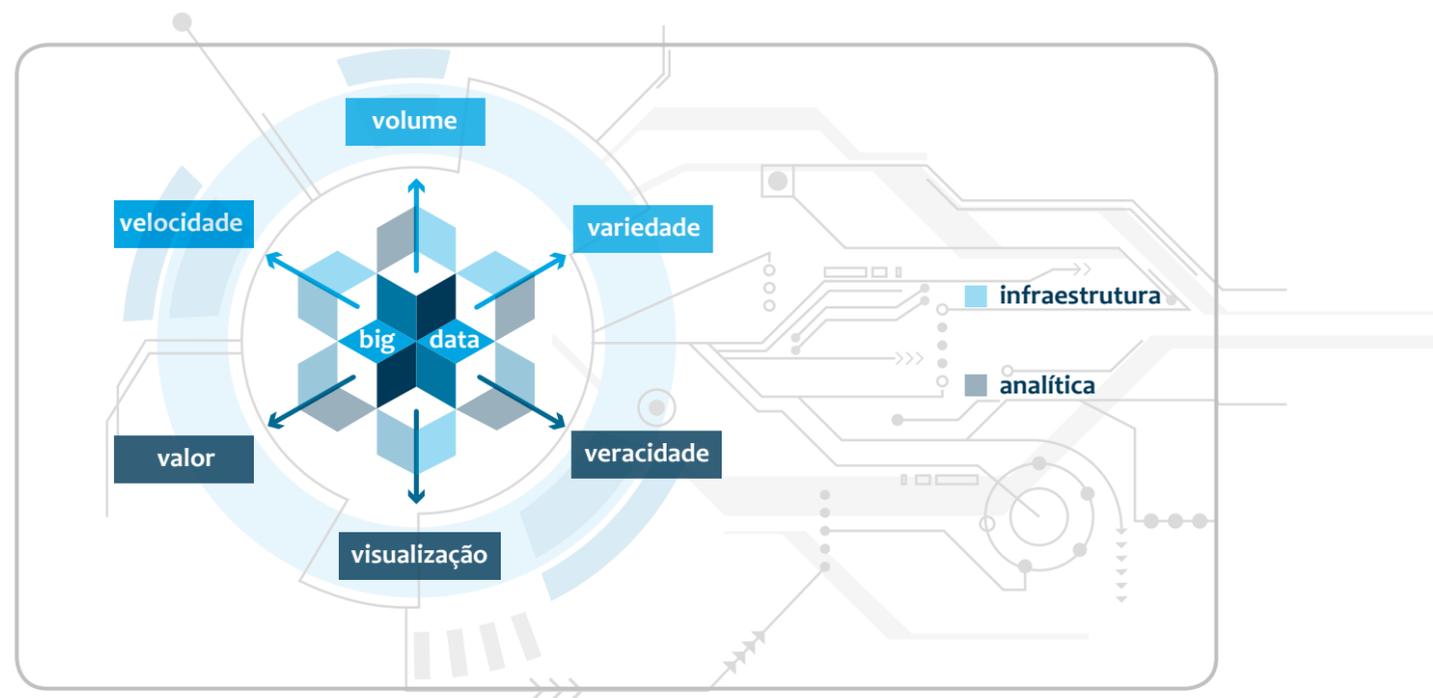


Figura 1 > Dimensões do Big Data referentes às demandas de infraestrutura e de tratamento analítico de dados.

Os dados são produzidos e armazenados com o propósito de serem usados posteriormente para o aprimoramento dos processos, para apoio à tomada de decisão e outros benefícios que seus proprietários tenham em mente. Armazenar os dados tende a não ser um problema atual, em termos do hardware necessário, devido ao barateamento constante dos dispositivos. O problema está no software e no treinamento dos profissionais, necessários para recuperar informações a partir desses grandes volumes de dados complexos.

### recursos e desafios para tratar Big Data

O objetivo de gerar e armazenar dados de processos científicos e de engenharia é poder analisá-los e decidir, com base em fatos, como proceder para aprimorar tais processos. Portanto, é importante que a organização dos dados, atualmente majoritariamente complexos, seja feita de modo a

atender às necessidades e expectativas dos seus provedores e usuários. Nesse contexto, alguns passos precisam ser definidos, a saber:

1. Sintetizar os dados: Para que dados complexos possam ser armazenados em sistemas de gerenciamento de bases de dados (SGBDs) eles precisam ser processados para torná-los passíveis de serem estruturados. Um passo importante é a extração dos elementos principais que os definem, suas características essenciais. Isso é realizado por meio de algoritmos de reconhecimento de padrões e aprendizado de máquina, desenvolvidos para cada domínio de dado complexo. Por exemplo, se os dados são imagens, serão buscadas características que melhor definem imagens, para que cada imagem armazenada na base seja indexada e possa ser recuperada rapidamente, atendendo ao objetivo das consultas dos especialistas. Se for uma série temporal, que naturalmente possui tamanho variável, também serão extraídos seus

discriminantes (características) que permitam indexar e recuperá-las rapidamente. Esse procedimento de extração de características que sintetizam os dados complexos cria como que uma “assinatura” do dado complexo, que será utilizada em substituição ao dado sempre que for necessário acessá-lo na base de dados para responder às consultas. Esse procedimento permite também estruturar os dados complexos para indexá-los para acesso eficiente. Ressalta-se que as consultas a dados armazenados devem ser respondidas de modo rápido, correto e atendendo às necessidades do usuário. Esse primeiro passo realiza a passagem dos dados crus obtidos nos processos de engenharia para uma organização estruturada, que facilitará capturar a informação neles presente.

2. Extrair conhecimento dos dados: Com os dados coletados e organizados em bases de dados, pode-se extrair deles seu conhecimento inerente. Nesse passo, procura-se por correlações entre atributos dos dados; verificar os elementos que possuem afinidade e se organizam em grupos ou aglomerados, permitindo tratá-los de modo equivalente, o que agiliza trabalhar com grandes volumes de dados; buscar por elementos de exceção (*outliers*), que podem representar tanto

casos espúrios ou de interesse, já que fogem ao comportamento típico. Este passo é importante para que sejam mais úteis no passo seguinte, que visa apoiar o processo de tomada de decisão. As tarefas de processamento analítico são realizadas para que o especialista possa tomar as decisões de modo bem fundamentado e seguro.

3. Tomar decisões: Poder contar com a segurança e apoio das informações e o conhecimento embasado em dados é fundamental para que a decisão do especialista recaia sobre os melhores procedimentos de análise e gere subsídios para sua atividade. Aqui reside o maior benefício de tratar os grandes volumes de dados gerados nesses processos, já que nesse caso foram obtidas informações relevantes, considerando configurações diversas e captura de dados em momentos de tempo apropriados e com alta granularidade. O processo de apoio à tomada de decisão pode ser grandemente beneficiado por ferramentas de visualização de informações, que permitem tanto “enxergar” os dados como os processos a eles associados.

A Figura 2 ilustra os passos de transformação dos dados visando culminar no processo de tomada de decisão.

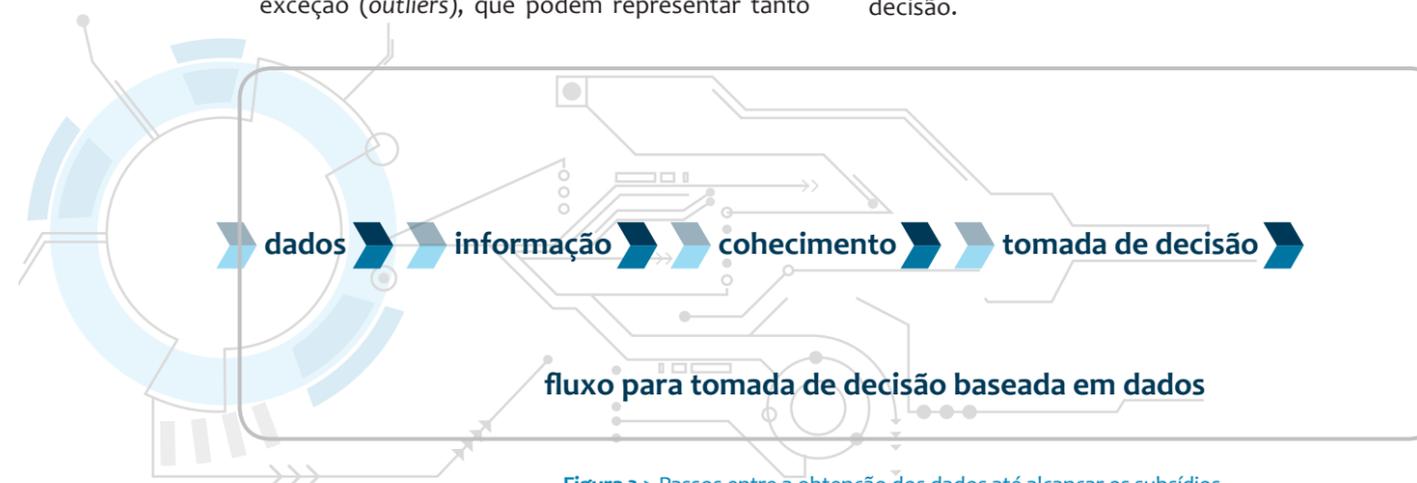


Figura 2 > Passos entre a obtenção dos dados até alcançar os subsídios necessários para apoio à tomada de decisão pelo usuário.

É importante ressaltar a necessidade de sistemas automatizados para tratar Big Data, que não dependam da atuação direta do especialista no domínio do processo em cada passo. Portanto, os algoritmos desenvolvidos devem ser escaláveis, ou seja, mantenham para grandes volumes de dados a mesma eficiência que têm para poucos dados. Além disso, os benefícios de contar com grandes volumes de dados diversos não podem

ser perdidos pela demanda de intervenção humana, que naturalmente não escala. Assim, os dois primeiros passos anteriores (sintetizar os dados e deles extrair conhecimento) precisam ser realizados automaticamente, e só o passo de tomada de decisões deve ser executado pelo especialista humano, sempre contando com o apoio e as sugestões oferecidas pelo sistema automatizado.

## desafios

É interessante notar que o “conhecimento” é usualmente representado num modelo de aprendizado, e recentemente têm sido utilizados dados do tipo tensor, com ordens e dimensionalidades elevadas. Além disso, a interação do especialista humano com os dados deve se dar através de operações matemáticas que emulem um significado intuitivo. Nesse sentido, o conceito de similaridade é um dos mais importantes: embora seja muito difícil para o humano entender o significado da representação

de um objeto feita por milhares de números num tensor, mas continua intuitivo perceber que tensores semelhantes tendem a corresponder a objetos semelhantes. Assim, buscas por similaridade nas representações numéricas correspondem a buscas de objetos similares, mesmo que a própria noção do que seja a similaridade nesses objetos não esteja clara. Para tornar esse processo mais compreensível, são empregados sistemas de recuperação baseados em conteúdo, conforme ilustra a Figura 3.

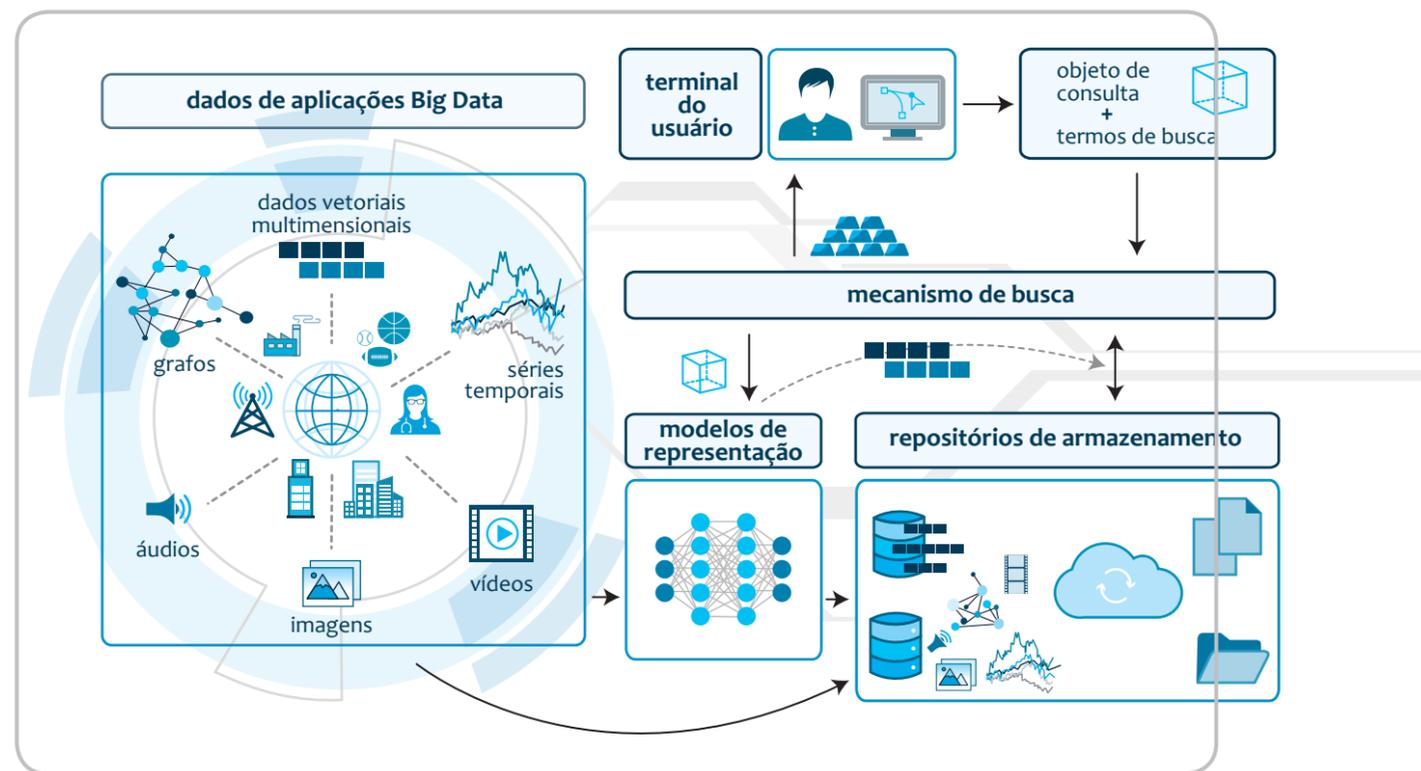


Figura 3 > Sistema de recuperação por conteúdo para diferentes tipos de dados complexos provenientes de aplicações no contexto de Big Data.

Como exemplo, suponha que se grave o som de um torno usinando peças, de muitos materiais e formatos, com a ferramenta de corte em variados graus de desgaste [2]. Como identificar que está na hora da ferramenta ser afiada, independente do material, formato e estágio de usinagem da peça? Ou como definir automaticamente o passo de usinagem, a profundidade do corte, fluxo de lubrificante, etc. Ou como o especialista humano pode ser auxiliado e definir o programa de corte

e as ferramentas a serem utilizadas num projeto específico? A busca por similaridade em uma base de sons gravados em usinagens anteriores pode auxiliar a responder a cada uma dessas e muitas outras perguntas. Tradicionalmente, comparações podem ser feitas procurando frequências e formantes com transformações nos domínios de áudio, onde além de definir as transformações e filtros, os especialistas precisam definir como executar as comparações. Em modelos de aprendizado profundo, as representações

são calculadas automaticamente na forma de tensores pela otimização de processos convolucionais não lineares em muitas etapas, tipicamente em mais de uma centena de níveis, e as comparações usam operações de distância calculadas entre pares de tensores - não é necessário definir como representar objetos (sons) nem como compará-los. Esse tipo de tratamento de dados é equivalente ao que vem sendo empregado em diversos domínios, como na área médica, com o reconhecimento de áudio da fala de pacientes hospitalizados na identificação de COVID-19 [3].

Mas para utilização de ambientes de tensores é necessário que a base tenha muitos exemplos, da ordem de centenas de milhares. Por outro lado, se mais exemplos auxiliam a refinar os modelos e os processos de tomada de decisão e de controle, isso também causa um aumento no tempo de execução das consultas. A solução é não executar cada consulta procurando entre todos os objetos gravados, mas apenas sobre aqueles que tenham maior probabilidade de ser parte da resposta. Isso é feito organizando os dados armazenados, de maneira que algumas poucas comparações iniciais possam garantir que grandes subconjuntos dos dados possam ser descartados da busca logo no início, pois não farão parte da resposta. Essa organização dos dados e as validações que induzem ao descarte é de responsabilidade da indexação, que para dados complexos têm sido utilizados os métodos de acesso métricos, que foram explicitamente concebidos para organizarem os dados por meio da similaridade entre elementos.

Indexar os dados permite agilizar o acesso a eles. Por exemplo, buscar por um termo numa lista grande pode ser muito agilizada mantendo os termos ordenados - de fato quanto maior a lista, maior o ganho de tê-los organizados. Embora não se possa ordenar da mesma maneira dados multidimensionais, outras técnicas têm sido empregadas, e estão em franco desenvolvimento, sempre considerando os aspectos eficiência e escalabilidade.

## benefícios de contar com Big Data e oportunidades

O maior benefício de contar com um panorama mais completo das informações e conhecimento inerente aos dados é poder apoiar com maior robustez os sistemas reais e especialistas em suas tarefas. Duas oportunidades principais são consideradas a seguir.

1. O desenvolvimento de métodos de indexação de

big data para responder com agilidade e precisão às perguntas solicitadas pelos usuários, de modo a apoiá-los em suas decisões é central para que essa nova tecnologia produza os benefícios esperados. Apesar de ser uma área em que os especialistas em bases de dados vêm trabalhando, ainda há muito a ser feito para que os sistemas de indexação não sejam saturados pela complexidade, alta dimensionalidade e muitas vezes faltas dos dados coletados.

2. A visualização de dados e processos sofre com a apresentação e manipulação de grandes volumes de dados. Ferramentas visuais compõem visualizações para auxiliar usuários na fronteira entre o entendimento dos dados e a tomada de decisão de negócio. As metáforas utilizadas têm potencial de destacar relações e percepções que não são inicialmente explícitas nos dados. A Figura 4 ilustra exemplos de ferramentas visuais amplamente empregadas. Em um contexto de Big Data, visualizações devem ser capazes de representar grandes volumes de dados de maneira robusta, evitando lentidão e garantindo correteza. Considerando as diversas formas de representação e a variedade de dados complexos, ferramentas de visualização precisam integrar as diferentes informações de maneira coerente. Além disso, destaca-se a necessidade da interação com o usuário, que fornece ferramentas de navegação nas visualizações - como cliques com o mouse, zoom e seleção de elementos de interesse. A interatividade agrega intuitividade à visualização. Quando existe uma vasta gama de informações a serem visualizadas, ferramentas de análise de dados podem ser combinadas com metáforas visuais para priorizar o que é mostrado ao usuário, priorizando aquilo que é de seu maior interesse, e explicando modelos de aprendizado [4]. Há muitos exemplos de ferramentas de visualização para grandes volumes de dados, como o Tableau e o Power BI para visualizações genéricas de informações tabulares, e o Tgraph-Spot [5] para a visualização de características n-dimensionais extraídas de grafos de ligações de larga escala, com ferramentas interativas para investigação de padrões fraudulentos em dados de telefonia. Além disso, há diversas bibliotecas de visualização que dão suporte a visualizações estáticas e dinâmicas, tais como Plotly, Matplotlib, Seaborn, e a gramática visual Vega-Lite [6] para análise exploratória de dados.

### exemplos de visualizações para diversos tipos de dados

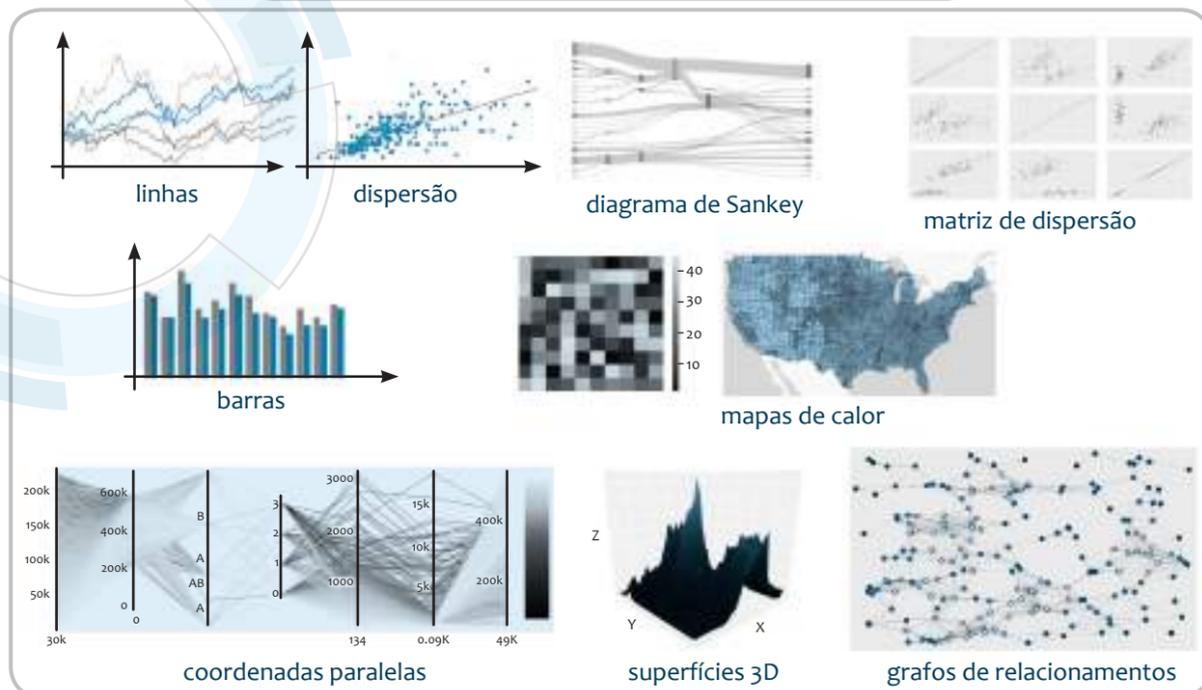


Figura 4 > Exemplos de visualizações para geração de metáforas adequadas a diferentes tipos de informação disponíveis e modeladas. Sempre que possível busca-se adequar a visualização a conceitos previamente conhecidos pelos usuários.

### conclusão

Se por um lado a geração de grandes volumes de dados no cenário de Big Data trouxe mais suporte para o especialista trabalhar, por outro trouxe também grandes desafios para os gerentes desses dados, para que possam materializar o benefício esperado por seus provedores. Todas as dimensões do Big Data trazem desafios e oportunidades de pesquisa e desenvolvimento, necessários para que a engenharia, e todas as outras áreas de atividade humana continuem prosperando. Nesse artigo tratamos das seis principais dimensões de Big Data, porém há outras dimensões que devem ser também consideradas, como dados faltantes.

### referências

[1] A. J. M. Traina, S. Brinis, G. V. Pedrosa, L. P. S. Avalhais, and C. Traina, "Querying on large and complex databases by content: Challenges on variety and veracity regarding real applications," *Information Systems*, 2019.

[2] D. Goyal and B. S. Pabla, "Condition based maintenance of machine tools - A review," *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 10, pp. 24-35, 2015.

[3] M. M. Gauy, L. C. Berti, A. Cândido, A. C. Neto, A. Goldman, A. S. S. Levin, M. Martins, B. R. de Medeiros, M. Queiroz, E. C. Sabino, F. R. F. Svartman, and M. Finger, "Discriminant Audio Properties in Deep Learning Based Respiratory Insufficiency Detection in Brazilian Portuguese," *Artificial Intelligence in Medicine*, Cham, pp. 271-275, 2023.

[4] Z. J. Wang, R. Turko, O. Shaikh, H. Park, N. Das, F. Hohman, M. Kahng, and D. H. P. Chau, "CNN Explainer: Learning Convolutional Neural Networks with Interactive Visualization," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 27, pp. 1396-1406, 2021.

[5] M. T. Cazzolato, S. Vijayakumar, X. Zheng, N. Park, M. C. Lee, P. Fidalgo, B. Lages, A. J. M. Traina, and C. Faloutsos, "TgraphSpot: Fast and Effective Anomaly Detection for Time-Evolving Graphs," *2022 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, pp. 2214-2217, 2022.

[6] A. Satyanarayan, D. Moritz, K. Wongsuphasawat, and J. Heer, "Vega-Lite: A Grammar of Interactive Graphics," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 23, pp. 341-350, 2017.

# programa espacial brasileiro: qual o nosso lugar ao sol?



Carlos Augusto Teixeira de Moura  
ex-Presidente da Agência Espacial Brasileira  
janeiro 2019 > junho 2023



O Brasil, atuante em atividades espaciais desde os anos 60, muito necessita desses recursos para o dia a dia do cidadão e o desenvolvimento do País. Muito da vida contemporânea provém de sistemas espaciais, e nossa dependência do exterior flerta com vulnerabilidades. Há como mudar? Onde somos fortes e como podemos nos tornar atores mais relevantes num mercado que cresce continuamente? Este texto apresenta reflexões sobre esse desafio do Estado brasileiro.

### um empurrãozinho com Gagarin

Quando o primeiro homem a ir ao espaço visitou o Brasil, no início da década de 1960, entusiastas das atividades espaciais aproveitaram o momento e conseguiram que o então Presidente Jânio Quadros criasse a primeira entidade formalmente dedicada ao espaço no Brasil. Esse movimento permitiu que o País incursionasse em atividades na fronteira do conhecimento, num ambiente de Guerra Fria e numa corrida que marcou não apenas os protagonistas, mas o modo de viver de toda a humanidade.

Aquele grupo pioneiro e seus desdobramentos deram origem ao que hoje é o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), ligado ao atual Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI); e ao hoje Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), da estrutura da Aeronáutica brasileira, ligada ao Ministério da Defesa (MD). Vale lembrar que, no mesmo período, vivenciamos a realização de um sonho de décadas, perseguido com muito afincamento e sabedoria desde a época de Santos Dumont: a instituição de uma indústria aeronáutica brasileira, a Embraer, hoje um exemplo concreto de criatividade, qualidade e competitividade da engenharia brasileira.

Que caminhos seguiram os setores espacial e aeronáutico, que hoje os coloca em situação tão diversa? Somos um país que pode atuar em praticamente todos os segmentos das atividades espaciais - e delas necessitamos em grande parte de nosso modo de viver e produzir. Dispomos de alguns ativos únicos, como a margem equatorial brasileira, onde se localizam nossos dois centros de lançamentos espaciais. Ainda, contamos apenas



Jânio Quadros condecora o Cosmonauta soviético Yuri Gagarin, em 03/08/1961. (<https://folhapress.folha.com.br/foto/700095>).

uma pequena parte de sistemas próprios, o que nos leva a importar a maioria dos produtos e serviços de que necessitamos. Alguns críticos, de caráter altamente estratégico, como dados meteorológicos, de geoposicionamento e de base de tempo, essenciais para atividades agrárias, para sistemas logísticos, para sincronização de energia elétrica, apenas para ficar em alguns exemplos. Se temos capacidades e mercado interno, o que nos falta, então, para produzirmos riqueza interna e nos lançarmos no mercado internacional, como fizemos no mundo da aviação?

### irmãs com rumos diferentes

A aviação e a exploração espacial compartilham fundamentos científicos, tecnológicos e industriais. O setor de defesa é outro que também com elas se entrelaça. Não por acaso, os países mais relevantes nas atividades espaciais também o são nos setores de defesa e de aeronáutica. Mesmo quando não competem fortemente nos respectivos mercados

internacionais, dispõem de meios para garantir um razoável nível de soberania quanto aos empregos que lhe são mais críticos, estratégicos.

A antiga União Soviética e os EUA protagonizaram a primeira corrida espacial. Europa e alguns outros países foram, aos poucos, consolidando suas capacidades próprias, valendo-se de esforços endógenos e alianças. É o caso de Canadá, Japão, Israel.

Outros, movidos pelos desafios regionais e, hoje, globais, e dotados de forte determinação política, tornaram-se potências no setor espacial: China e Índia são exemplos concretos.

No caso brasileiro, o caminho trilhado rumo ao estabelecimento de um setor industrial aeronáutico competitivo internacionalmente valeu-se da visão estratégica, do planejamento e da execução consistentes, do esforço inovador e engajado internacionalmente. Foi assim com a criação do ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica) e do (à época) Centro Técnico da Aeronáutica - CTA; com o desenvolvimento do avião Bandeirante e de outros projetos bancados pela Aeronáutica; com a atuação ousada e combinada da Embraer com clientes e parceiros internacionais. Um país com as dimensões do Brasil e com as dificuldades de integração necessitava do transporte aéreo. A defesa nacional também. O suprimento dessa demanda, que no pós-Segunda Guerra Mundial era parcialmente atendida com sobras dos esforços de guerra, não seria sustentável e afetaria nossa autodeterminação.

Investir na formação de pessoal com alto nível de qualificação; na criação de institutos de ensino, pesquisa e desenvolvimento; na qualificação do setor industrial para produzir com qualidade aeronáutica, foram alguns dos diferenciais que permitiram, ao Brasil, alavancar esse setor. Se hoje temos a terceira mais importante indústria aeronáutica do mundo, certamente devemos a essa feliz conjunção de demanda, de capacitação, de adequados arranjos de apoio político e financeiro, e de uma vocação inerentemente internacional.

Por outro lado, na vertente do espaço, demoramos mais a vislumbrar o quanto sistemas espaciais seriam essenciais para a vida contemporânea. Investimos em capacitação de pesquisadores, em ciência, no desenvolvimento de alguns tipos de sistemas, mas não, efetivamente, da forma integrada como ocorreu no setor aeronáutico.

Em termos de engajamento internacional, fomos exitosos em alguns casos de pesquisa ou de

desenvolvimento de algum tipo de aplicação. Podemos citar as atividades de pesquisa em alta atmosfera, valendo-se de foguetes suborbitais; e a série de satélites de sensoriamento remoto óptico, desenvolvida com a China. Apesar da relevância e das contribuições para o conhecimento científico e para monitoramento ambiental, nenhum deles resultou em produtos comercializáveis. Nem nossas empresas conseguiram se firmar para competir no mercado internacional, seja com seus sistemas e equipamentos, seja com serviços especializados.

### competitividade econômica e espaço

É fora de cogitação a importância do chamado agronegócio para a segurança alimentar e para a saúde da economia brasileira. Aliando fatores naturais, tecnologia e aprimoramentos contínuos, o Brasil tornou-se uma potência mundial na produção de alimentos. Registramos nosso reconhecimento aos pesquisadores, à Embrapa, a todos que nos trouxeram a esse patamar.

Mais recentemente, muito se fala em emprego de novas tecnologias que podem aprimorar a produtividade; tornar mais racional o uso de corretivos, fertilizantes, defensivos agrícolas; melhor equacionar os desafios entre produção intensiva e proteção ambiental, entre outros. Internet das Coisas, Agricultura 4.0, são alguns dos recursos e rótulos empregados. O aproveitamento desses avanços tecnológicos depende de conectividade, de ampla coleta de dados, de acompanhamento meteorológico, uma série de atividades que, para serem mais eficientes, necessitam de sistemas espaciais. Para ficar em apenas um exemplo, recente estudo sobre conectividade rural realizado para o antigo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento mostrou que menos de um quarto de nossas áreas cultivadas estava conectada a redes de comunicação. Se isso fosse dobrado para cerca de metade, o impacto no Valor Bruto da Produção seria da ordem de cinquenta bilhões de reais.

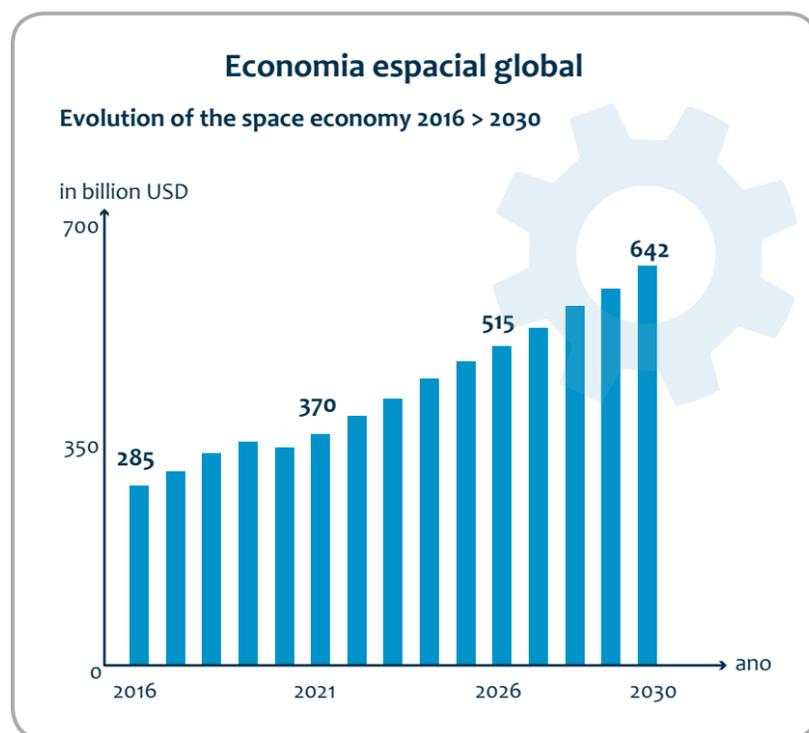
Resta claro que, se pretendemos manter a avançar em nossa liderança no setor de alimentos, atendendo à ampla demanda por sustentabilidade, teremos que investir em tecnologia, inclusive no aporte de serviços espaciais.

De igual sorte, setores que lidam com grandes estruturas, rotas logísticas, potenciais impactos ambientais, como o são os de mineração e de óleo e gás, também necessitam de recursos espaciais. No caso dos acidentes de Mariana e Brumadinho, um sistema de monitoramento de barragens mais amplo

e de mais rápida atualização, apoiado por sistema de coleta de dados e de imageamento por satélites (ópticos e radar), em muito poderia evitar e mitigar os danos ocorridos.

Quando se projetam as perspectivas do Brasil com energias renováveis, fica óbvia a janela de oportunidades que se nos apresenta. No caso da eólica, em particular a *offshore*, o apoio de sistemas satelitais para estudos e monitoramento climático, seja em projeto, exploração ou manutenção, apresenta-se como ferramenta de elevada eficiência e reduzida relação custo-benefício.

Exemplos como esses mostram que não nos falta mercado interno. Aliás, somos muito procurados por fornecedores estrangeiros para que compremos soluções desenvolvidas alhures. Afinal, quando se fala em mercado ou economia espacial em escala global, tratamos de cifras da ordem de 400 bilhões de dólares, que crescem continuamente há anos. Perspectivas conservadoras apontam que triplicará até 2040. Outras, até 2030. Muito natural de entender, quando percebemos o quão mais integrados e interdependentes tornaram-se os recursos tecnológicos que sustentam nosso modo de vida contemporâneo.

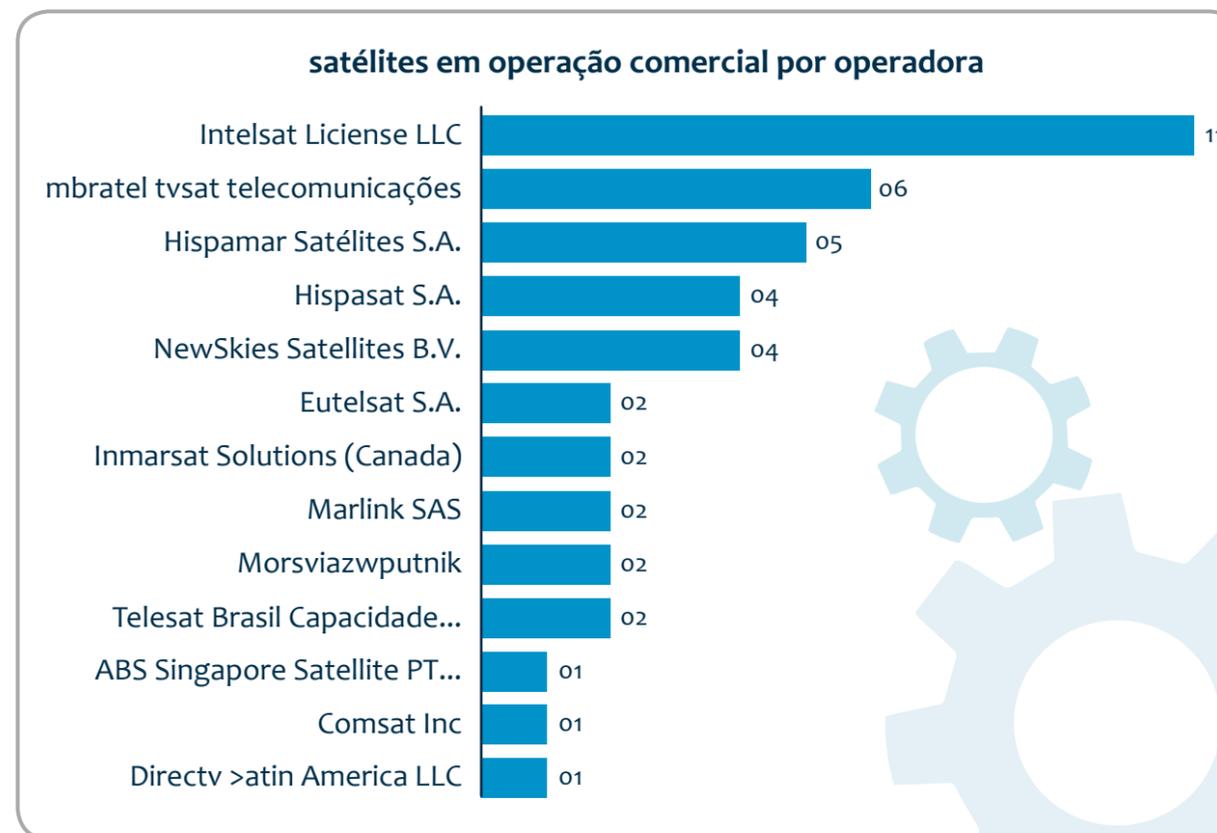


Evolução da Economia do Espaço. Fonte: Euroconsult, 2021.

Nesse mercado, a parte mais conhecida como de espaço - foguetes e suas infraestruturas de lançamento; satélites; astronautas e naves espaciais; os programas governamentais - perfazem cerca de um quinto do total. A grande fatia - o chamado *downstream* - encontra-se nos recursos e nos serviços decorrentes dos sistemas que acessam o espaço.

No caso brasileiro, onde vamos buscar as soluções satelitais para apoio às políticas públicas de segurança e defesa, educação, saúde, integração regional, meio ambiente, entre outras? Onde nossos

grandes empreendedores encontram soluções para gerenciamento de produção, certificação de origem, conformidade ambiental? Que tipos de serviços nosso sistema bancário e de seguros emprega para garantir a concessão de financiamento? Que satélites ocupam nossas posições orbitais geoestacionárias para levar serviços de telecomunicações ao país todo, em diversas modalidades? Salvo honrosas exceções, a grande maioria é de ativos internacionais. Ou seja, geramos empregos e negócios de alto valor agregado no exterior, pouco internalizando junto ao nosso grande mercado interno.



Satélites em operação comercial no Brasil, segundo Anatel. (<https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/espectro-e-orbita/satelites-em-operacao-comercial-no-brasil>, em 23/8/2023).

Inversamente, países de pequeníssima dimensão territorial - como Luxemburgo - sem o alarde das tradicionais potências espaciais, dominam expressivas fatias do mercado de telecomunicações e avançam para atrair, cada vez mais, investimentos de inovação com base no espaço.

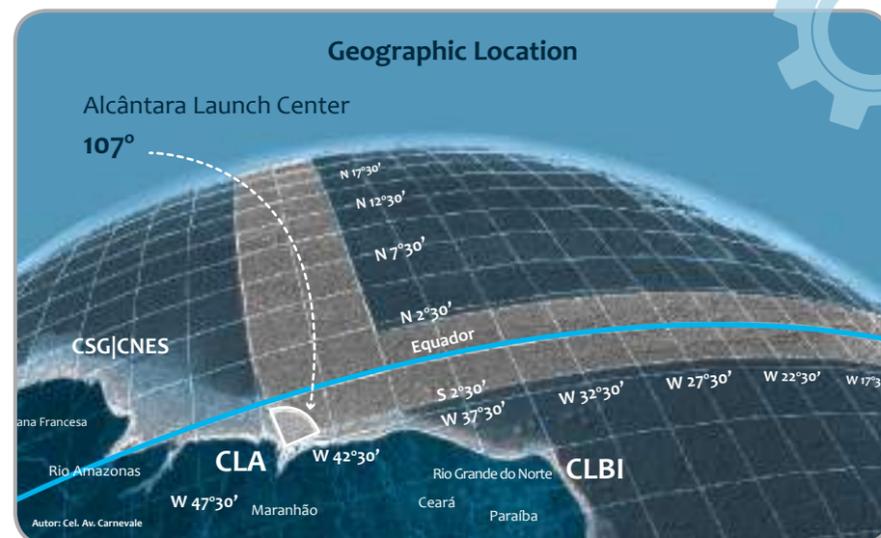
Diante disso, perguntamos: ainda há espaço para o Brasil?

### empreender, aqui e no exterior

Somos um mercado expressivo, diversificado. Primeiro, porque nossa condição geográfica e demográfica assim o exigem. Segundo, porque as questões de responsabilidade ambiental tornam-se cada vez mais demandantes de evidências objetivas de nosso compromisso com a sustentabilidade.

Terceiro, porque boa parte de nossos grandes setores econômicos precisam de recursos tecnológicos de conectividade, de coleta de dados e de processamento de informações que, com recursos espaciais, tornam-se muito mais eficazes e eficientes.

Ademais, somos um dos poucos países que podem atuar em praticamente todos os segmentos da atividade espacial. A começar pelas condições altamente favoráveis para acesso ao espaço, principalmente a partir de nossa costa equatorial. Os dois centros de lançamento existentes (o da Barreira do Inferno - CLBI, em Parnamirim, RN; e o de Alcântara - CLA, no MA) oferecem possibilidades meteorológicas, logísticas e de segurança altamente propícias para lançamentos em ampla gama de azimutes, atendendo todas as inclinações de órbitas.

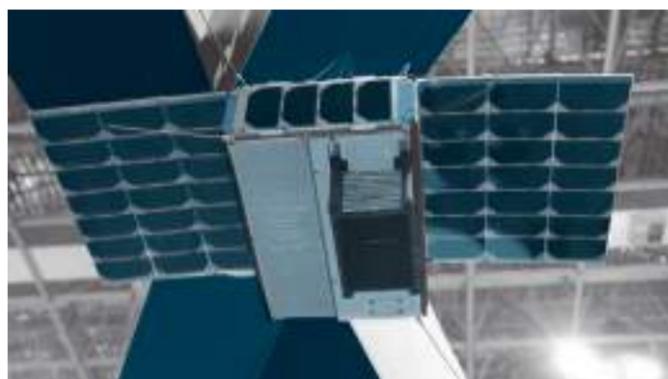


Situação privilegiada dos centros de lançamento espacial brasileiros, CLA e CLBI, na margem equatorial (Fonte: AEB, adaptada pelo autor).

Já dispomos de competência nacional para desenvolvimento, produção e exploração de satélites de médio e pequeno porte, tanto para coleta de dados, quanto para sensoriamento remoto óptico. Entidades públicas e privadas têm-se lançado ao desafio de produzir nano e microssatélites para diversas aplicações, das acadêmicas e científicas às tecnológicas e comerciais, nesse que é um dos segmentos mais pujantes em termos de quantidade de satélites lançados desde a última década.

## The Weekly Debrief: One Small Step For SpaceX, A Giant Leap For Brazil

Steve Trimble April 17, 2023



Credit: Steve Trimble/AW&ST

Easily overlooked on the manifest for the SpaceX Transporter-7 rideshare mission launched into low Earth orbit on April 15 aboard a Falcon 9 is a 6U-class nanosatellite called VCUB1.

Revista *Aviation Week* (em 17/4/2023) ressalta feito da indústria nacional: VCUB1, primeiro satélite de sensoriamento remoto desenvolvido pela empresa privada Visiona, uma joint venture da Embraer com a Telebras (*The Weekly Debrief: One Small Step For SpaceX, A Giant Leap For Brazil | Aviation Week Network*).

Contamos com sete cursos de engenharia aeroespacial no País, com um oitavo em vias de efetivação na USP. Três cursos de pós-graduação completam o leque de formação específica para o setor. Se agregarmos a isso nosso parque aeronáutico e de defesa, fica patente o poderio em termos de infraestrutura e de recursos humanos de que dispomos para desenvolver nossas soluções caseiras.

Dois nichos despontam: no *upstream*, o de pequenos, micro e nanosatélites para órbitas baixas e inclinadas; no *downstream*, as aplicações que atendam nossos principais setores econômicos. As demandas governamentais são, como em qualquer parte do mundo, um esteio a fortalecer o desenvolvimento e a sustentabilidade das atividades espaciais. Todavia, e em especial no Brasil, pelas condições de baixo volume e irregular continuidade de investimentos, não há como seguir dependendo quase que exclusivamente de demandas de governo.

Observa-se, mundialmente, que países mais exitosos se valem tanto da dualidade comercial-governamental, ou civil-defesa, para viabilizar empreendimentos e sustentá-los no médio e longo prazos. Valem-se, também, das oportunidades de cooperação internacional para compartilhar custos, riscos e êxitos na exploração.

Novamente, aqui, vale a pena recordar a história de sucesso de nossa indústria aeronáutica. Ressalvadas as diferenças naturais, há muito para servir de inspiração. Principalmente essa vocação original de não desenvolver produtos talhados apenas para nosso mercado interno. Há que se focar na aplicabilidade global de serviços espaciais.

### oportunidades que não surgem a qualquer hora

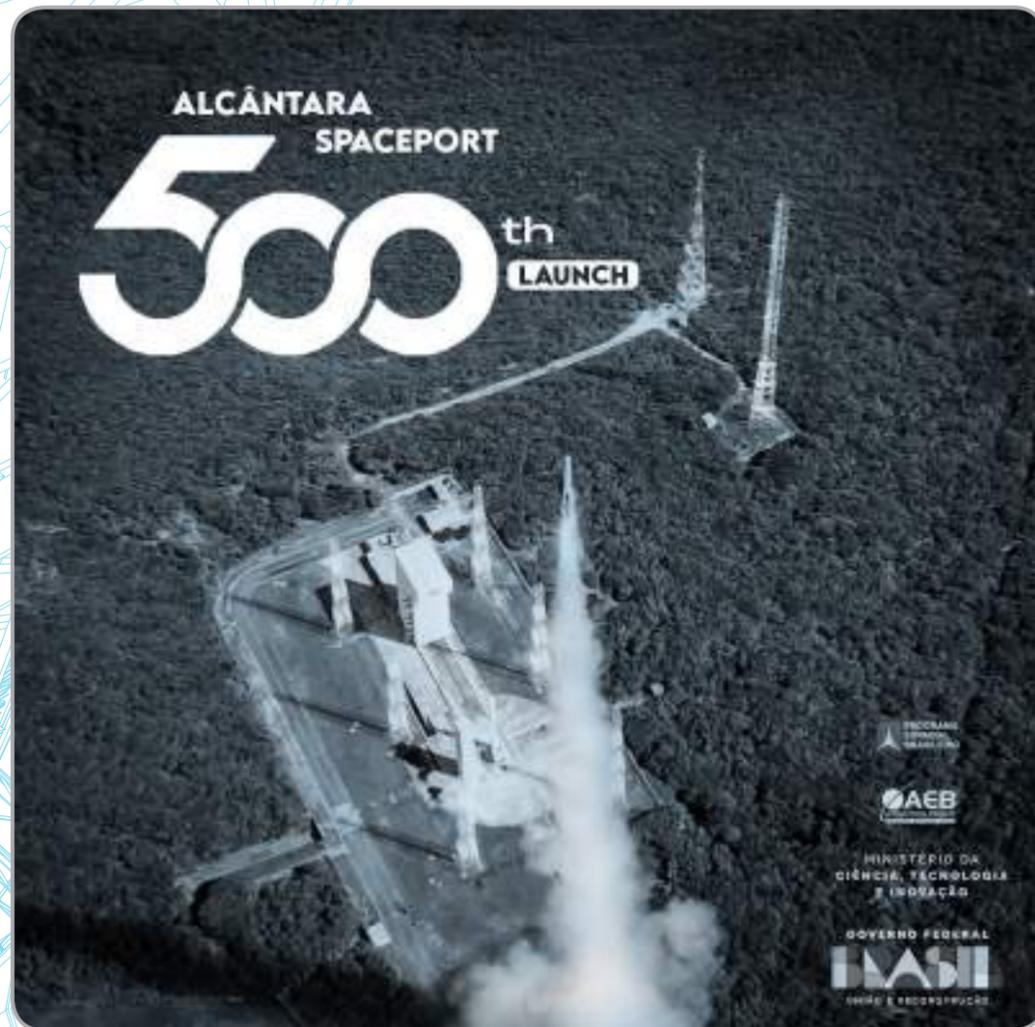
Somos muito orgulhosos do que a Embraer nos permitiu aprender e empreender, tirando o País de uma condição de importador para exportador de alimentos. Somos muito orgulhosos do que a Petrobrás conseguiu, buscando petróleo a quilômetros abaixo da linha da superfície e nos aproximando da autossuficiência. Somos orgulhosos da indústria aeronáutica, que não apenas nos supre no segmento de aviação regional e geral, como é um baluarte da engenharia nacional reconhecida mundialmente.

No final do século passado, estávamos no grupo de países que implantariam a maior e mais complexa estrutura espacial colocada em órbita da Terra: a Estação Espacial Internacional (ISS, na sigla em inglês). O Brasil fazia parte no consórcio de países, e sua contribuição consistia do treinamento de um astronauta brasileiro e do fornecimento de algumas partes da ISS. Apenas o primeiro compromisso foi atingido. Segundo relatado pelo Astronauta (e hoje Senador por São Paulo) Marcos Pontes, em seu livro *Caminhando com Gagarin - Crônicas de uma missão espacial* (2015, p. 99-104), o Brasil não aproveitou a oportunidade de se engajar nesse esforço da humanidade. Não colocou sua indústria no restrito grupo de empresas que se qualificaram para empreendimento de tal complexidade e qualidade.

Diferentemente de outros países emergentes que se iniciaram no espaço junto conosco, nossa indústria ficou refém das poucas e descontinuadas encomendas governamentais. Não se expôs ao mercado internacional, não conseguiu conquistar nichos preferenciais onde pudesse competir.

Hoje, com o elevado alargamento das possibilidades de acessar o espaço e dele tirar soluções para problemas da sociedade, há dezenas de países adentrando à comunidade espacial, vindos inclusive de regiões não tradicionais, como África e Oriente Médio. Centenas e mais centenas de empresas surgem com propostas inovadoras. Quantas vingarão? Ninguém sabe. Mas é natural de se esperar que as que conseguirem aliar as boas ideias a ecossistemas de desenvolvimento mais acolhedores e ambiciosos, mais interconectados, certamente disporão de melhores chances de sucesso.

No início deste ano de 2023, ocorreu, no espaçoporto de Alcântara, o primeiro lançamento de uma empresa privada: a sul-coreana *Innospace*. A cidade está pronta para receber essa e outras empresas? O Programa de Desenvolvimento Integrado para o Centro Espacial de Alcântara (PDI-CEA), esforço de entidades públicas dos três níveis da federação e, também, do setor privado, para dotar a região das necessárias condições de infraestrutura, sociais e econômicas para a região, está sendo implantado? As empresas que desejarem se instalar em Alcântara dispõem de um distrito industrial para tanto? Vamos aproveitar a oportunidade, ou ela vai se esvaír pelos vãos dos dedos, como ocorreu com a ISS?



Primeiro lançamento de uma empresa privada, a sul-coreana Innospace, a partir do Espaçoporto de Alcântara, em 19/3/2023. (Fonte: AEB)

Na esfera de satélites e lançadores, duas vultosas somas de valores serão liberadas pela FINEP, a partir deste ano, com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), abrindo a oportunidade para o setor industrial liderar empreendimentos no País. É inovador, é de reoxigenar e alimentar esperanças. Não garantem sustentabilidade, mas apontam para um caminho necessário: buscamos transformar nossas competências em produtos e serviços talhados para nossas demandas, já com visão de mercado, tanto interno como externo.

### sim, temos um lugar ao sol

Apesar de todos os desalinhamentos e perdas de oportunidades, temos, sim, do que nos orgulhar nas atividades espaciais. No cenário latino-americano, somos vistos como o País que pode liderar a região. Desde claro, que resolvamos nossos embaraços, fortaleçamos nossa governança, encaremos os desafios espaciais não apenas como pesquisa e desenvolvimento, e sim como ferramentas, soluções para nossos problemas nacionais e regionais, inclusive no contexto do Atlântico Sul e das relações com a África.



Carlos Duarte

Nov 13 . 3 min read . Listen



## Brazil: A Space Giant

Brazil is leading the way in space development in Latin America

I recently visited Brazil. I participated in a Latin American Workshop on CubeSats and had the opportunity to become aware of Brazil's space potential. I was amazed at this country's power in the space industry. Brazil has long been a powerhouse in the aerospace industry, and its space program is a prime example of the country's engineering and technological prowess.



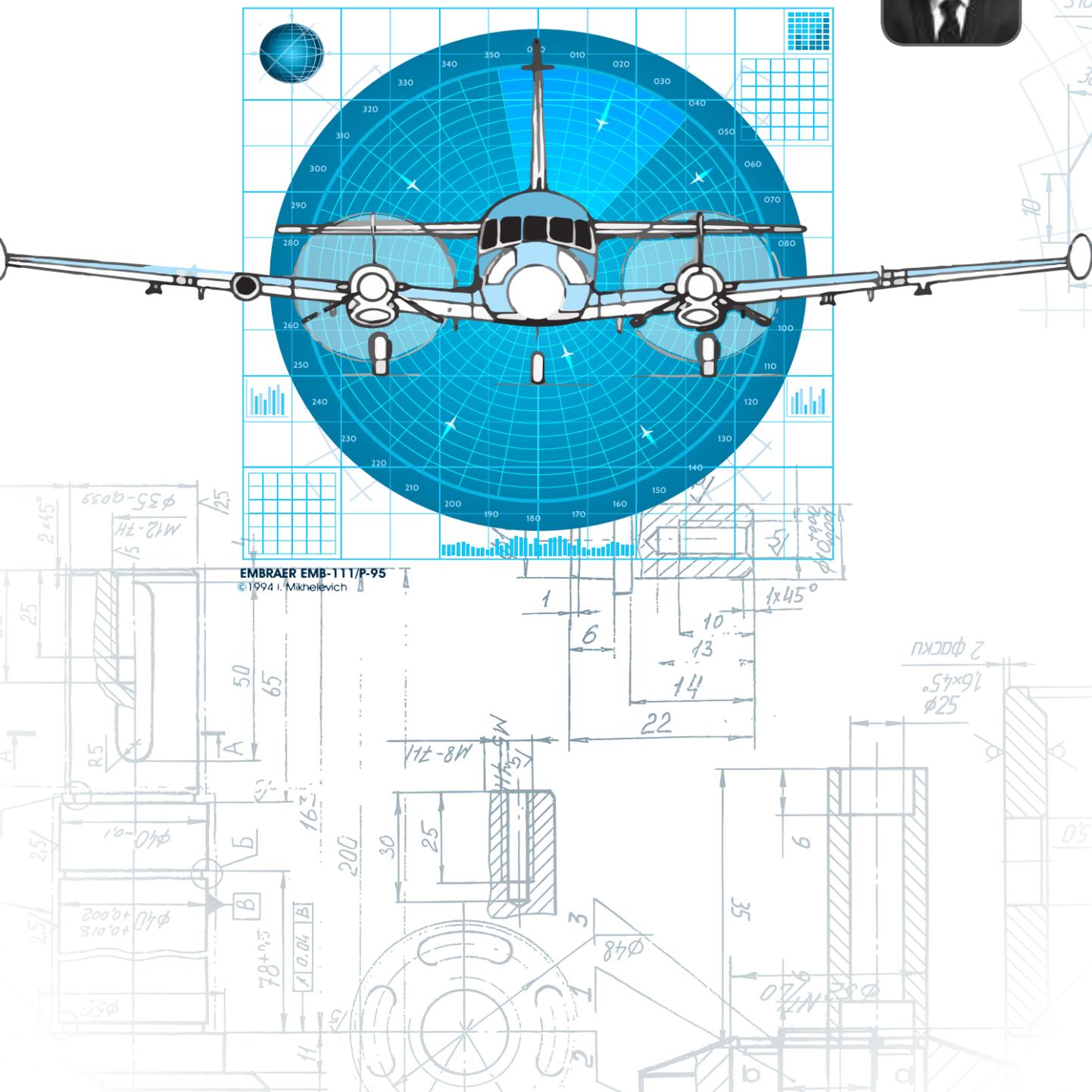
Publicação do Diretor da Agência Espacial Mexicana, Carlos Duarte, logo após sua visita ao Brasil em novembro de 2023 ([https://lnkd.in/e3UvYKkU?trk=public\\_post-text](https://lnkd.in/e3UvYKkU?trk=public_post-text)).

O Marechal do Ar Casimiro Montenegro Filho relatou que, à época da concepção do CTA, foi tachado de louco por querer criar algo de tamanha envergadura num país que não produzia nem bicicletas, nem vasos sanitários. Duas décadas e meia depois, já existiam ITA, CTA e Embraer, com o Bandeirante voando em nossos céus. E, logo em seguida, no exterior.

Parafrazeando Santos Dumont - cujas celebrações pelos 150 anos de seu nascimento percorrem o País neste ano de 2023 - que dizia ser a invenção um trabalho essencialmente teimoso, devemos, sim, perseverar no aproveitamento de nossas capacidades, criando condições mais favoráveis para que nossos jovens empreendedores, de engenharia e de tantas outras disciplinas, possam desenvolver a economia espacial brasileira. Há que se ter senso de urgência. Como diz Ozires Silva, um dos fundadores da Embraer, **o tempo não nos espera!**

# Ozires Silva e o avião Bandeirante

**Maurílio Albanese Novaes Jr.**  
Diretor de Desenvolvimento Tecnológico  
EMBRAER



O ano de 2023 celebra duas importantes datas para a aviação brasileira. A primeira é a comemoração dos 150 anos de Alberto Santos-Dumont, o pai da aviação. A sua obra está diretamente conectada com diversas invenções de repercussão global. Tornou-se o maior protagonista da ciência da aeronavegabilidade, pioneiro em voar um aparelho mais pesado que o ar a decolar por meios próprios, patrono da aeronáutica brasileira, o herói da engenhosidade.

Santos-Dumont, nascido em 20 de julho de 1873, é até hoje fonte de inspiração pelas grandes realizações em um período de importantes revoluções tecnológicas. Suas inovações estimularam outros sonhadores a avançarem em desenvolvimentos que muitos julgavam impossíveis. E foi assim que

há 50 anos um grupo de visionários realizava um outro significativo marco para o setor: o início das entregas e operações comerciais do avião EMB-110 Bandeirante.

Ícone da aviação regional e precursor da moderna indústria aeronáutica brasileira, o avião Bandeirante fabricado pela Embraer chegou ao mercado em 9 de fevereiro de 1973, quando a primeira aeronave foi entregue à Força Aérea Brasileira (FAB). Uma cerimônia realizada na sede da recém-criada empresa brasileira de aeronáutica, em São José dos Campos, interior de São Paulo, simbolizou a concretização de uma visão estratégica de transformar ciência e tecnologia em atividade industrial de alto valor agregado no Brasil.



Bandeirante C-95 da Força Aérea Brasileira.

Conhecido inicialmente como projeto aeronáutico IPD|PAR 6504, o primeiro produto de exportação da indústria aeronáutica nacional foi idealizado no Centro Técnico de Aeronáutica (CTA), em São José dos Campos, e autorizado pelo Ministério da Aeronáutica em 1965. O objetivo era projetar uma aeronave moderna, simples e possível de ser construída em série para equipar a FAB com um produto versátil, adaptado às condições brasileiras.

O primeiro voo ocorreu em 22 de outubro de 1968 e a aeronave batizada como Bandeirante.

O desenvolvimento contou com a colaboração de 170 empresas nacionais e um elevado grau de qualidade para que os componentes alcançassem a precisão solicitada. A criação da Embraer, em 1969, teve como objetivo desenvolver uma estrutura industrial para a produção em escala do Bandeirante, bem como

aperfeiçoar o projeto inicial.

Mais do que um símbolo da alta tecnologia, a aeronave teve papel de extrema eficácia no processo de integração nacional, acessando os mais diversos pontos do território brasileiro primeiramente nas cores da FAB e logo em seguida também nas asas das principais companhias aéreas locais.

O Bandeirante foi concebido para prestar serviços e conectar os mais diversos pontos do território nacional, como Amazônia, Nordeste ou Centro-Oeste do País. O modelo foi desenvolvido como uma multiplataforma e utilizado para diferentes missões e finalidades para atender não somente as necessidades da FAB, mas também de companhias aéreas nacionais como Transbrasil e VASP. A produção da aeronave perdurou por quase duas décadas e 498 exemplares foram entregues em 36 países, consolidando-se como um dos aviões mais vendidos na sua categoria.

Na FAB, o Bandeirante desempenhou diversas missões, como transporte de pessoas, de carga e de paraquedistas, sendo também utilizado para instrução e ensaio em voo. Um dos destaques foi a versão de busca, salvamento e reconhecimento, que ficou conhecida como Banderulha, responsável pelo patrulhamento do território marítimo brasileiro. A frota continua sendo empregada em regiões remotas e de difícil acesso para missões logísticas e de apoio humanitário.

Apenas dois anos depois do início das operações, o Bandeirante conquistou o mercado internacional. Em 1975 ocorreu a primeira exportação da versão militar para o Uruguai e em 1977 a companhia aérea francesa *Air Littoral* se tornou o primeiro cliente estrangeiro da versão civil. Nos anos seguintes, o Bandeirante também se tornaria referência no mercado regional norte-americano, em razão de suas características de desempenho bem dimensionadas para o segmento.

Nos Estados Unidos, o Bandeirante se beneficiou de uma nova lei para o transporte aéreo regular (*The Airline Deregulation Act*), sancionada em 1978, pelo presidente Jimmy Carter, que removeu a interferência que o governo federal exercia até então sobre aspectos econômicos do setor como preços de passagens, disponibilidades de assentos e concessão de rotas. Com isso, a entrada de novas aéreas no mercado ganharia nova dinâmica. Caberia a cada empresa focar na eficiência e competitividade,

utilizando a aeronave mais adequada para cada mercado. O Bandeirante surgia como o avião certo, na hora certa.

Mas por trás de máquinas surpreendentes há também pessoas surpreendentes que sabem antecipar ou mesmo criar tendências. E no caso do avião Bandeirante não poderia ser diferente. Foram diversos profissionais que atuaram no projeto e que tiveram suas competências e habilidades potencializadas principal pela liderança do engenheiro Ozires Silva. Com sua visão empreendedora e contagiante paixão pela inovação, ele construiu o caminho para o Bandeirante alçar voo e fazer a Embraer se expandir de forma que poucos imaginavam.

Nascido em 8 de janeiro de 1931, em Bauru, interior de São Paulo, o menino que se encantou pelo aeroclube da cidade e sonhava em fabricar aviões, em 1948 ingressou na Escola da Aeronáutica, da Força Aérea Brasileira (FAB), no Rio de Janeiro, onde recebeu sua licença de piloto militar quatro anos depois. Posteriormente, em 1959, foi estudar no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em São José dos Campos, vindo a se graduar em Engenharia Aeronáutica em 1962.

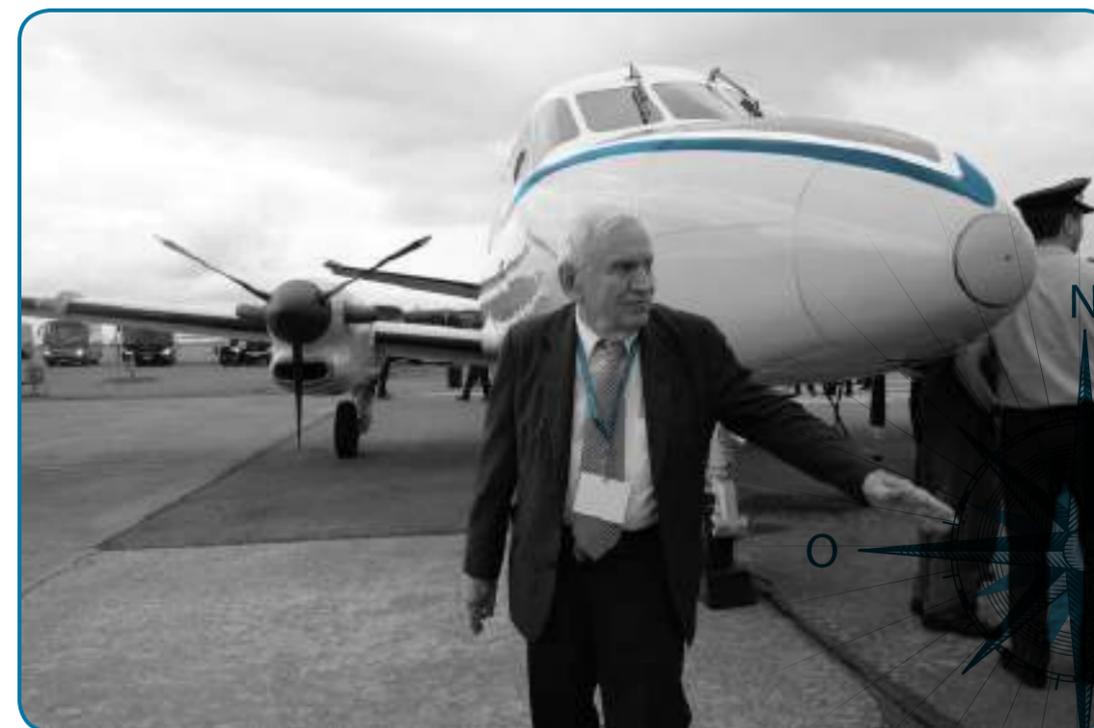
O então major da aeronáutica recebeu a missão de liderar o Departamento de Aeronaves do CTA e em 1965 iniciou o projeto que resultaria no avião Bandeirante. Ozires Silva promoveu, ao lado de um grupo de visionários, a criação da Embraer em 1969, vindo a ser o diretor-superintendente da companhia até 1986, quando aceitou a ser presidente da Petrobras. Assumiu na sequência como Ministro da Infraestrutura e Comunicações do governo Collor, e retornou para a Embraer em 1992, quando a empresa vivia o momento mais crítico da sua história e presidiu a companhia até sua privatização em dezembro de 1994.

Na Embraer, iniciou os trabalhos com 150 funcionários, muitos deles da equipe que projetou e fabricou o primeiro protótipo do Bandeirante. Rapidamente sua gestão fez a empresa deixar de ser mono produto e ampliou as atividades para realizar também a produção do planador Urupema, o avião agrícola Ipanema e o caça Xavante. Um dos seus diferenciais, no entanto, foi o entendimento de que não poderia depender somente do mercado nacional, como outras empresas da indústria aeronáutica fizeram nas décadas anteriores. Desta forma, acelerou o processo de internacionalização da companhia já nos

seus primeiros anos de vida, conectando uma rede global de fornecedores e clientes.

Ozires Silva integra uma geração de empreendedores brasileiros que transformou a indústria nacional e leva o Brasil a ser respeitado e admirado ao redor do mundo. Suas incríveis contribuições para a aviação global já lhe renderam mais de 50 condecorações e prêmios nacionais e internacionais, entre eles um espaço no *hall* da Fama do *Smithsonian Institution*, em Washington,

nos Estados Unidos. Mais recentemente, o reconhecimento partiu do Instituto Americano de Aeronáutica e Astronáutica (AIAA) que o indicou para ser o primeiro brasileiro a receber a medalha *Guggenheim*, uma das mais significativas condecorações internacionais de engenharia aeronáutica do mundo. Passou assim a compor a lista de notáveis no campo aeronáutico, como William E. Boeing, Lawrence D. Bell, Leroy R. Grumman, Igor Sikorsky, Charles Lindbergh, James S. McDonnell, Marcel Dassault, entre outros.



Ozires e o Bandeirante.

A condecoração coincidiu com dezenas de outras homenagens que ocorreram para celebrar o aniversário 90 anos de Ozires Silva. A Embraer, por exemplo, anunciou que o seu principal complexo industrial em São José dos Campos, onde tudo começou em 1969, passaria a se chamar “Unidade Ozires Silva”. Para isso foi produzido um mural artístico de 115 m<sup>2</sup> pintado na parte externa de um dos hangares da companhia, próximo à entrada principal que recebe clientes e visitantes de todo o mundo. A obra de arte em 3D com 11,5 metros de altura e 10 metros de comprimento destaca o co-

fundador e o avião Bandeirante em uma grandeza proporcional ao feito do líder que sonhou e realizou um dos mais ambiciosos projetos tecnológicos do Brasil.

Ozires Silva se destacou nas últimas décadas como escritor e palestrante de renome voltado ao empreendedorismo e incentivo da educação aliada à tecnologia. Em suas falas públicas, brincava que teve “alguma sorte”. Mas nada teria acontecido sem planejamento, antecipação e inquietações que tiveram início

desde jovem na escola pública de Bauru e que culminou com o ingresso no ITA. Aliás, uma das suas referências passou a ser o Marechal Casimiro Montenegro Filho, idealizador do CTA e ITA, que dizia que o Brasil “antes de produzir aviões precisava produzir engenheiros”.

À frente do seu tempo, Ozires Silva soube como poucos conduzir a complexidade de atuar em um ambiente global altamente competitivo, repleto de desafios e com demanda intensiva por tecnologia e inovação em ciclos longos, como são características da indústria aeronáutica. E fez isso com simplicidade e importantes articulações para garantir continuamente os avanços tecnológicos do setor.

Hoje, as parcerias com universidades, centros de pesquisas, empresas e poder público, no Brasil e no exterior, aceleraram áreas de conhecimento relevantes para manter a indústria aeronáutica nacional na vanguarda. Tal como fizeram os pioneiros, cada um a seu tempo e estilo, continuamos a realizar pesquisas na fronteira do conhecimento, gerando uma base valiosa para a inovação e estimulando a formação de profissionais que mantém o Brasil entre os principais centros globais de talentos do setor aeroespacial.

O investimento contínuo na formação e capacitação das pessoas será sempre um diferencial competitivo. Em especial no setor de alta tecnologia, o estímulo a formação de qualidade representa uma maior competitividade, promoção do desenvolvimento científico e impacto positivo para se construir uma sociedade melhor.

O desafio atual da aviação é atingir seus objetivos sustentáveis e poder possibilitar uma mobilidade aérea livre de carbono com base em tecnologia de alto desempenho, eficiência, confiabilidade e baixo ruído. E há uma razão para acreditar que o Brasil pode liderar uma nova era do transporte aéreo: temos uma capacidade de engenharia ímpar.

Ousar, desenvolver e construir continuamente produtos, serviços e modelos de negócios diferenciados marcaram o passado e continuará sendo o objetivo da nova geração de profissionais unidos e comprometidos com a melhor gestão do conhecimento e inovação.

E nessa jornada da evolução tecnológica, que o legado de Ozires Silva e equipe que desenvolveram o avião Bandeirante seja a referência para a persistência que nos leva às grandes conquistas.



Ozires Silva é homenageado em painel gigante na sede da Embraer em São José dos Campos.

# dessalinização nuclear



Renato M. Cotta > UFRJ

Renato M. Cotta (1,2), Carolina P. Naveira Cotta (2), Abdul O. Cárdenas-Gomez (2), Gabriel C.G.R. da Silva (2), Su Jian (2), Paulo A.B. Sampaio (3), Kleber M. Lisboa (4).

- (1) Diretoria Geral de Desenv. Nuclear e Tecnológico da Marinha DGDNTM, Marinha do Brasil e AMAZUL Tecnologias de Defesa
- (2) COPPE | Universidade Federal do Rio de Janeiro > UFRJ
- (3) Instituto de Engenharia Nuclear > IEN|CNEN
- (4) Universidade Federal Fluminense > UFF



CTMSP

## 1. introdução

A recuperação de energia térmica em diferentes processos é sempre um tema de interesse na engenharia, em particular para calor rejeitado a altas temperaturas (*High-grade thermal energy*), em geral reutilizado na própria planta. Por outro lado, o calor rejeitado a baixas temperaturas (*Low-grade thermal energy*) é muitas vezes dissipado para o meio ambiente, sem reutilização. O Protocolo de Kyoto assinado em 1997 durante a COP-3, e efetivamente aplicado em 2005, gerou um conjunto de normas e orientações para redução de emissão de gases de efeito estufa na grande maioria dos países, que tem levado à valorização do reaproveitamento de calor rejeitado a baixas temperaturas em processos secundários e de cogeração, que levam ao aumento da eficiência energética global da planta.

O emprego de reatores nucleares para dessalinização faz parte de um conceito mais amplo do uso da energia nuclear em que se considera a cogeração de eletricidade com outros produtos de interesse econômico e social [1]. Hoje, entende-se que a competitividade econômica, sustentabilidade e aceitação pública da tecnologia nuclear não dependem apenas de seu uso para a geração elétrica, mas também da abertura de novos mercados e oferta de novos produtos [2].

Com o progresso da montagem do nosso primeiro reator nuclear de potência integralmente projetado e construído no país, o reator LABGENE do CTMSP, Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo, protótipo em terra do reator de propulsão do nosso primeiro submarino convencional de propulsão nuclear, ter-se-á a disponibilidade de um reator de potência para pesquisas no país que também estimula a proposição de alternativas de cogeração para aumento de eficiência energética global da planta. Em 2016 foram iniciados estudos na CNEN, em colaboração com seus institutos, a UFRJ, a AMAZUL e o CTMSP/Marinha do Brasil, de um novo reator modular, tendo como ponto de partida o LABGENE, para a cogeração de água dessalinizada e eletricidade: o Projeto DESSAL [3]. Nesse projeto de grande envergadura, estão sendo buscadas inovações no sistema de recuperação de calor, bem como no processo de dessalinização, para o melhor acoplamento entre o circuito secundário do reator e a unidade de dessalinização.

O Projeto DESSAL preconiza o emprego de diferentes técnicas de dessalinização, buscando-se otimizar o emprego dos recursos energéticos na cogeração, incluindo a recuperação de calor rejeitado a baixas temperaturas no circuito secundário e seu uso em

destilação por membranas (MD). Neste método de dessalinização, uma membrana hidrofóbica separa fisicamente a água salina aquecida de outro compartimento na qual pode circular água destilada, gases (ar ou outros) ou manter-se vácuo. Impondo-se uma diferença de temperaturas entre as duas correntes de água salina e destilada, vapor d'água se difunde pela membrana porosa pela diferença de pressão de vapor entre os dois compartimentos. Fontes de calor de baixa exergia podem ser utilizadas para aquecer a água salina e ainda conseguir fluxos significativos de água destilada, tornando este método ideal para a recuperação de calor rejeitado, por exemplo, de motores de combustão interna, de plantas térmicas de potência, de coletores solares ou sistemas de resfriamento de painéis fotovoltaicos de alta concentração. Nesse sentido, o Laboratório de Nano e Microfluidica e Microssistemas, LabMEMS, da COPPE/UFRJ tem atuado em pesquisas que incluem a destilação por membranas a partir da recuperação de calor rejeitado a baixas temperaturas, como na proposição e realização dos Projetos *Aqua Vitae* e *EnerGente*, a serem descritos na sequência, que contribuem para a criação de uma base de conhecimento em dessalinização para se avançar no projeto DESSAL.

O presente artigo discute a importância da dessalinização nuclear e do desejável desenvolvimento do primeiro SMR (*Small Modular Reactor*) nacional, bem como descreve recentes avanços em pesquisa nas técnicas de dessalinização e recuperação de calor de processos.

## 2. dessalinização nuclear

Em dezembro de 2018 realizou-se na Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), em Viena, o “Fórum INPRO de diálogo sobre oportunidades e desafios sobre aplicações não-elétricas da energia nuclear” onde o tema da cogeração nuclear foi discutido por 46 participantes entre pessoal da IAEA e representantes de 34 países [4].

As aplicações não-elétricas podem ser divididas em dois grandes grupos: i) aquelas que não necessitam de temperaturas excessivamente elevadas e que já são factíveis com as tecnologias de geração nuclear comercialmente comprovadas como, por exemplo, os reatores PWR e ii) aquelas que demandam o desenvolvimento tecnológico e comprovação operacional e comercial a temperaturas bem mais elevadas.

As principais aplicações a baixas temperaturas são o uso da cogeração para dessalinização e para fornecimento de calor para aquecimento distrital-residencial. Aplicações da cogeração nuclear para produção de hidrogênio, para aplicações na indústria petroquímica e para aplicações na siderurgia demandam temperaturas bem maiores e dependem do desenvolvimento tecnológico de reatores a altas temperaturas resfriados a gás. Uma possibilidade ainda não explorada é a utilização da capacidade de destilação eventualmente ociosa sazonalmente ou regularmente, para fornecimento de água destilada para a cogeração de hidrogênio em reatores nucleares via eletrólise da água.

O maior estímulo à cogeração nuclear para dessalinização tem ocorrido nos países do Norte da África e do Oriente Médio. Em tais países há carência de recursos hídricos e o emprego de dessalinização convencional já é uma realidade em larga escala. Com relação ao emprego da energia nuclear para dessalinização, há duas dificuldades principais: a primeira é o pouco ou inexistente domínio da tecnologia nuclear e carência de recursos humanos nesse setor; a outra é que esses países, em geral, contam com consideráveis reservas de petróleo que podem garantir a operação de usinas de dessalinização convencionais, a despeito do impacto ambiental das emissões de CO<sub>2</sub> e outros poluentes.

A Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) colabora com os esforços dos países-membros no desenvolvimento e na aplicação de soluções envolvendo a dessalinização nuclear [5]. Merece destaque o Grupo Técnico de Trabalho em Dessalinização Nuclear (TWG-ND) da IAEA onde é fomentada a troca de conhecimentos e experiências envolvendo representantes da IAEA e dos países-membros. O Brasil participa oficialmente do Grupo de Trabalho em Dessalinização Nuclear desde 2017, sendo atualmente representado pelo Prof. Renato M. Cotta (2021-2024).

As principais tecnologias de dessalinização empregadas na energia nuclear são precisamente aquelas que se encontram no estado da arte do desenvolvimento da dessalinização utilizando fontes de energia convencionais [5]. Merecem destaque as tecnologias de osmose reversa (RO), “flash” multiestágios (MSF) e destilação por múltiplos efeitos (MED). O principal insumo para essas tecnologias é calor para o caso de MSF e de MED, e energia elétrica para o caso da RO. Embora ainda não empregada

em combinação com reatores nucleares, há também a tecnologia de Destilação por Membranas (MD), com grande potencial para o aproveitamento do calor rejeitado do ciclo Rankine de reatores PWR. Combinadas ao reator nuclear, essas várias tecnologias de dessalinização podem fornecer água dessalinizada, com diferentes características de qualidade, não apenas como produto final, mas também para o próprio uso e segurança da instalação nuclear.

## 3. projetos Aqua Vitae e enerGente

O Laboratório de Nano e Microfluidica e Microssistemas (LabMEMS) da COPPE/UFRJ desenvolve dois projetos em cogeração com dessalinização via destilação por membranas. O primeiro é conhecido como Projeto Aqua Vitae e se iniciou em 2014, com apoio financeiro do CNPq e FAPERJ. Mais recentemente, com apoio do Programa PROCAD-Defesa da CAPES e com a colaboração do Instituto de Pesquisas da Marinha, IPqM|CTMRJ, o foco foi estendido para a recuperação de calor rejeitado de motores de geração ou propulsão em meios navais e instalações em terra. Foi então projetado e construído um protótipo para demonstração [6], [Figura 1](#), instalado no Laboratório de Tecnologias em Energias Sustentáveis, LATES, do Grupo de Tecnologias em Materiais do IPqM. Um aquecedor de água industrial foi empregado para simular as condições experimentais que serão encontradas na recuperação de calor do motor auxiliar de um navio pré-selecionado.

O segundo projeto coordenado pelo LabMEMS/UFRJ tem financiamento da PETROGAL|ANP|EMBRAPPI e é também conhecido como Projeto EnerGente, baseado na recuperação de calor de painéis fotovoltaicos de alta concentração (HCPV) por meio de micro-trocadores de calor projetados para maior eficiência energética global. Foi projetada, construída e operada uma planta de cogeração de eletricidade e água dessalinizada, visando a demonstração em TRL 6 (ambiente relevante), [Figura 2](#), que inclui também coletores solares planos visando flexibilidade operacional e um reservatório térmico para extensão do período de produção de água [7]. O Projeto EnerGente encontra-se em processo de expansão pela incorporação da cogeração de novos insumos em sua planta, tais quais biodiesel e hidrogênio, a partir do calor recuperado e da água destilada e eletricidade produzidos [8].



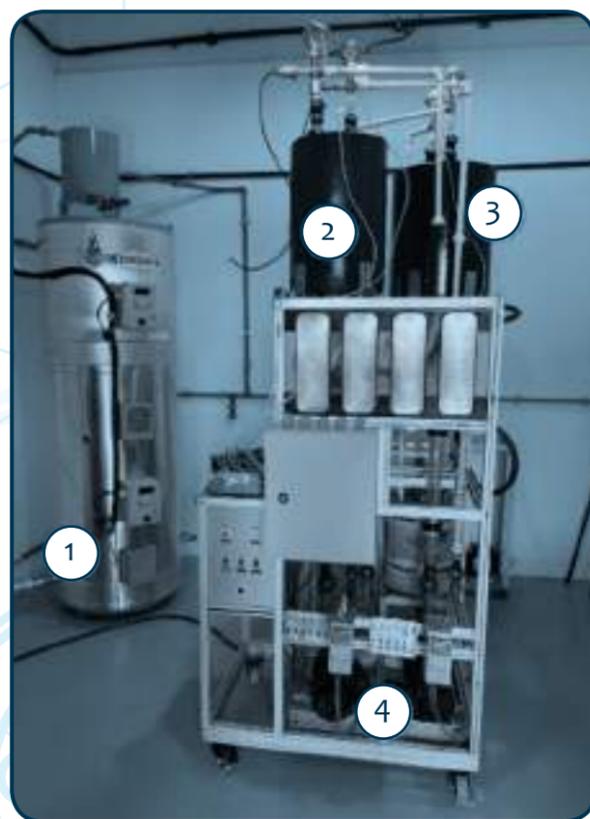


Figura 1 > Protótipo de dessalinizador instalado no LATES|IPqM - Projeto Aqua Vitae.

- ① Aquecedor industrial
- ② Módulo de membranas
- ③ Recuperador de Calor
- ④ Sistema de bombeamento

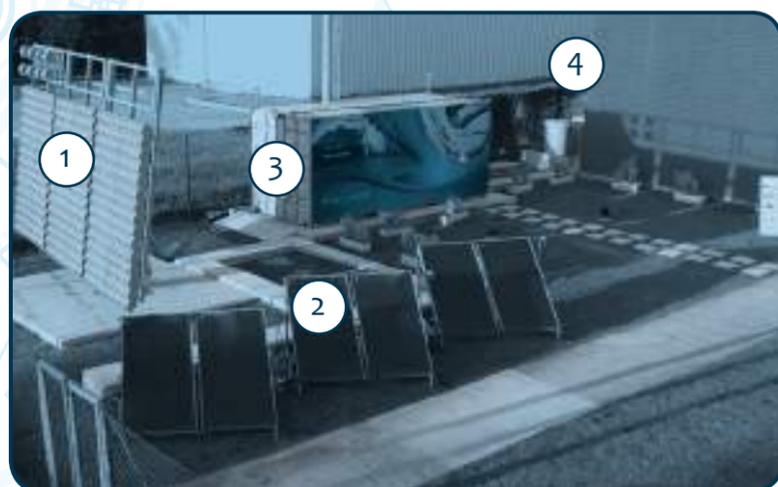


Figura 2 > Protótipo do sistema de cogeração eletricidade-água destilada (HCPV+MD) instalado no LabMEMS|UFRJ - Projeto EnerGente.

Painel HCPV ①

Coletores solares ②

Módulo operacional contendo a unidade de dessalinização e o reservatório térmico ③

Área dos tanques ④

#### 4. pequenos reatores modulares (SMRs) e o LABGENE

A Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) define o SMR como um reator nuclear de fissão com potência elétrica de até 300 MW(e) [9]. Em comparação, os reatores de potência de grande porte hoje em construção têm potência elétrica na faixa de 1000 MW(e) (e.g., AP1000) a 1600 MW(e) (e.g., EPR). A palavra “modular”

caracteriza o fato de o SMR poder ser fabricado e posteriormente transportado para o sítio da central nuclear para ser montado, seja como um reator isolado ou como um módulo de um cluster de SMRs.

Os SMRs possuem muitas vantagens em relação aos reatores de grande porte. Primeiramente, um SMR pode ser instalado em um sítio que não permitiria, a princípio, um reator de grande porte. Com potência menor, e conseqüentemente um inventário de radioatividade menor, o SMR necessita de uma zona de isolamento reduzida e gera um possível impacto ambiental bem menor se um acidente hipotético ocorrer. Os SMRs adotam sistemas passivos de remoção de calor residual e, em muitos casos, adotam o circuito primário passivo baseado na circulação natural que não necessita de eletricidade para circular o fluido refrigerante mesmo durante a operação normal. O custo de capital para um SMR é bem inferior que para um reator de grande porte, possibilitando o retorno do capital em prazo curto e o reinvestimento num segundo SMR como módulo adicional para aumentar a potência elétrica total da mesma central nuclear. A fabricação de SMRs em ambiente dedicado e posterior montagem no sítio reduz a exigência de mão de obra especializada em muitas regiões remotas, que normalmente não poderiam disponibilizá-la. O custo de SMRs é reduzido pela economia de escala, quando um número significativo de reatores do mesmo modelo é fabricado. Enquanto a fabricação de reatores de grande porte é dominada por poucas empresas especializadas como Westinghouse, Framatome, Rosatom e CNNC, a fabricação de SMRs é acessível a empresas menores e novas na indústria nuclear ou oriundas de países em desenvolvimento. Um cluster de SMRs pode substituir um reator comercial convencional de grande porte, enquanto um SMR isolado pode substituir uma usina termoeleétrica convencional de gás natural, óleo ou carvão.

Diferentemente dos grandes reatores de carga base (*base-load*) em um sistema elétrico de grande dimensão, um SMR pode operar no modo de “*load-following*”, variando a potência em função da demanda do sistema elétrico, principalmente em um sistema pequeno isolado (< 4GW) operando como um sistema inteligente (Smart Grid), numa região remota com difícil acesso à rede de transmissão de eletricidade. Além do seu objetivo principal de gerar eletricidade, os SMRs são especialmente adequados para a cogeração e, mais especificamente, para a dessalinização nuclear.

As tecnologias de SMRs se espelham nas de reatores de grande porte avançados. Nos projetos hoje existentes foram adotados como refrigerantes a

água leve ou pesada, metais líquidos, hélio ou sal fundido. Os SMRs de água leve pressurizada são os mais maduros e que começam a entrar no mercado. Embora alguns SMRs sigam o layout de múltiplos loops do circuito primário de um PWR convencional, outros adotam o conceito de PWR Integrado (IPWR), acomodando o núcleo de reator, o pressurizador, os geradores de vapor (GVs) e as bombas num mesmo vaso de pressão. O conceito de IPWR possibilita uma grande facilidade no transporte e instalação de SMRs em sítios remotos, e também em embarcações ou plataformas *offshore*.

Entre os SMRs em desenvolvimento, destacam-se três modelos, um já concluído e em operação, o KLT-40S da Rússia, e dois em fase adiantada de construção e instalação: o HTR-PM da China e o CAREM-25 da Argentina. Dois reatores KLT-40S foram instalados na central nuclear flutuante (FNPP - *floating nuclear power plant*) Akademik Lomonosov. Entre os SMRs propostos por empresas dos Estados Unidos, o NuScale é o mais próximo da fase de construção, com licença emitida para uma versão de 50 MWe pela US Nuclear Regulatory Commission (NRC) em janeiro de 2023 e o sítio para construção selecionado em Idaho. O NuScale é um IPWR em que o vaso do reator de cada módulo é imerso em uma piscina subterrânea comum, que funciona como sumidouro final para a remoção de calor residual. Além disso, há dezenas de SMRs e MNRs (Micro Nuclear Reactors) que estão em fases diferentes de desenvolvimento em diversos países [9].

A experiência brasileira na construção e operação de reatores nucleares de potência se iniciou na execução dos projetos de Angra 1, de tecnologia americana, e de Angra 2 e 3, ambas de tecnologia alemã. É inegável o legado que esses empreendimentos proporcionaram para a indústria nuclear nacional em termos de conhecimento e desenvolvimento.

Considerando que cerca de 85% da eletricidade nuclear do mundo é gerada por reatores derivados de modelos originalmente desenvolvidos para uso naval, também no Brasil, a Marinha, em colaboração com o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) da CNEN, em São Paulo, foi responsável pelo projeto e construção do único reator integralmente nacional em operação, conhecido como Unidade Crítica IPEN-MB/01. Trata-se de um reator de potência próxima de zero, que se aplica, por exemplo, a estudos de elementos combustíveis considerados no projeto do submarino convencional de propulsão nuclear, o SN-BR.

Outro reator genuinamente nacional, em fase final de construção, é o LABGENE (Laboratório de Geração

Núcleo-elétrica), do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), protótipo em terra do futuro reator do submarino convencional com propulsão nuclear. O estágio atual da construção do laboratório LABGENE está ilustrado na **Figura 3**.

O Brasil possui todas as condições necessárias para desenvolver um projeto próprio de SMR, seja para a geração de eletricidade em regiões remotas e

isoladas como para dessalinização e outras aplicações industriais, alinhando as experiências com o projeto, construção e operação do protótipo em terra do reator de propulsão naval, LABGENE, em fase final de construção no CTMSP, em Iperó. O projeto básico desse novo reator deve ser capaz de prevenir e mitigar as consequências de um acidente severo, bem como resistir a eventos externos como no caso de Fukushima (Geração III).



**Figura 3** > Vista aérea da construção do LABGENE (julho de 2023).  
Fonte: CTMSP, Marinha do Brasil.

## 5. projeto DESSAL

Em 2016 foram iniciados estudos na CNEN, em colaboração com seus institutos (IEN, IPEN, CDTN, CRCN-NE), UFRJ, AMAZUL e CTMSP, com o objetivo de propor um novo reator modular tendo como ponto de partida o projeto do LABGENE, para a cogeração de água e eletricidade: o Projeto DESSAL [3]. Desde então estão sendo buscadas inovações no projeto do sistema, tanto no processo de dessalinização em si, quanto no acoplamento entre o circuito secundário do reator e a unidade de dessalinização.

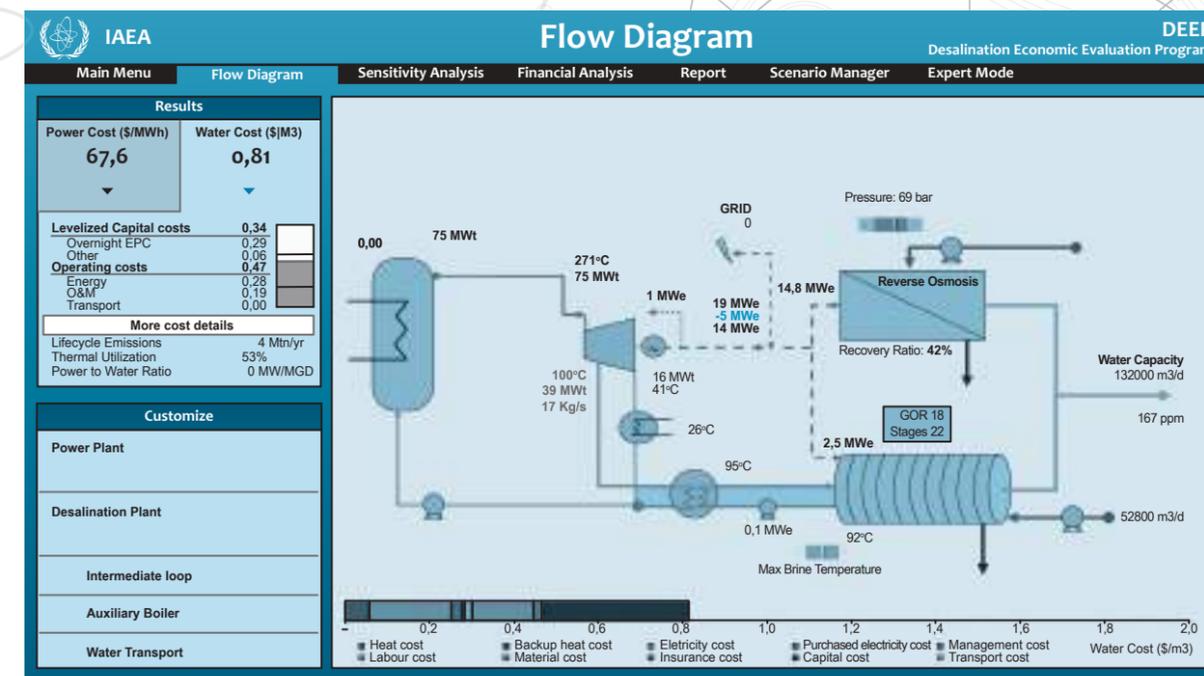
O código DEEP (*Desalination Economic Evaluation Program*) da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) [10] foi desenvolvido para avaliar o desempenho e custos de diferentes configurações de cogeração de eletricidade e água dessalinizada. Em análises preliminares da capacidade de dessalinização de um SMR baseado no LABGENE, com núcleo compacto gerando 75MW(t) e geração elétrica de referência de 24 MW(e), foram avaliadas diferentes configurações híbridas de sistemas de dessalinização,

em particular combinando osmose reversa (RO) e destilação (MED ou MSF), como mostrado na **Figura 4**. Apenas a título de ilustração, a simulação do DEEP para o caso de osmose reversa (RO) combinada à destilação de múltiplos efeitos (MED), para dessalinização de água do mar (salinidade de 35.000 ppm) empregando 18 MW(e) da energia elétrica disponível e uma parcela de calor recuperado no circuito secundário, resulta em uma produção total de cerca de 132.000 m<sup>3</sup>/dia de água com baixa salinidade média (190 ppm). Considerando um consumo médio per capita de 110 litros/dia, típico de estados da região Nordeste como Pernambuco e Bahia, apenas para facilitar a percepção dessa cogeração, chega-se ao atendimento integral do suprimento de água dessalinizada para cerca de 1.200.000 habitantes.

Deve-se destacar que o software DEEP|IAEA não inclui a análise do processo de destilação por membranas, que tem sido analisado no contexto do Projeto DESSAL via recuperação de calor rejeitado no circuito secundário, possibilitando, por exemplo, a

extração de água destilada da salmoura efluente do processo de osmose reversa, aumentando, portanto, a produção de água dessalinizada e reduzindo o impacto ambiental dos efluentes. Estudos recentes demonstram a viabilidade técnica do emprego da destilação por membranas com recuperação de calor rejeitado ou extraído do circuito secundário de pequenos reatores nucleares, como o NuScale e o DESSAL [11-14].

Um reator de pequeno porte que tenha como referência o projeto autóctone do LABGENE pode se constituir em solução economicamente interessante a ser considerada para atingir a almejada segurança hídrica, energética e alimentar em regiões semiáridas do nosso país. Além dos méritos intrínsecos relacionados ao atendimento simultâneo de demandas de energia, água e de produção de alimentos, o projeto do reator DESSAL também propiciaria o passo seguinte no desenvolvimento da capacidade nacional em ciência e tecnologia de reatores nucleares.



**Figura 4** > Tela do simulador DEEP|IAEA de dessalinização nuclear (reator DESSAL).

## 6. Referências

1. IAEA, International Atomic Energy Agency (2017). Opportunities for cogeneration with nuclear energy, Nuclear Energy Series no. NP-T-4., Vienna, Austria.
2. Al-Othman, A., Darwish, N. N., Qasim, M., Tawalbeh, M., Darwish, N. A., & Hilal, N. (2019). Nuclear desalination: A state-of-the-art review. *Desalination*, V.457, pp.39–61.
3. CNEN (2016). CNEN inicia projeto conceitual em dessalinização nuclear em colaboração com a Marinha e universidades, Últimas Notícias, 25 de Maio de 2016. <http://antigo.cnen.gov.br/ultimas-noticias/213-cnen-inicia-projeto-conceitual-em-dessalinizacao-nuclear-em-colaboracao-com-a-marinha-e-universidades>
4. IAEA, International Atomic Energy Agency (2018). INPRO Dialogue Forum on Opportunities and Issues in Non-Electric Applications of Nuclear Energy - 16th INPRO Dialogue Forum, Vienna. <https://nucleus.iaea.org/sites/INPRO/df16/Infosheet.pdf>
5. IAEA, International Atomic Energy Agency (2015). “New technologies for seawater desalination using nuclear energy”, IAEA-TECDOC-1753, Ed. I. Khamis, Vienna, Austria.
6. Cárdenas-Gomez, A.O., Sedrez, P.C., Sousa, G.N., Pinto, J.G.N., Moraes, D.B., Penaranda-Chenche, L.E., Naveira-Cotta, C.P., Amaral, P.S.T., Cotta, R.M. (2022). Membrane distillation demonstration unit with waste heat recovery for water desalination, 3rd World Conference on Advanced Materials for Defense, AuxDefense 2022, Ed. R. Fangueiro, Paper # ID216, pp.184-185, Guimarães, Portugal, July 6<sup>th</sup>-8<sup>th</sup>.
7. Curcino, I.V., Scaramuza dos Reis, B., Cárdenas Gómez, A.O., Peñaranda Chenche, L.E., Lima, J.A., Naveira-Cotta, C.P., Cotta, R.M. (2023). Experimental evaluation of solar desalination system with vacuum-enhanced air gap membrane distillation, Proc. of the 17th International Heat Transfer Conference – IHTC17, Paper # IHTC17-1011, Cape Town, South Africa, August 14th-18th, pp. 1-10, 2023.
8. Naveira-Cotta, C.P., Curcino, I.V., Scaramuza dos Reis, B., Cárdenas Gómez, A.O., Costa Jr., P.R.S., Carvalho, J.D.C.G., Peñaranda Chenche, L.E., Lima, J.A., Cotta, R.M. (2023). A sustainable polygeneration prototype for decentralized production of electricity, distilled water and biodiesel, Proc. of the 8th Thermal and Fluids Engineering Conference (TFEC), ASTFE, Paper # TFEC-2023-47412, p.703-707, College Park, MD, USA, March 26th-29th.
9. IAEA, International Atomic Energy Agency (2022). “Advances in small modular reactor technology developments”, Supplement to IAEA Advanced Reactors Information System (ARIS), <http://aris.iaea.org>, Vienna, Austria.
10. IAEA, International Atomic Energy Agency (2013). “DEEP 5 User Manual”, Vienna, Austria.
11. Silva, G.C.G.R., Lisboa, K.M., Naveira-Cotta, C.P., Jian, S., Cotta, R.M. (2022). Assessment of desalination via membrane distillation using low-grade waste heat in small modular reactors, ENCIT 2022, 19th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering, Paper # ENCIT2022-0670, pp.1-8, Bento Gonçalves, RS, Brazil, November 6th-10th.
12. Sampaio, P.A.B. (2022). Computational model and simulation of DCMD desalination systems with heat recovery. *Desalination*, Vol. 533, p.115769.
13. Sampaio, P. A. B., Alves, L. F. R., De Lourdes Moreira, M. (2022). Cogeneration of electricity and water using a small PWR of 75 MW(th) coupled to a DCMD desalination system with heat recovery, ENCIT 2022, 19th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering, Paper # ENCIT2022-0697, pp.1-10, Bento Gonçalves, RS, Brazil, November 6th-10th.
14. Silva, G.C.G.R., Jian, S., Cotta, R.M. (2023). Analysis of nuclear desalination using rejected and extracted heat in small modular reactor with membrane distillation, 27th International Congress of Mechanical Engineering, COBEM 2023, ABCM, Paper # COB-2023-2135, pp.1-10, Florianópolis, SC, Brazil, December 4th-8th (to appear).



## diversidade, equidade e inclusão: precisamos refletir, discutir e agir!



**Juliana Braga R. Loureiro**  
COPPE|UFRJ



**Aline Souza de Paula**  
UNB | Dir. Secretária ABCM  
Pres. Com. de Diversidade ABCM



**Marina Weyl Costa**  
UNIFESSPA

A Comissão de Diversidade da ABCM foi criada em 2022, motivada por estímulos recebidos da IUTAM, a União Internacional de Mecânica Teórica e Aplicada. Fundada em 1949, foram necessários 68 anos até que a IUTAM elegeu a sua primeira dirigente mulher, em 2016. A própria IUTAM possui uma baixa diversidade em sua composição, e este é um estado de afazeres que tem sido intensamente questionado em tempos recentes, interna e externamente. Políticas recentemente implementadas na IUTAM buscam alterar este panorama, quer na composição de seus membros, quer no convite a palestrantes convidados e no público de seus prestigiosos congressos e seminários.

Antes de prosseguir, eu gostaria de convidar os leitores a um momento de reflexão. Por que falar em diversidade, equidade e inclusão? Faz isso diferença nas nossas vidas? Por que essa recente ênfase global neste assunto?

### 1. considerações iniciais

O noticiário nacional e internacional nos traz informes cotidianos sobre a falta de diversidade, equidade e inclusão no mundo. É aceitável que, no século XXI, pessoas negras ainda sejam perseguidas e mortas em função da cor da sua pele ([1,2]? É aceitável que

um feminicídio ocorra a cada seis horas em nosso país [3]? É natural que adolescentes imigrantes sejam forçados a trabalhar [4]? E os números recordes de trabalho em situação análoga à escravidão [5]? É ainda razoável que diferenças sociais seculares sejam conservadas por nada?

Pode-se sempre argumentar que este é um problema mundial e que, individualmente, não podemos mudar este cenário. Que tudo isso não nos diz respeito. A reflexão que precisa ser feita é que mudanças começam a partir de cada um de nós, pequenas ou grandes. É preciso reconhecer que o silêncio, a indiferença e a inação sustentam a manutenção de ações discriminatórias de gênero, raça, crença, deficiência física, condição social, orientação sexual. Promover a diversidade, a equidade e a inclusão é ação fundamental na construção de uma sociedade mais civilizada, justa e igualitária, onde todos os indivíduos tenham as mesmas oportunidades e não sejam discriminados pela sua condição social, cor da pele, gênero ou crença religiosa.

Mais ainda; apesar dos enormes problemas globais que enfrentamos, todos pertencemos a comunidades bem definidas, mais restritas e de direta interação conosco. O que nos interessa interferir em grandes dimensões, se aqueles ao nosso redor não se beneficiam de nossos próprios atos? Se em nosso próprio entorno não fazemos uma diferença para melhor? Especificamente, o que fazemos em prol da nossa comunidade, daqueles próximos, que faça alguma diferença?

Um ponto crucial é entender como as diversas dimensões da atuação humana interagem entre si. Estão interligadas? Transferem propriedades e conceitos entre si? Em que sentido? Pequenas mudanças podem resultar em impactos globais? Grandes mudanças alteram as pequenas estruturas sociais? Como devemos agir? Que papel possuímos neste grande esquema da organização social, do convívio humano?

Dados de realidade indicam que ainda há muita tarefa a ser realizada. Uma linha de ação que se mostrou importante foi o estabelecimento de políticas afirmativas. No Brasil, a Lei de Cotas estabelecida em 2012 democratizou o acesso às salas de aulas das universidades brasileiras e transformou milhares de vidas. Entre 2013 e 2019, houve um aumento de 205% no ingresso de estudantes negros no ensino superior vindos de escolas públicas [8], o que permitiu a ascensão social de inúmeras famílias brasileiras. A recente renovação desta lei por mais dez anos mostra que sua adoção teve impactos positivos, mas que a sua manutenção ainda é necessária para

diminuir as desigualdades históricas que ainda persistem no seio da sociedade brasileira de negros, pardos, indígenas, quilombolas e pessoas com deficiência. Julgo desnecessário aqui pontuar que, muito possivelmente, cada um de nós experimentou nesses últimos anos experiências comoventes com estudantes de baixa renda. Estudantes que, com muito esforço e dedicação, atingiram níveis de instrução nunca experimentados antes por núcleos familiares inteiros.

A partir dos movimentos antirracistas de 2020 nos Estados Unidos [6], várias instituições ao redor do mundo passaram a se manifestar publicamente, assumindo compromissos em adotar ações afirmativas que apoiem e defendam a equidade, a diversidade e a inclusão.

No contexto das ciências, o *International Science Council* (ISC), publicou em seu site eletrônico em 2020 uma manifestação pelo combate ao racismo sistêmico e outras formas de discriminação. O ISC conclamou seus membros e parceiros internacionais a mesclar esforços e conduzir ações urgentes para:

- i. identificar a situação atual das formas de discriminação nas diversas áreas das ciências.
- ii. promover um diálogo global dentro e fora das instituições científicas.
- iii. avançar em passos concretos na direção de corrigir qualquer forma de discriminação em ciência, dando origem a um sistema internacional inclusivo e justo.

## 2. diversidade na IUTAM (International Union of Theoretical and Applied Mechanics)

### 2.1 abordagem inicial: análise do cenário

A IUTAM é uma das instituições afiliadas ao ISC. Na reunião anual da IUTAM em 2020, o tema de diversidade e inclusão foi trazido à discussão pela delegação americana. Com um amplo apoio, a Diretoria da IUTAM decidiu então estabelecer um grupo de trabalho para discutir diversidade (DWG - *Diversity Working Group*), considerando aspectos de distribuição geográfica, gênero, idade e área de conhecimento em engenharia (mecânica dos sólidos/mecânica dos fluidos):

Europa: Pilar Ariza | Espanha e Djimedo Kondo | França.

América do Norte: Marilyn Lightstone | Canada e Beverley McKeon | EUA.

Ásia: Hori Muneo | Japão e Xiaojing Zheng | China.

Hemisfério sul: Juliana Loureiro | Brasil e Ivan

Marusic | Austrália.

Este grupo enviou questionários aos países membros, incluída a ABCM. A partir das respostas obtidas e dos dados históricos recuperados, o DWG preparou um relatório sobre o cenário atual de diversidade na IUTAM. O conjunto de dados foi reunido a partir de informações disponíveis na página web da IUTAM, em seus relatórios anuais e no livro de acesso aberto “*IUTAM: A Short History*”, de Peter Eberhardt e Stephen Juhasz.

Os dados compilados consideraram os países representados na IUTAM, a nacionalidade dos membros com cargos executivos na diretoria e a nacionalidade dos outros membros conselheiros na diretoria.

Para a apresentação das informações foi utilizada a classificação comumente utilizada na IUTAM, que estabelece quatro regiões geográficas:

- i. Ásia, incluindo China, China-Hong Kong, China-Taipei, Índia, Japão, Coreia, Cingapura e Vietnã;
- ii. Europa, incluindo Armênia, Áustria, Bélgica, Bulgária, Croácia, República Checa, Dinamarca,

Estônia, Finlândia, França, Geórgia, Alemanha, Grécia, Hungria, Irlanda, Israel, Itália, Holanda, Noruega, Polônia, Portugal, Romênia, Rússia, Sérvia, Eslovênia, Espanha, Suécia, Suíça, Turquia, Reino Unido e Ucrânia;

- iii. América do Norte, incluindo Canadá, México e EUA; e iv) Restante do Mundo, incluindo Austrália, Brasil, Chile, Egito, Nova Zelândia, Arábia Saudita e África do Sul.

A composição da IUTAM garante que, do ponto de vista geográfico, ela seja intrinsecamente diversa. Atualmente a IUTAM abraça organizações de 49 países, distribuídas conforme a Tabela 1. Assim, pelos números apresentados, qualquer representação geográfica nos órgãos administrativos da IUTAM deve seguir uma regra simples de composição: Europa (50%), Ásia (25%), América do Norte e Resto do Mundo (25%).

Cada organização associada à IUTAM possui representantes com direito a voto na assembleia geral e pagam uma anuidade, conforme indicado na Tabela 1.



	Ásia	Europa	América do Norte	Restante do Mundo
<b>Número de países</b>	8 (17%)	31 (63%)	3 (6%)	7 (14%)
<b>Número de membros na Assembleia Geral</b>	19 (20%)	55 (59%)	10 (11%)	9 (10%)
<b>Anuidade</b>	34 (23%)	83 (56%)	21 (14%)	11 (7%)

Tabela 1 > Distribuição de países que integram a IUTAM.

No entanto, observou-se um claro desequilíbrio em algumas distribuições geográficas e alguns fatos chamam a atenção, dentre eles:

- i. Todos os secretários gerais foram europeus (de 9 países).
- ii. Todos os diretores executivos estiveram ligados a países europeus ou aos EUA. Os três principais países são EUA (10), Países Baixos (9) e Alemanha

(9). A Ásia nunca contribuiu com um diretor executivo.

- iii. Para os demais membros da diretoria, a situação não é muito distinta. A grande maioria das participações é europeia (56), seguida pela Ásia (12), EUA (6) e Restante do mundo (2).

A seguir, na Tabela 2, os dados mostram o número de mulheres por nação e região geográfica e os percentuais correspondentes disso.

Ano	Ásia	Europa	América do Norte	Restante do Mundo	Percentual
2020	1 (China)	2 (Espanha, Reino Unido)	3 (EUA(2), Canada(1))	2 (Brasil, Nova Zelândia)	8.6%
2018	1 (China)	2 (Espanha, Reino Unido)	3 (EUA(2), Canada(1))	2 (Brasil, Nova Zelândia)	9.4%
2016	0	1 (Espanha)	3 (EUA(2), Canada(1))	1 (Nova Zelândia)	6.1%
2014	0	2 (Rússia, Espanha)	2 (EUA, Canada)	0	4.5%
2012	0	1 (Rússia)	2 (EUA, Canada)	0	3.3%
2010	0	0	1 (Canada)	0	1.1%

Tabela 2 > Diversidade de gênero (mulheres) na Assembleia Geral da IUTAM.

Além disso, o número de mulheres em comissões organizadoras de congressos aumentou de 8,6% em 2004 para 29,4% em 2020.

A consulta às organizações afiliadas foi realizada em março de 2021. Dos 72 representantes das 49 organizações, somente 47 responderam, mostrando que o nível de importância para a diversidade varia de país para país e de organização para organização.

A maioria das organizações (50,9%) sinalizou que possui em sua estrutura uma declaração ou instância de apoio à diversidade. Contudo, ao serem questionados se a diversidade era um ponto considerado na indicação de seus membros para participação na Assembleia Geral da IUTAM, somente 34,5% consideram altamente relevante, enquanto 43,6% consideraram de importância moderada.

Por fim, o relatório do DWG teceu as seguintes recomendações:

Recomendações com efeito imediato:

- A IUTAM deve estabelecer um comitê permanente para questões de diversidade (8 pessoas).
- A IUTAM deve - com destaque em sua página na Internet - afirmar claramente seu compromisso com a diversidade.
- A IUTAM incentiva toda a sua comunidade a apresentar fortes indicações para prêmios, palestrantes da seção e membros da comissão do congresso com base no mérito científico/estatura e diversidade.

Recomendações com efeito de curto prazo:

- A próxima Diretoria, Painéis de Simpósios e Comissão Executiva das eleições do Comitê de Congresso em 2024 devem buscar aumentos significativos na diversidade entre os cargos disponíveis.
- A próxima eleição do Comitê de Congresso deve buscar aumentos significativos na diversidade entre os cargos disponíveis.
- Deseja-se que nos próximos anos a proporção de mulheres nos órgãos da IUTAM mantenha a tendência crescente já iniciada.

- É desejável que os Painéis de Simpósios adotem a diversidade como critério que será ponderado na determinação de quais simpósios serão selecionados.
- Todos os futuros simpósios da IUTAM devem afirmar o compromisso de levar em conta a diversidade e buscar a equidade na seleção dos palestrantes convidados.

O sucesso dessas recomendações dependerá fortemente da disposição das lideranças das organizações afiliadas à IUTAM em aumentar a diversidade em suas próprias instâncias de governança, gerando assim um conjunto de ações que consiga alcançar efeitos imediatos e de curto prazo.

Em suma, o DWG enfatizou que a promoção da diversidade contribui para o enriquecimento da dinâmica da comunidade, naturalmente refletida em muitas disciplinas científicas. A diversidade é a base para alcançar padrões acadêmicos e científicos mais elevados.

## 2.2 desdobramentos e ações adotadas

Na Assembleia Geral de Outubro de 2021 os participantes acolheram as recomendações do relatório do DWG (grupo de trabalho inicial).

Na reunião anual de 2022 foi criado o Grupo de Defesa da Diversidade (DAG - *Diversity Advocacy Group*), tendo sido aprovada uma resolução sobre o tema. O DAG compreende indivíduos dentro dos comitês da IUTAM que se reúnem periodicamente para dar atenção especial à diversidade.

A Resolução sobre Diversidade aprovada em 2022 é apresentada na íntegra abaixo:

- A IUTAM entende Diversidade como a gama de diferenças humanas, incluindo, mas não se limitando, a raça, sexo, idade, especialidade e representação geográfica. A IUTAM valoriza a diversidade como princípio estruturante para alcançar os objetivos básicos da IUTAM e manter os mais altos padrões em todas as suas atividades.
- A Assembleia Geral deseja estabelecer um Grupo de Defesa da Diversidade (DAG) sobre questões de diversidade, que seja composto por membros dos vários comitês da IUTAM e relatórios para a Diretoria e, assim, para a Assembleia Geral. A Assembleia Geral votará durante as reuniões realizadas nos ICTAMs sobre se o DAG deverá continuar ou não por mais 4 anos, com mudança em seus componentes a partir do dia 01 de novembro seguinte a cada ICTAM.
- Os pesquisadores em início de carreira devem

estar mais envolvidos na atividade organizacional da IUTAM e podem ser convidados a assistir, sem direito a voto, às reuniões particulares da Assembleia Geral, Comitê de Congressos, Comitê executivo do Comitê de Congressos e Diretoria, a fim de expressar suas ideias sobre o planejamento e os rumos futuros da IUTAM e atividades do ICTAM.

- A seguinte declaração será colocada no site da IUTAM: “Uma comunidade científica diversa e inclusiva, que reúne os mais diversos talentos, formações, perspectivas e experiências, maximiza a inovação científica e a criatividade. IUTAM procura defender os princípios de inclusão e diversidade, defender o exercício livre e responsável da ciência, promover oportunidades equitativas e opor-se a todas as formas de discriminação. Os objetivos da IUTAM são mais bem alcançados ao garantir que a diversidade e a inclusão sejam essenciais para seus membros e atividades.
- As Organizações Aderentes e Afiliadas da IUTAM são fortemente encorajadas a endossar a diversidade e buscar diversos candidatos para suas diversas atividades e cargos, incluindo aqueles que atuam como representantes na assembleia geral da IUTAM.
- A IUTAM buscará diversos candidatos para membros de seus comitês (Diretoria, Comitê de congressos, Painéis de simpósios) com o objetivo de alcançar uma composição que reflita a diversidade.
- Os simpósios IUTAM e os ICTAMs precisam abraçar a diversidade em sua escolha de palestrantes e em todos os aspectos de sua atividade. Por exemplo, a busca ativa de palestrantes e participantes de grupos sub-representados é fortemente encorajada, de acordo com a noção de que a IUTAM valoriza a diversidade. Os organizadores de Simpósios e de ICTAMs devem considerar formas criativas de atrair pesquisadores de alta qualidade, independentemente de idade, gênero e etnia.”

## 3. a criação da comissão especial de diversidade e inserção da ABCM

A ABCM acolheu e apoiou os pontos discutidos pela IUTAM e, em junho de 2022, criou a Comissão Especial de Diversidade e Inserção. A missão da CEDI é auxiliar a ABCM na realização de discussões e práticas para promover a inclusão em frentes que envolvem a representatividade de gênero, raça, faixa etária, geográfica e de áreas da engenharia.

Compõem a comissão as professoras Aline Souza de Paula (UnB, Região Centro-Oeste), Juliana Braga Rodrigues Loureiro (COPPE|UFRJ, Região Sudeste),

Marcia Mantelli (UFSC, Região Sul), Marina Weyl Costa (UNIFESSPA, Região Norte), Adriana Marques (IF, Região Sudeste), o professor Wanderley Amorim (UFMG, Região Nordeste) e a doutoranda Dijane dos Santos Ferreira (UFSC, Região Sul).

A Comissão produziu um relatório inicial que reflete o atual cenário da ABCM, com respeito aos seus membros ativos. O relatório é comentado abaixo.

Com respeito à composição das diretorias anteriores, a composição de mulheres entre os membros da direção é de cerca de 1%. Desde a sua fundação, a ABCM nunca elegeu uma mulher para a sua presidência.

Em termos da composição das diretorias por distribuição geográfica, conforme mostrado na Figura 1, cerca de 83,08% dos membros são da Região Sudeste (onde 62,31% são do Rio de Janeiro), a Região Sul contribui com 16,15% e somente 0,77% da Região Centro-Oeste.

Os conselhos da ABCM possuem em média 8% de mulheres. Considerando a distribuição geográfica, Fig. 1, o Sudeste lidera o número de conselheiros, com 73,88%, seguido pela Região Sul, com 12,69%. O Centro-Oeste responde por 8,21% dos membros dos conselhos, o Nordeste por 4,48% e o Norte somente por 0,75%.

Analisando os comitês organizadores dos eventos realizados entre 2022 e 2023, a participação das mulheres sobre para 29% e a Região Sul contribui com o maior percentual de realização de eventos, cerca de 35,21%. A Região Centro-Oeste, neste período, contribuiu com 30,99% dos eventos, seguida pelo Sudeste, com 26,76% e pelo Nordeste, com 7,04%.

Entre os membros associados adimplentes, considerando como referência o mês de maio de 2023, a ABCM possui mais membros da Região Sudeste, seguido por Sul, Centro-Oeste, Nordeste e, por último, a região Norte, com menos de um décimo do número de membros do Sudeste, conforme a Figura 1.

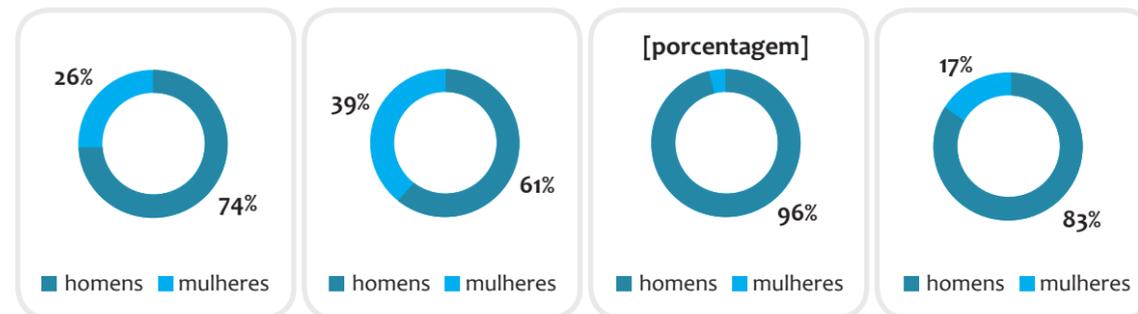


Figura 2 > Associados por categoria e gênero: a. Estudantes de graduação; b. Estudantes de pós-graduação; c. Professoras, professores e profissionais; d. Total.

O país tem cerca de 960 mil engenheiros cadastrados no Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA). Desses, cerca de 18% são mulheres. Embora bastante aquém quando se pensa em igualdade de gênero, esse percentual vem subindo. Dados do CONFEA mostram que, entre 2016 e 2018, o número de registro anual de mulheres cresceu 42%. [9]

Esse foi o primeiro relatório da Comissão Especial de Diversidade e Inserção da ABCM. Os membros se reúnem mensalmente para identificar as boas práticas adotadas por outras associações e discutir ações a serem implantadas no âmbito da ABCM.

Até o momento, as ações já concretizadas pela Comissão foram:

- Estabelecimento de cotas no PABIC 2023 (Programa ABCM de Bolsas de Iniciação Científica) para alunos(as) de instituições das regiões Norte, Nordeste ou Centro-Oeste, candidata mulher, cota social e cota racial;
- Criação do Informativo mensal da Comissão, com objetivo de apresentar exemplos de iniciativas voltadas à equidade de gênero, raça/etnia, orientação sexual, idade e outras existentes, promovidas por profissionais que atuam nas áreas de engenharia mecânica e afins pelo Brasil.

#### 4. Comentários finais

O ISC publicou em 2021 um relatório com o resultado de dois questionários enviados às 84 academias de ciências e 38 associações afiliadas [10]. Quando perguntado se a entidade (academia ou associação) possuía algum documento (por exemplo, estratégia, política ou regimento/estatuto) que mencionasse explicitamente a necessidade de maior participação das mulheres nas atividades da academia, 30 das 84 entidades (36%) responderam afirmativamente.

Vinte (24%) das 84 entidades responderam que elas ofertavam um prêmio “Mulheres na Ciência”. Das 84 entidades, 21 (25%) indicaram que, desde 2015, haviam publicado relatórios abordando especificamente questões relacionadas a mulheres ou gênero.

Com o intuito de criar uma coalisão pela igualdade de gênero nas ciências, em um nível mundial, este relatório do ISC propõe 10 recomendações. São elas sucintamente listadas abaixo.

**Recomendação 1:** ampliação da pesquisa. Propósito: cada país, cada estado, cada associação possui um cenário local que precisa ser analisado. O ISC propôs além disso uma ampliação da pesquisa para as agências de fomento.

**Recomendação 2:** análise da estrutura, ações e política organizacional relacionada à questão de gênero.

Propósito: análise dos diferentes modelos adotados, análise de como as instituições que adotaram estas políticas evoluíram e identificação de boas práticas.

**Recomendação 3:** desenvolvimento de um repositório central. Propósito: desenvolver potencial para estabelecer vínculos mais estreitos entre organizações e gerar oportunidades de aprender com as melhores práticas uns dos outros.

**Recomendação 4:** Incorporar especificidades regionais. Propósito: obter insights regionais e coordenar ações voltadas para um maior trabalho de defesa da diversidade e avançar na agenda de igualdade de gênero.

**Recomendação 5:** avançar com a ocupação de cargos de liderança.

Propósito: na pesquisa realizada, a participação média

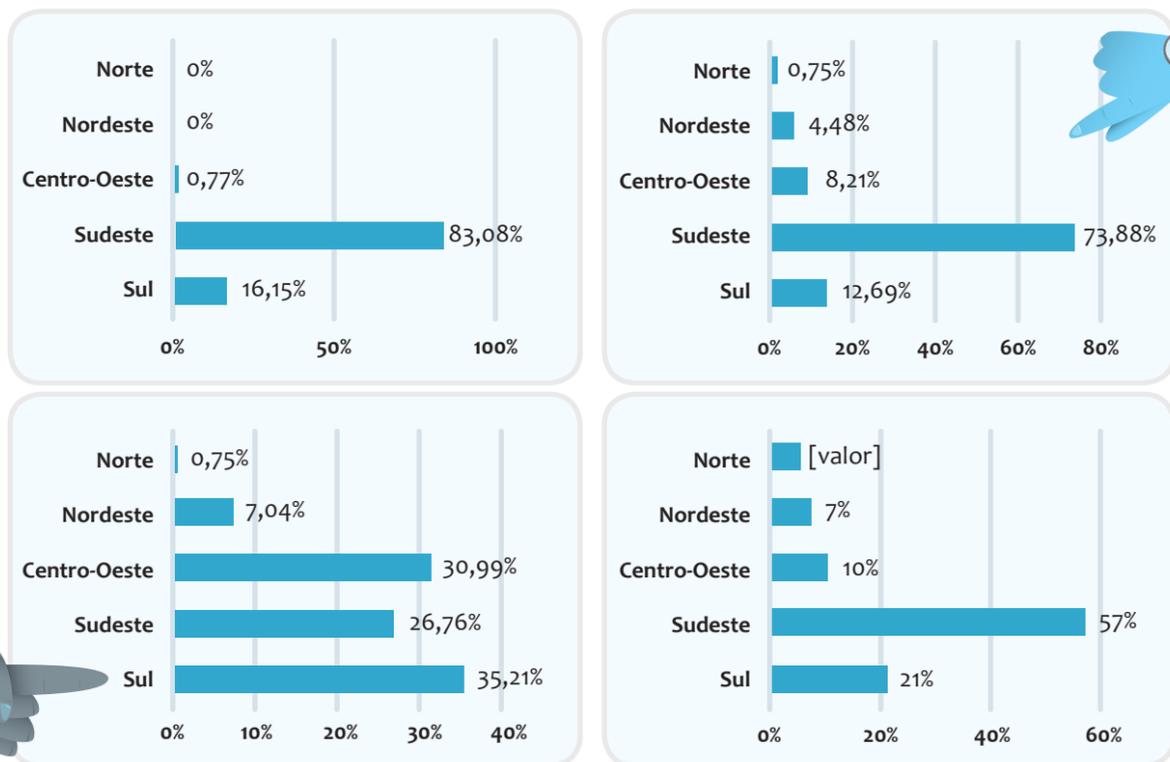


Figura 1 > Distribuição geográfica: a. Diretorias; b. Conselhos; c. Organizadores de Eventos (2022-2023) d. Membros adimplentes.

Com respeito à diversidade de gênero, a ABCM possui 17% de mulheres em sua composição. Considerando a classificação de membros por categoria, os dados mostram que temos 26% de alunas de graduação, 39% de alunas da pós-graduação, porém somente 4% de professoras e profissionais mulheres, conforme mostrado na Figura 2. Esta discrepância entre os números de estudantes e profissionais merece uma análise mais detalhada.

de mulheres em posições de liderança foi de 29% para academias e 37% para organizações disciplinares internacionais. Esse número ainda é baixo. A participação feminina deve aumentar para assegurar que a voz das mulheres seja considerada nas agendas das comunidades científicas.

**Recomendação 6:** considerar ações de diversidade e inclusão.

Propósito: o relatório do ISC explorou tópicos de diversidade e inclusão para avaliar os níveis de conscientização dessas questões. Conclui-se que é melhor seguir uma abordagem gradual, em que o foco na igualdade de gênero é projetado ao futuro abraçando a diversidade e a inclusão de forma mais geral.

**Recomendação 7:** Análise da relação de gênero com áreas das ciências.

Propósito: a engenharia mecânica, internacionalmente, é uma das áreas das ciências com menor presença feminina. É preciso desenvolver ações que desmistifiquem estereótipos e mostrar exemplos de engenheiras mecânicas de sucesso, ilustrando que esses espaços não são exclusivos do gênero masculino.

**Recomendação 8:** Estabelecer modelos de monitoramento e avaliação.

Propósito: relatórios regulares para obtenção de estatísticas relevantes de gênero devem ser apresentados em assembleias gerais anuais, para garantir que a transformação de gênero seja monitorada e o progresso das ações adotadas avaliado.

**Recomendação 9:** Identificação de lições aprendidas por outras associações.

**Recomendação 10:** mudar o foco dos percentuais para o conhecimento e a transformação institucional.

Propósito: a jornada de transformação de gênero das organizações científicas globais precisa ser mais do que apenas “números”, precisa se concentrar, além disso, na cultura institucional e na produção de conhecimento para garantir igualdade ao considerar as necessidades e perspectivas das mulheres e dos homens.

Não devemos prescindir do mérito acadêmico-científico em momento algum. O ponto central reside em apoiar os excluídos pela discriminação, para que tenham condições de desenvolver seus trabalhos com dignidade e qualidade.

Precisamos gerar exemplos para inspirar a juventude e criar sentimento de pertencimento, mostrando que posições de destaque podem ser ocupadas por pessoas competentes, independente de gênero,

raça, etnia ou opção sexual.

A discriminação é uma questão epistemológica: somente quem vivenciou situações de discriminação e preconceito sabem a dor, o sofrimento e os traumas psicológicos resultantes.

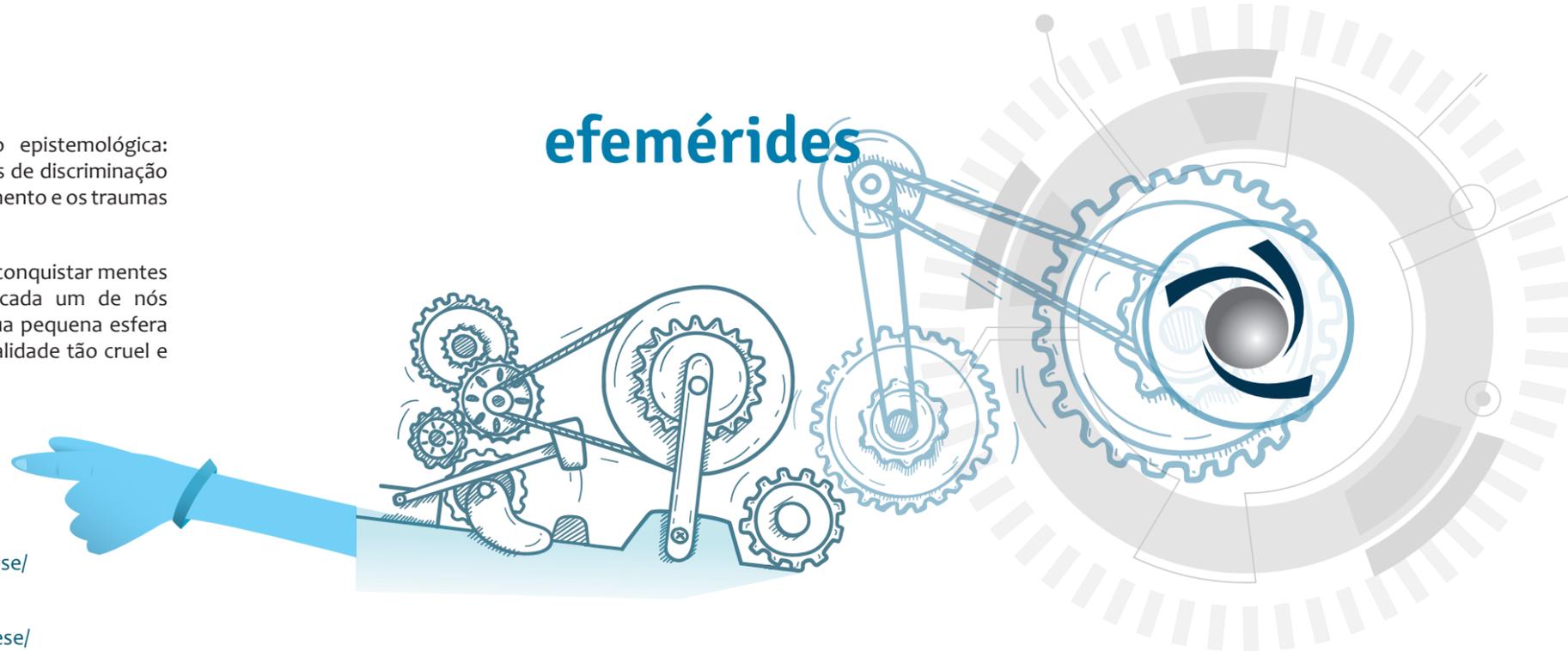
Precisamos falar sobre o assunto, conquistar mentes e arrebatando corações para que cada um de nós comece a agir hoje, mesmo em sua pequena esfera de ação, para transformar esta realidade tão cruel e destruidora.

Faça a sua parte!  
*faça a sua parte!*

### referências:

- [1] <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-57236428>
- [2] <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-55018001>
- [3] <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/afp/2023/03/08/brasil-registra-um-feminicidio-a-cada-seis-horas.htm>
- [4] <https://www.vermelho.org.br/2023/07/12/80-anos-depois-trabalho-infantil-volta-nos-eua/>
- [5] <https://g1.globo.com/trabalho-e-carreira/noticia/2023/03/21/brasil-resgatou-918-vitimas-de-trabalho-escravo-em-2023-registre-para-um-10-trimestre-em-15-anos.ghtml>
- [6] <https://www.uol.com.br/universa/noticias/redacao/2020/06/03/black-lives-matter-conheca-o-movimento-fundado-por-tres-mulheres.htm>
- [7] [Statement-on-comabting-systemic-racism-and-other-forms-of-discrimination\\_09.06.20.pdf](https://www.uol.com.br/universa/noticias/redacao/2020/06/03/black-lives-matter-conheca-o-movimento-fundado-por-tres-mulheres.htm)
- [8] Pesquisa “Avaliação das políticas de ação afirmativa no Ensino Superior no Brasil: resultados e desafios futuros”, realizada pelo Lepes|UFRJ (Laboratório de Estudos e Pesquisas em Educação Superior da Universidade Federal do Rio de Janeiro), em parceria com a organização Ação Educativa.
- [9] <http://www.brasilengenharia.com/portal/construcao/18625-cresce-participacao-feminina-na-engenharia-mas-preconceito-ainda-existe>
- [10] Gender Equality in Science: Inclusion and Participation of Women in Global Science Organizations. Results of two global surveys. 2021. ISBN: 9788894405446

## efemérides



### dezembro de 2022

Prof. Gherhardt Ribatski é nomeado Coordenador da Área Engenharias III da CAPES para o quadriênio 2021-2024

O Prof. Gherhardt Ribastki, da EESC|USP, ex-Presidente da ABCM, foi designado, pela Presidente da CAPES, para exercer a função de coordenador da área Engenharias III no quadriênio 2021-2024.

A designação dos novos coordenadores de área foi feita por meio da Portaria nº 265, de 25 de novembro de 2022, publicada no DOU no dia 28/11/2022.

O Prof. Ribatski já vem exercendo a função de coordenador da área Engenharias III, tendo conduzido o processo de avaliação do quadriênio 2017-2021, dando continuidade ao trabalho coordenado pelo Prof. Edgar N. Mamiya.

### janeiro de 2023

Diretoria da ABCM repudia crimes contra a democracia

A Diretoria da Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas - ABCM junta-se a outros segmentos da sociedade brasileira para veementemente repudiar os atos antidemocráticos que vêm sendo perpetrados por grupos radicais nos últimos meses, e que culminaram com as

criminosas invasão e depredação das sedes dos três poderes da República, na Capital Federal, no dia 8 de janeiro de 2023.

### março de 2023

Falece em 6 de março o Prof. Richard J. Goldstein em Minneapolis aos 94 anos



Um renomado engenheiro mecânico e acadêmico, as contribuições de Richard Goldstein para técnicas

de medição de transferência de calor e resfriamento de filme levaram a uma maior eficiência em turbinas a gás e muitos outros sistemas térmicos. Sua paixão por engenharia e educação forneceu energia e inspiração a pesquisadores e estudantes ao longo de sua vida.

Goldstein recebeu seu B.S. em Engenharia Mecânica pela *Cornell University* (1948) e completou seu M.S. em Engenharia Mecânica (1950) e Física (1951) pela Universidade de Minnesota. Nesse mesmo ano, ingressou no *Oak Ridge National Laboratory* como Engenheiro de Desenvolvimento, servindo posteriormente no Exército dos EUA como primeiro-tenente por dois anos. Em 1956, voltou para a Universidade de Minnesota onde recebeu seu Ph.D. em Engenharia Mecânica, juntando-se ao corpo docente da Universidade em 1961. Richard Goldstein atuou como professor, pesquisador e chefe de departamento nos anos seguintes e foi nomeado Professor Emérito James J. Ryan e Regents do Laboratório de Transferência de Calor no departamento de engenharia mecânica. Fonte: *Obituary for Dr. Richard J. Goldstein* ([m.startribune.com/obituaries/detail/0000452169/?fullname=dr-richard-j-goldstein](https://m.startribune.com/obituaries/detail/0000452169/?fullname=dr-richard-j-goldstein)).

## abril de 2023

### A ABCM comemora seus 48 anos

Originalmente denominada Associação Brasileira de Ciências Mecânicas, a ABCM foi fundada em 19 de abril de 1975 por visionários que acreditavam que o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro deveria ser baseado em uma visão científica da Engenharia Mecânica, tendo-se adotado o lema: “**por uma Sociedade melhor**”. Sua criação teve como objetivo congrega professores, pesquisadores e engenheiros interessados em Ciências Mecânicas.

Em seus 48 anos, a atuação da ABCM tem-se destacado pela difusão de conhecimento através de nossos eventos, o reconhecimento da qualidade dos trabalhos técnico-científicos de alunos, professores e profissionais por meio de nossas premiações, a aquisição de sua sede própria na cidade do Rio de Janeiro, a publicação de periódicos, livros com selo ABCM e séries

temáticas, e o Programa de Bolsas de Iniciação Científica.

### Programa de Bolsa de Iniciação Científica da ABCM|PABIC > edição 2023

Foram apresentadas 24 candidaturas para o Programa de Bolsas de Iniciação Científica da ABCM, neste quinto ano de edição.

Foram contemplados com bolsa, em ordem alfabética, incluindo as bolsas de ampla concorrência e as de ações afirmativas foram os candidatos:

1. Aluna: Eduarda Bordignon Atuatti  
Orientador: Thiago André Carniel  
Instituição: Unochapecó
2. Aluno: Guilherme da Silva Araujo  
Orientadora: Marina Weyl Costa  
Instituição: UNIFESSPA
3. Aluno: Lucas Alberto de Oliveira Teixeira  
Orientador: Diogo Elias da Vinha Andrade  
Instituição: UFRGS
4. Aluna: Nandara da Silva Alves  
Orientador: André Rocha Pimenta  
Instituição: IFRJ
5. Aluno: Raone Matias Batista  
Orientador: José Aguiar dos Santos Junior  
Instituição: UFS
6. Aluno: Sérgio Noal Alves  
Orientadora: Natália de Freitas Daudt  
Instituição: UFSM
7. Aluno: Victor Naveira Figueiredo  
Orientador: Kleber Marques Lisbôa  
Instituição: UFF
8. Aluno: Vinicius Souza de Jesus  
Orientador: Paulo Vinicius Trevizoli  
Instituição: UFMG
9. Aluno: Yang Torres Harduim Franco  
Orientador: Lucas Lisbôa Vignoli  
Instituição: UFRJ

O Comitê Avaliador foi composto por:

1. Aline Souza de Paula | Professora da UnB
2. Americo Cunha Jr. | Professor da UERJ
3. Juliana Braga Rodrigues Loureiro | Profa. da UFRJ

## maio de 2023

### Prof. Renato Cotta premiado com a Medalha Luikov



O Professor Renato Machado Cotta foi premiado pelo *International Centre for Heat and Mass Transfer* (IHCT) recebendo a premiação em agosto durante a 17<sup>th</sup> *International Heat Transfer Conference* em Cape Town na África do Sul.

Os premiados com a Medalha Luitkov recebem essa honraria por suas notáveis contribuições para a ciência e arte da transferência de calor e massa.

A denominação Medalha Luikov é em homenagem ao Professor Alexey Vasilievich Luikov, que foi Diretor do *Institute of Heat and Mass Transfer* da antiga União Soviética, em Minsk, falecido em 1974.

## agosto 2023

### Eleições de presidente e vice-presidente da ABCM Jovem

Para a Gestão Nacional ABCM Jovem 2023-2024, foram eleitos:

**Presidente:** José Willian Leal De Araújo (UFPI)

**Vice-Presidente:** Luana Pereira Santos Vicente (UFPI)

### Resultado do Prêmio ABCM - PIPELINEBRAZIL (Edital 2022):

O Prêmio contou com a participação de 08 Dissertações de Mestrado de elevado nível técnico-científico, produzidas em diferentes estados do Brasil.

Os trabalhos foram avaliados segundo os critérios explicitados no Edital de 2022, ou seja, qualidade técnica, inovação e aplicação (impacto na área de pipeline).

### Melhor Dissertação de Mestrado

**Vencedor:** “Escoamento de Biocombustível com Cavitação em Dutos”, de autoria de Elias do Carmo Dias, da COPPE|UFRJ.

**Orientador:** Helcio Rangel Barreto Orlande.

O trabalho premiado desenvolveu um código computacional para a simulação de escoamentos transientes com cavitação em dutos. As simulações foram verificadas a partir de resultados disponíveis na literatura e através de experimentos realizados pelo autor. Trata-se de um trabalho técnico-científico atual e relevante, com potencial de aplicação na área de *pipeline*.

### Falece em Austin, Texas, no dia 27, o Prof. John Tinsley Oden



[oden.utexas.edu/people/directory/J.-Tinsley-Oden/](https://oden.utexas.edu/people/directory/J.-Tinsley-Oden/)

Um dos fundadores da mecânica computacional moderna, era uma figura de grande destaque na comunidade de métodos numéricos e computacionais, com contribuições notáveis no desenvolvimento do método dos elementos finitos.

# eventos ABCM 2024

ENEBI 2024  
Encontro Nacional de Engenharia Biomecânica



informação: [eventos.abcm.org.br/enebi2024/](https://eventos.abcm.org.br/enebi2024/)  
local: Gramado, Rio Grande do Sul  
data: 03 a 06 de junho de 2024

CONEM 2024  
Congresso Nacional de Engenharia Mecânica



informação: [eventos.abcm.org.br/conem2024/](https://eventos.abcm.org.br/conem2024/)  
local: Universidade Federal do Rio Grande do Norte | UFRN  
data: 29 de julho a 02 de agosto de 2024

EPTT 2024  
Escola de Primavera de Transição e Turbulência



local: UNESP de São João de Boa Vista, São Paulo  
data: 23 a 27 de setembro de 2024

ENCIT 2024  
Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering



cidade: Foz do Iguaçu, Paraná  
data: 10 a 14 de novembro de 2024

## Outros eventos apoiados pela ABCM

ICIPE 2024  
11<sup>th</sup> International Conference on Inverse Problems in Engineering: Theory and Practice



informação: [icipe2024.org](https://icipe2024.org)  
local: Atlântico Búzios Convention & Resort > Búzios, Rio de Janeiro  
data: 23 a 28 de junho de 2024

FIV2024: FSI<sup>2</sup> & FIV + N, the 10<sup>th</sup> International Symposium on Fluid-Structures Interaction, Fluid-Sound Interactions, Flow-Induced Vibration, and Noise



FIV2024: FSI<sup>2</sup> & FIV+N  
10th International Symposium on Fluid-Structure Interactions, Flow-Sound Interactions, Flow-Induced Vibration & Noise

informação: [fiv2024.com](https://fiv2024.com)  
local: Recanto Cataratas Thermas Resort & Convention > Foz do Iguaçu, Paraná  
data: 2 a 5 de julho de 2024

# Expediente

**Revista ABCM Engenharia**  
publicação impressa | ISSN 2237-9851  
**Volume 26, número 1, 2023**

**Editoria da Revista ABCM Engenharia**  
Sergio Viçosa Möller, Editor  
[svmoller@ufrgs.br](mailto:svmoller@ufrgs.br)

A Revista **ABCM** Engenharia é uma publicação da Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas - **ABCM** que visa informar seus membros sobre atividades promovidas pela associação e notícias de interesse geral e ampliar a comunicação entre a Diretoria, o Comitê Editorial, os Comitês Técnico-Científicos e os associados.

## Diretoria e Conselho Deliberativo

A Direção da Associação é composta pela Diretoria e pelo Conselho. Estes órgãos colegiados são constituídos por representantes dos membros da **ABCM**, eleitos por um período de dois e quatro anos, respectivamente.

## Secretária Executiva

Débora Estrella  
Praça Tiradentes, 10|9º andar - Centro  
20060-070 - Rio de Janeiro - RJ  
fone: (0 xx 21) 2221 0438 | (0 xx 21) 2509 7128  
WhatsApp: (0 xx 21) 98985-6292  
[abcm@abcm.org.br](mailto:abcm@abcm.org.br)  
<http://www.abcm.org.br>

## Diretoria Biênio 2021-2023

Prof. Domingos Alves Rade > ITA  
Presidente  
Prof. Amir Antônio Martins de Oliveira Jr. > UFSC  
Vice Presidente  
Prof. Francis Henrique Ramos França > UFRGS  
Diretor Técnico-Científico  
Profa. Aline Souza de Paula > UnB  
Diretora Secretária  
Prof. Fabio Toshio Kanizawa > UNICAMP  
Diretor Tesoureiro

## Conselho 2020/2023

Efetivos  
Katia Luchesi Cavalca Dedini > UNICAMP  
Edgar Nobuo Mamyia > UnB  
Elaine Maria Cardoso > UNESP

Samuel da Silva > UNESP  
Mario Lott Guimarães Filho > BOEING

Suplentes  
Adriano Fagali de Souza > UFSC  
Alex Alisson Bandeira Santos > SENAI

## Mandato 2021 > 2025

Efetivos  
Carolina Palma Naveira Cotta > COPPE|UFRJ  
Américo B. da Cunha Jr. > UERJ  
Luis Mauro Moura > PUC|PR  
Simone dos Santos Hoefel > UFPI  
Marcelino Guedes Gomes > PIPELINE BRAZIL

Suplentes  
Celso K. Morooka > UNICAMP  
Fernando Marcelo Pereira > UFRGS

## Representante dos Discentes no Conselho Mandato 2021 > 2023

Victor Eduardo Corte Baptistella  
representante dos alunos > EESC

## Comissões permanentes

Admissão  
Fabio Toshio Kanizawa > UNICAMP  
Sergio Viçosa Möller > UFRGS  
Katia Luchesi Cavalca Dedini > UNICAMP

Ciência e Tecnologia  
Francis Henrique Ramos França > UFRGS  
José Roberto de França Arruda > UNICAMP  
Helcio Rangel Barreto Orlande > UFRJ

Divulgação e Publicações  
Aline Souza de Paula > UnB  
Leonardo Santos de Brito Alves > UFF  
Samuel da Silva > UNESP

Ensino e Difusão de Pesquisa  
Amir Antônio Martins de Oliveira Júnior > UFSC  
André Luiz Tenório Rezende > IME  
Maíra Martins da Silva > USP|SC  
Pedro Teixeira Lacava > ITA  
Victor Eduardo Corte Baptistella  
representante dos alunos > EESC

Intercâmbio Institucional  
Francis Henrique Ramos França > UFRGS

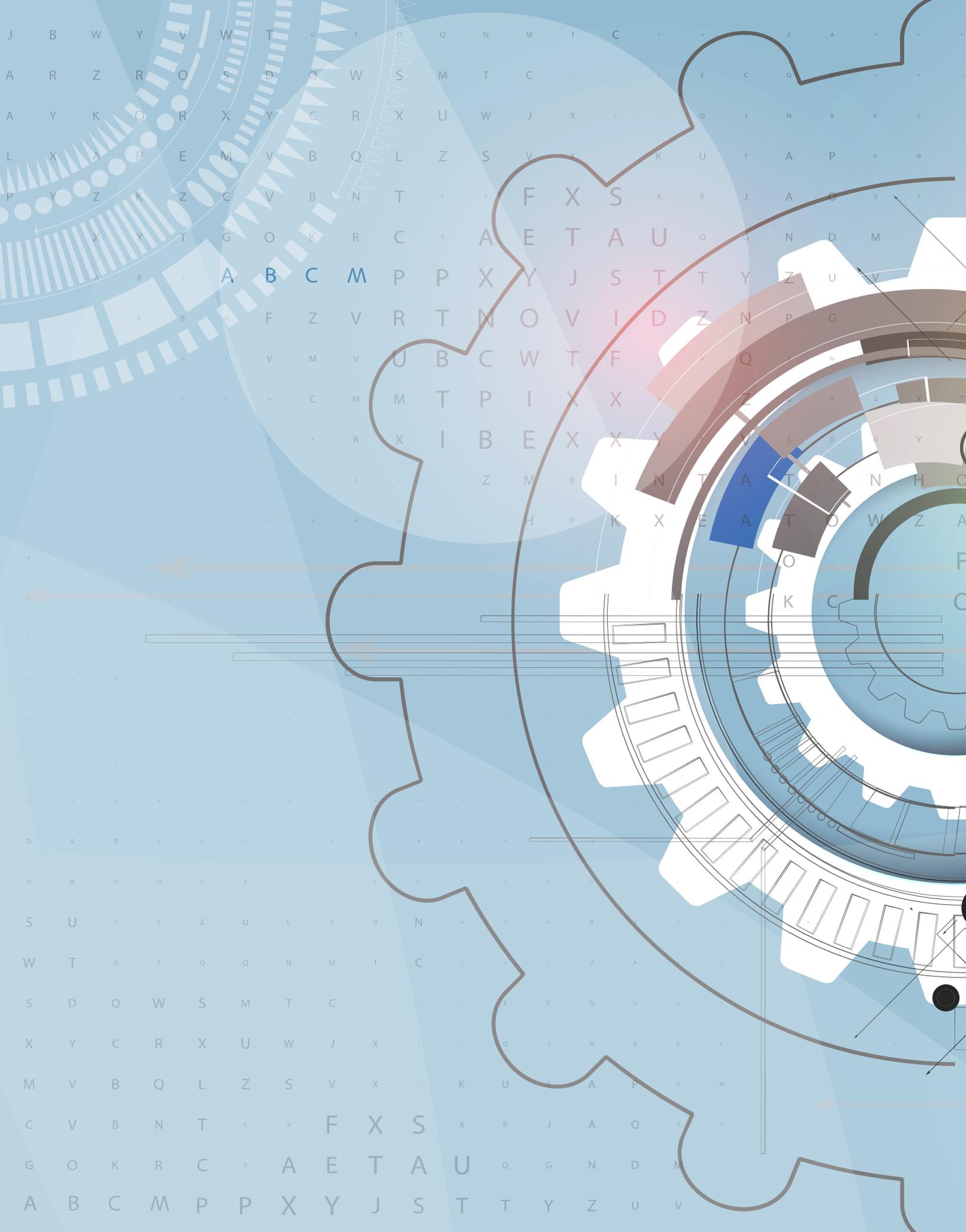
João Luiz Filgueiras de Azevedo > ITA  
Renato Machado Cotta > UFRJ

Divulgação e Publicações  
Aline Souza de Paula > UnB  
Juliana Loureiro > COPPE|UFRJ  
Marcia Mantelli > UFSC  
Marina Weyl > UNIFESSPA  
Wanderley Amorim > UFCG  
Adriana Marques > IFSP

**Projeto Gráfico**  
JG música e design  
[adageisa4@gmail.com](mailto:adageisa4@gmail.com)

**vetores:**  
banco de imagens:  
freepik | shutterstock





J B W Y V W T G T O Q N M I C x A Z A \* \* \*  
A R Z R O S D Q W S M T C \* \* \* E C Q U \* \* \*  
A Y K Q R X Y C R X U W J X \* \* \* Q J N B K C  
L X A P E M V B Q L Z S V X \* \* \* K U T A P P W  
P Y Z K Z C V B N T c v F X S X P J A O x T  
X Y T G O K R C x A E T A U Q G N D M  
A B J A B C M P P X Y J S T T Y Z U V  
K B M F Z V R T N O V I D Z N P G  
V M V U B C W T F Q Y M  
W C M M T P I X X Y L Z S D D Y  
R X I B E X X Y V S D D Y  
Z M B I N T A T O N H O  
H P K X E A T O W Z A  
O B X A T O W Z A  
F  
C  
D S R \* \* \* e \* \* \* x \* \* \*  
N W O O \* \* \* v \* \* \* p \* \* \* x \* \* \*  
S U c v z q l y q n w c \* \* \* B Y \* \* \*  
W T G T O Q N M I C x A Z A \* \* \*  
S D Q W S M T C \* \* \* E C Q U \* \* \*  
X Y C R X U W J X \* \* \* Q J N B K C  
M V B Q L Z S V X \* \* \* K U A P P W  
C V B N T c v F X S X P J A O x T  
G O K R C x A E T A U Q G N D M  
A B C M P P X Y J S T T Y Z U V