

**Palavras do Presidente**  
Domingos Alves Rade

**Nosso tributo a**  
**Arthur P. Ripper Neto**  
Agamenon de Oliveira

**Arthur Ripper e Leonardo Goldstein:**  
**curtas reminiscências**  
Átila Pantaleão da Silva Freire

**COBEM 2021**  
**Mechanical Engineering**  
**Tailoring the Future**  
Henrique Simas  
Amir Antônio M. De Oliveira Jr.  
Sergio Luiz Gargioni

**ABCeM > O Vídeo**  
Sergio Viçosa Möller

**KERS-Wee: Projeto de uma empresa**  
**brasileira de mobilidade sustentável e**  
**do desenvolvimento de um veículo**  
**elétrico inteligente brasileiro**  
Carlos Eduardo Momblanch da Motta  
Reginaldo Ferreira Santos

**Grafeno e suas diversas aplicações:**  
**exemplos e novas possibilidades**  
Rogério Valentim Gelamo  
Jeferson Aparecido Moreto  
Raphael Lima de Paiva  
Rosemar Batista da Silva

**Inteligência Artificial:**  
**O que é e para que serve**  
André Carlos P. L. F. de Carvalho

**Perspectivas da Energia**  
**Eólica Offshore no Brasil**  
Jussara M. Leite Mattuella  
Adriane Prisco Petry

**Avaliação Quadrienal CAPES**  
**2017-2020 dos PPGs da**  
**Área de Engenharias III**  
Gherhardt Ribatski  
Luiz Felipe Scavarda  
Leandro Alcoforado Sphaier

**Efemérides**

**Eventos ABCeM**

**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.

Ao chegar ao final de 2022, podemos contemplá-lo como um ano de muitas realizações propiciadas por, finalmente, podermos respirar com o final da pandemia da COVID-19. 2022 foi um ano que nos permitiu a saída do mundo



virtual e a volta ao mundo presencial. Voltamos às nossas atividades acadêmicas e profissionais e aos nossos congressos.

No entanto, 2022 foi, para a ABCM e para a ciência brasileira, um ano de perdas humanas, a nível nacional e, para nós, a perda de colegas, inclusive de um ex-Presidente, o Prof. Arthur Palmeira Ripper Neto, Presidente da ABCM nos biênios 1992-1993 e 1994-1995.

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 seguir, o Prof. Agamenon de Oliveira conta um pouco da história do Prof. Ripper e sua experiência de trabalhar ao seu lado. Já o Prof. Atila Freire, estende a sua homenagem ao Prof. Ripper ao Prof. Leonardo Goldstein, em um texto igualmente pessoal. A perda de ambos, Leonardo Goldstein em 2015, deixa lacunas na história da ABCM.

Marco importante de nossa história, o 1º Simpósio Nacional de Engenharia Mecânica, realizado na UFSC em 1971, em Florianópolis, organizado pelo Prof. Caspar Erich Stemmer, teve seu 50º aniversário celebrado por ocasião do COBEM 2021. Os Prof. Henrique Simas, Amir Antônio Martins de Oliveira Jr. e Sérgio Luiz Gargioni fazem um relato do principal evento ABCM, realizado *on-line* nos dias 22 a 26 de novembro. Inicialmente concebido para ser presencial, a prudência levou a Comissão Organizadora a realizá-lo de forma remota, cheio de soluções inovadoras. Na abertura do COBEM 2021, foi apresentado o vídeo "ABCM - Da Fundação à Consolidação", com depoimentos dos presidentes da ABCM dos primeiros 25 anos de sua história.

Faço uma pequena narrativa no artigo que se segue ao texto do COBEM, desde a concepção até a apresentação do vídeo.

Saindo da esfera da ABCM, encontrei, por acaso, um grupo ligado à UNIOESTE que está desenvolvendo um carro elétrico urbano. Carlos Eduardo Momb Blanch da Motta, empresário e Reginaldo Ferreira Santos, professor, ambos engenheiros, nos contam a história do desenvolvimento deste pequeno e simpático automóvel, chamado KERS-Wee.

Depois, o Prof. Rogério Gelamo nos apresenta um texto sobre o grafeno, formado por uma estrutura hexagonal de carbono com 0,35 nanômetros de espessura, mostrando as perspectivas e desafios das aplicações deste material na indústria.

Em 1968, Stanley Kubrick nos brindou com o extraordinário filme "2001: Uma Odisseia no Espaço". Escrito em parceria com Arthur Clarke, o filme apresenta o computador HAL9000, capaz de conversar e interagir com os astronautas da nave *Discovery One*, a caminho de Júpiter. Para emular o pensamento humano e se expressar tal qual humanos, sua característica principal era a inteligência artificial, objeto de outros filmes e livro posteriores, como "AI: Inteligência Artificial", de Steven Spielberg, lançado, coincidentemente em 2001. Mas o que é inteligência artificial? O Prof. André Carvalho do ICMC|USP nos explica, contando um pouco da história da inteligência artificial, suas aplicações e perspectivas.

Fronteira pouco explorada em nosso planeta, os oceanos, com sua imensidão, trazem para nós a perspectiva da utilização de seus espaços para a geração de energia. Diariamente, a imprensa nos traz notícias sobre a instalação de aerogeradores no mar, fixos ao leito do oceano ou flutuando sobre lâminas d'água profundas. No Brasil temos hoje quatro grandes áreas nas costas do Nordeste, Espírito Santo e Rio Grande do Sul em licenciamento no IBAMA para esse fim. A questão é: vale a pena? A Profa. Adriane Petry e a pesquisadora Jussara Matuella apresentam o cenário mundial e algumas respostas e perspectivas em nosso país.

Todos acompanhamos as marchas e contramarchas da avaliação CAPES da pós-graduação desde o ano passado, marcada pela renúncia da comissão de avaliação das Engenharias III (e de outras comissões de avaliação). A escolha do Prof. Gherhardt Ribatski como novo Coordenador resultou de uma consulta promovida após ação marcante das Diretorias da ABCM e da ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção), contada no artigo 'Palavras do Presidente'. O Prof. Ribatski nos conta o processo de avaliação quadrienal 2017-2020, enfim realizado em 2022, as dificuldades e desafios.

Encerramos esta Edição como sempre com as Efemérides, bastante tristes este ano, com a perda de pessoas queridas, Eventos ABCM 2023 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 e, em especial à família Ripper, na pessoa da Sra. Cristina Ripper, pelas fotos e pela narrativa preciosa sobre o Prof. Arthur Ripper.

Aproveitem a leitura.

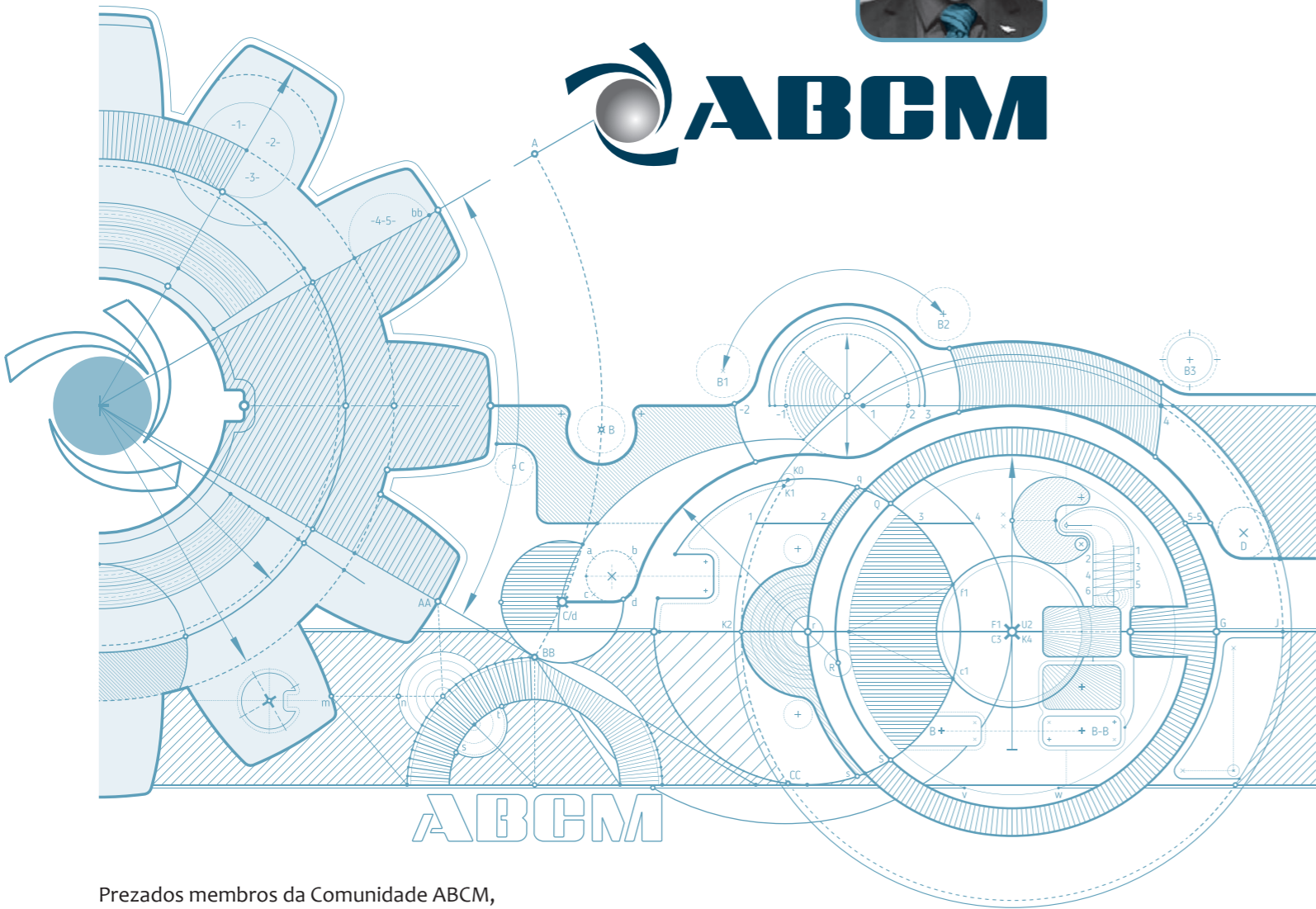
Esta Edição é dedicada à memória do Prof. Arthur Palmeira Ripper Neto.

## sumário

<b>Editorial</b> Sergio Viçosa Möller	<b>01</b>
<b>Palavras do Presidente</b> Domingos Alves Rade	<b>04</b>
<b>Nosso tributo a Arthur Palmeira Ripper Neto (1934-2022)</b> Agamenon R. E. Oliveira	<b>10</b>
<b>Arthur Ripper e Leonardo Goldstein: curtas reminiscências</b> Átila Pantaleão da Silva Freire	<b>12</b>
<b>COBEM 2021   Mechanical Engineering   Tailoring the Future</b> Henrique Simas Amir Antônio Martins De Oliveira Jr. Sergio Luiz Gargioni	<b>15</b>
<b>ABCM &gt; O Vídeo</b> Sergio Viçosa Möller	<b>24</b>
<b>KERS-Wee: Projeto de uma empresa brasileira de mobilidade sustentável e do desenvolvimento de um veículo elétrico inteligente brasileiro</b> Carlos Eduardo Momb Blanch da Motta Reginaldo Ferreira Santos	<b>27</b>
<b>Grafeno e suas diversas aplicações: exemplos e novas possibilidades</b> Rogério Valentim Gelamo Jeferson Aparecido Moreto Raphael Lima de Paiva Rosemar Batista da Silva	<b>32</b>
<b>Inteligência Artificial: O que é e para que serve</b> André Carlos Ponce de Leon Ferreira de Carvalho	<b>41</b>
<b>Perspectivas da Energia Eólica Offshore no Brasil</b> Jussara M. Leite Mattuella Adriane Prisco Petry	<b>48</b>
<b>Avaliação Quadrienal CAPES 2017-2020 dos PPGs da Área de Engenharias III</b> Gherhardt Ribatski Luiz Felipe Scavarda Leandro Alcoforado Sphaier	<b>58</b>
<b>Efemérides</b>	<b>62</b>
<b>Eventos ABCM 2023</b>	<b>67</b>
<b>Expediente</b>	<b>68</b>

# Palavras do presidente

Domingos Alves Rade > Presidente da ABCM > gestão 2022-2023



Prezados membros da Comunidade ABCM,

A Diretoria da ABCM, com mandato para o biênio 2022-2023, tomou posse durante sessão da Assembleia, realizada virtualmente no dia 25 de novembro de 2021, durante o COBEM 2021. Antes mesmo do recesso de fim de ano, a Diretoria iniciou efetivamente seus trabalhos, realizando sua primeira reunião presencial no dia 10 de dezembro de 2021, na nova sede, na Praça Tiradentes, no Rio de Janeiro.

O ano 2022 vem sendo marcado por duas condições que, tanto positiva quanto negativamente, impactam a sociedade brasileira em geral e, em particular, a comunidade científica. Primeiramente, graças à vacinação em massa da população, está havendo a progressiva suspensão das restrições sanitárias impostas pela pandemia de COVID-19, o que vem permitindo a retomada de atividades presenciais.

No âmbito da ABCM, este fato ensejou o retorno ao trabalho em regime híbrido dos três servidores da sede, Débora Estrella, Vinicius Duarte Gonçalves e Pedro Palma, que atendem as diversas demandas, tanto presencialmente quanto remotamente. Foi também possível a realização presencial de dois eventos neste ano (CREEM e CONEM), embora houvesse, nas primeiras etapas da organização desses eventos, incerteza quanto à possibilidade de sua realização na modalidade presencial. Dadas as circunstâncias sanitárias atuais, planeja-se que os próximos eventos sejam realizados em modalidade presencial.

É importante destacar que a pandemia de COVID-19 provocou a adaptação da comunidade aos eventos na modalidade virtual, em grande parte favorecida pelo aperfeiçoamento de plataformas de comunicação adequadas para esta finalidade. Um benefício decorrente é a possibilidade de redução dos custos de organização dos eventos e, em consequência, de se praticarem valores de taxas de inscrição mais baixos, sem comprometimento da viabilidade financeira dos eventos. Por outro lado, é prevalente na comunidade a percepção de que os eventos virtuais, por óbvio, não permitem o desejável contato direto entre os participantes, fato que reduz os benefícios científicos e de interação social, e serve de incentivo à realização dos próximos eventos na modalidade presencial.

Outros fatores marcantes têm sido a inflação elevada e as preocupantes dificuldades financeiras por que passam as universidades federais brasileiras, especialmente os programas de pós-graduação, que muitas vezes dificultam ou inviabilizam a participação de docentes-pesquisadores e estudantes em eventos científicos.

No cenário acima descrito, a ABCM mantém-se muito ativa. Apresentamos, a seguir, o relato dos principais acontecimentos havidos no decorrer do presente ano, no âmbito de nossa Associação, bem como as principais ações em curso.

## Nossos eventos

No período de 22 a 26 de novembro de 2021, tivemos o 26<sup>th</sup> *International Congress of Mechanical Engineering* > COBEM 2021, realizado em formato virtual sob responsabilidade da Comissão Organizadora formada por colegas do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, presidida pelos Profs. Sergio Luiz Gargioni e Henrique Simas. Durante o evento, foi entregue o Prêmio Prof. Leonardo Golstein Jr., Edição 2021, ao Prof. Rubens Sampaio Filho, que esteve presencialmente no estúdio do

evento em Florianópolis. As candidaturas ao prêmio foram avaliadas por comissão presidida pelo então Diretor Técnico-Científico da ABCM, Prof. Domingos Alves Rade. Foram também entregues os prêmios ABCM|EMBRAER 2020 nas modalidades Trabalho de Graduação, Dissertação de Mestrado e Tese de Doutorado. A avaliação dos trabalhos foi realizada por comissão presidida pelo Prof. João Luiz Filgueiras de Azevedo, que contou com apoio de extenso corpo de consultores formado por membros da ABCM.

A Diretoria da ABCM agradece a todos que contribuíram na organização do COBEM 2023, incluindo os 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 participaram das comissões julgadoras dos dois prêmios mencionados. Agradece também aos patrocinadores do evento e do Prêmio ABCM|EMBRAER.

O XXVIII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica > CREEM 2022 foi realizado presencialmente no período de 9 a 13 de maio de 2022, na Universidade Federal de Santa Maria, com comissão organizadora presidida pela acadêmica Gabriela Bonugli, e tutoria do Prof. Giuliano Demarco. O Presidente da ABCM esteve presente na sessão de abertura do evento, que foi o primeiro realizado em formato totalmente presencial após a pandemia de COVID-19. O evento foi muito bem-sucedido, tendo o número de participantes excedido as expectativas.

A Diretoria da ABCM agradece aos estudantes que compuseram a comissão organizadora, destacando a importância que a comunidade da ABCM atribuiu ao CREEM, um evento realizado pelos estudantes para os estudantes de Engenharia Mecânica e áreas afins.

O VII Encontro Nacional de Engenharia Biomecânica > ENEBI 2022 foi realizado em modalidade virtual no período de 1º a 3 de junho de 2022, por comissão organizadora presidida pelo Prof. Luciano Luporini Menegaldo (UFRJ), com o apoio do Comitê Técnico de Biomecânica.

Embora o número de participantes tenha sido inferior aos números observados em edições anteriores, o evento foi bem-sucedido, tendo atingido seus principais objetivos. A Diretoria da ABCM agradece ao Prof. Luciano Menegaldo e a todos que contribuíram na organização do evento.

O XI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica > CONEM 2022 foi realizado presencialmente em Teresina, PI, no período de 7 a 11 de agosto de 2022. O Presidente e o Diretor Técnico-Científico



da ABCM estiveram presentes no evento, que teve um rico programa científico, contando com palestras e minicursos proferidos por engenheiros e pesquisadores renomados. Embora o evento tenha contado com um número de participantes substancialmente inferior aos números observados nas edições anteriores, o evento foi bem-sucedido, marcando o reencontro de parte da comunidade da ABCM em um evento presencial. Durante o evento, foram entregues os prêmios ABCM 2021 nas modalidades Trabalho de Graduação, Dissertação de Mestrado e Tese de Doutorado.

A Diretoria da ABCM agradece a todos os colegas que contribuíram na organização do CONEM 2022: membros da comissão organizadora, presidida pela Profa. Simone dos Santos, membros dos comitês técnicos da ABCM, corpo de revisores dos trabalhos e membros da equipe de apoio, bem como aos colegas que participaram da comissão julgadora do Prêmio ABCM 2021. Agradece também aos apoiadores do CONEM 2022, especialmente ao CREA-PI, em nome de seu Presidente, Eng. Raimundo Ulisses de Oliveira Filho, e ao Centro Universitário UNINOVAFAPI, na pessoa de seu Reitor, Prof. Carlos Alberto Ramos Pinto.

No decorrer do presente ano, teremos ainda os seguintes eventos:

- XII Escola de Primavera de Transição e Turbulência > EPTT, a ser realizada presencialmente em Blumenau, SC, no período de 19 a 23 de setembro, com comissão organizadora presidida pelos Profs. Henry França Meier e Jonathan Utzig, ambos da FURB.
- 8<sup>th</sup> International Symposium on Solid Mechanics > MECSOL, a ser realizado presencialmente em Campinas, SP, no período de 17 a 19 de outubro, com comissão organizadora presidida pelo Prof. Marco Lucio Bittencourt (UNICAMP).
- 19<sup>th</sup> Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering > ENCIT, a ser realizado presencialmente em Bento Gonçalves, RS, no período de 6 a 10 de novembro, cuja comissão organizadora é presidida pelo Prof. Francis Henrique Ramos França (UFRGS).

A Diretoria da ABCM agradece a todos os colegas envolvidos na organização desses eventos, que, certamente, serão muito bem-sucedidos e consolidarão o retorno dos eventos em modalidade presencial.

## Prêmio abcm 2021 de teses, dissertações e trabalhos de graduação

As atividades referentes ao prêmio foram coordenadas pelo Vice-Presidente da ABCM, Prof. Amir Antônio Martins de Oliveira Jr. Foram homologadas 22 submissões na categoria Tese de Doutorado, 31 delas na categoria Dissertação de Mestrado e 20 na categoria Trabalho de Graduação. A avaliação das candidaturas foi realizada por Comissão Julgadora presidida pelo Prof. Edgard Nobuo Mamiya (UnB), que contou com o apoio de um numeroso corpo de consultores formado por membros da comunidade da ABCM. Os prêmios foram entregues em sessão especial durante o CONEM 2022, em Teresina, PI.

O grande número de trabalhos submetidos, todos de alta qualidade, conforme atestado pela Comissão Julgadora, comprova o prestígio que o Prêmio ABCM conquistou junto a nossa Comunidade, especialmente junto aos jovens pesquisadores.

A Diretoria da ABCM agradece aos membros da Comissão Julgadora do Prêmio ABCM 2021 e a todos os consultores que atuaram no processo de avaliação.

## Programa de bolsas de iniciação científica

Em 2022 foi divulgada a terceira chamada de projetos visando a concessão de bolsas do programa de bolsas de iniciação científica da ABCM (PABIC). Foram avaliadas 12 propostas e concedidas 10 bolsas. A Comissão julgadora, a quem a Diretoria da ABCM agradece, foi coordenada pela Diretora Secretária da ABCM, Profa. Aline Sousa de Paula.

É importante constatar que o PABIC prossegue em franco processo de consolidação, sendo uma iniciativa importante da ABCM para estimular o ingresso de estudantes de graduação à pesquisa científica, além de incentivar jovens docentes a oferecerem tais oportunidades a seus estudantes.

## Novo prêmio abcm|pipelinebrazil

Por iniciativa do Eng. Marcelino Guedes Gomes, conselheiro da ABCM (mandato 2021-2025), foi criado o Prêmio ABCM|PIPELINEBRAZIL, destinado 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 serão aceitas inscrições de dissertações defendidas e aprovadas

entre 1º de janeiro e 31 de dezembro de 2022. As inscrições deverão ser feitas pelos candidatos até 31 de janeiro de 2023. O julgamento será realizado por comissão a ser nomeada pela Diretoria da ABCM. O vencedor receberá um valor de R\$10.000,00 e um certificado.

A Diretoria da ABCM agradece ao Engenheiro Marcelino Gomes pela generosa iniciativa, que tem grande potencial para motivar jovens pesquisadores a desenvolver trabalhos de qualidade na área de pipelines.

## As publicações da abcm

Nossos dois periódicos, a *Thermal Engineering* (RETERM) e o *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering* (JBSMSE), prosseguem em franco processo de consolidação. 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), sua visibilidade internacional tem aumentado progressivamente. Recentemente foi anunciado o aumento das métricas de impacto do periódico: *Scopus CiteScore* 2021: 3,6 (aumento de 12,5% em relação a 2020); *Clarivate JCR Impact Factor* 2021: 2,361 (aumento de 6,4% em relação a 2020).

Nossa revista ABCM Engenharia, conduzida com grande dedicação e competência por seu Editor, Prof. Sergio Viçosa Möller (UFRGS), permanece o 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), tem sido 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 três volumes (<https://www.springer.com/series/14172>), e está em andamento a preparação de novos volumes referentes a eventos que serão realizados no corrente ano.

Uma iniciativa importante em curso é a publicação da segunda edição do livro Engenharia de Dutos, que está sendo organizada pelos Prof. José Luiz de

França Freire (PUC|Rio) e pelos Engs. Marcelo Rennó e Marcelino Guedes Gomes. Esta edição, revisada e ampliada com a inclusão de novos capítulos de autoria de autores brasileiros e estrangeiros, está sendo escrita em inglês, e será publicada pela Springer, com difusão internacional. Generosamente, os organizadores e autores concederam os ganhos financeiros e os direitos autorais à ABCM.

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

## Ações da diretoria

Atuação no processo de escolha de Coordenador da Área Engenharias III da CAPES: ainda no final de 2021 e início de 2022, a Diretoria da ABCM teve atuação marcante no processo de indicação do Coordenador da Área de Avaliação de Engenharias III para o quadriênio 2017-2020, ocasionado pela renúncia da comissão que vinha conduzindo o processo de avaliação, em circunstâncias marcadas por grandes dificuldades. Entre estas, havia a ação do Ministério Público Federal, que questionava severamente o processo de avaliação em curso, e que finalmente conduziu à sua interrupção, por decisão da Justiça Federal do Rio de Janeiro.

Conjuntamente com a Diretoria da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), presidida pelo Prof. Antônio Cezar Bornia, a Diretoria da ABCM expressou apoio à decisão da Comissão, coordenada pelo Prof. Edgar Nobuo Mamiya, que entendia que, no momento da renúncia, não havia evidência de que avaliação pudesse ser conduzida e concluída em condições adequadas. A via da renúncia foi também escolhida por comissões de outras quatro áreas de avaliação.

Este cenário viria a se modificar posteriormente em decorrência de algumas medidas tomadas pela CAPES, que deu início ao processo de escolha dos novos coordenadores das cinco áreas de avaliação renunciadas, para isso convocando os coordenadores de programas de pós-graduação, associações e sociedades científicas a fazerem suas indicações. A ABCM e a ABEPRO empreenderam conjuntamente ações junto aos coordenadores de programas para que fossem indicados membros da comunidade capazes de conduzir o trabalho de avaliação com competência e equilíbrio, e defender os legítimos interesses acadêmicos da Área. Uma reunião virtual foi realizada com os coordenadores, durante a qual foi sugerida a indicação de cinco de

colegas reconhecidos por sua capacidade de liderança, excelência acadêmica e engajamento com a pós-graduação, além de outras qualidades consideradas importantes. Tendo o professor Gherhardt Ribatski (EESC|USP) recebido o maior número de votos, os presidentes da ABCM e da ABEPRO, em reunião virtual realizada com a Presidente da CAPES, manifestaram o apoio das duas Associações a seu nome, e solicitaram sua nomeação como Coordenador de Área, tendo sido sua solicitação acolhida pela presidência da CAPES.

Na sequência, o Prof. Ribatski escolheu como coordenadores adjuntos dois colegas cujos nomes também compuseram a lista sugerida pela ABCM e ABEPRO, os professores Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo (PUC|Rio) e Leandro Alcoforado Sphaier (UFF). O novo grupo de coordenação iniciou a recomposição da comissão de avaliação, a qual contou com a maioria dos membros da comissão que havia renunciado. A nova comissão reiniciou seus trabalhos após a CAPES ter obtido autorização da Justiça Federal para retomar o processo de avaliação. No momento em que estas notas são escritas, o processo de avaliação para o quadriênio 2017-2020 foi concluído com sucesso, em conformidade com o cronograma estabelecido.

É importante destacar que, ao longo de todo o processo que envolveu a renúncia da Comissão de Avaliação Quadrienal, a posterior indicação do novo Coordenador de Área e a subsequente recomposição da Comissão, ABCM e ABEPRO estiveram empenhadas em promover o diálogo e contribuir para que, em prol dos interesses acadêmicos da área Engenharia III, os melhores encaminhamentos fossem dados, sob as circunstâncias se que apresentavam em cada momento. É muito expressivo o fato que as dificuldades puderam ser contornadas com agilidade, sem maiores prejuízos ao processo de avaliação, demonstrando o grau de amadurecimento e robustez da pós-graduação brasileira, particularmente na área Engenharias III.

Uma vez mais, a ABCM e a ABEPRO cumprimentam e agradecem a todos os colegas que participaram das comissões da avaliação, primeiramente sob a coordenação dos Profs. Edgar Mamiya, Ana Paula Cabral e Osmar Possamai e, posteriormente, dos Profs. Gherhardt Ribatski, Luiz Felipe Scavarda e Leandro Sphaier, pela alta qualidade do trabalho que realizaram, e pela importante contribuição que prestaram ao desenvolvimento da pós-

graduação na área Engenharias III.

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 França, está sendo estimulada a articulação mais efetiva entre os CTs e as comissões organizadoras dos eventos, sob o entendimento que as tarefas e decisões de ordem científica devem ser de responsabilidade precípua dos comitês. No dia 18 de agosto de 2022 foi realizada, em formato virtual, a reunião anual dos secretários executivos dos comitês técnicos com a Diretoria, durante a qual os secretários relataram as ações realizadas e planejadas por seus respectivos comitês.

Sob a coordenação do Prof. Francis 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 o desempenho de suas atividades. As novas páginas estarão disponíveis ainda no corrente ano.

Apoio à ABCM Jovem: a Diretoria tem incentivado e apoiado iniciativas lançadas pelo capítulo estudantil da ABCM, criada em 2016, e atualmente presidida pela acadêmica Rafaela de Oliveira Novaes (UFGD). A ABCM Jovem conta hoje com quatro núcleos regionais (PI, MS, RJ e MG), que têm sido muito ativos na organização de eventos na modalidade virtual. A Diretoria da ABCM atribui grande importância ao capítulo estudantil da Associação e agradece aos estudantes que vêm se empenhando em sua consolidação.

Renovação das comissões permanentes: as comissões permanentes estabelecidas no Estatuto da ABCM, Comissão de Admissão, Comissão de Divulgação e Publicações, Comissão de Intercâmbio Institucional, Comissão de Ensino e Difusão de Pesquisa e Comissão de Ciência e Tecnologia, foram renovadas com a substituição de alguns membros das comissões anteriores. A Diretoria da ABCM agradece aos colegas que vêm atuando nas comissões permanentes, prestando inestimável contribuição à nossa Associação.

Implantação da Comissão Especial de Inserção e Diversidade: motivada por iniciativa lançada no âmbito da IUTAM - *International Union of*

*Theoretical and Applied Mechanics*, da qual a ABCM é uma das organizações aderentes, foi instituída a Comissão Especial de Inserção e Diversidade, presidida pela Profa. Aline Sousa de Paula. Esta comissão 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.

Racionalização das despesas e gestão financeira da ABCM: mesmo tendo havido diminuição de receitas nos últimos dois anos, em virtude de reagendamento de alguns eventos, e a migração de alguns deles para a modalidade virtual, a situação financeira da Associação é confortável. Não obstante, a Diretoria, com ações de seu Diretor Tesoureiro, Prof. Fabio Toshio Kanizawa, tem se empenhado em praticar gestão financeira pautada pela parcimônia nos gastos. Nesse sentido, foi feita, no primeiro semestre de 2022, a avaliação geral das despesas regularmente efetuadas pela Associação, e a renegociação de alguns contratos com prestadores de serviços, tendo sido obtidos ganhos significativos em termos de redução de custos e melhoria dos serviços contratados pela ABCM.

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 são feitas com base na tese que, por ser uma organização científica sem fins lucrativos, a ABCM é imune à cobrança de ISS. No momento, a defesa a um dos processos foi vitoriosa em segunda instância, e o segundo processo ainda se encontra em julgamento. Foi realizada reunião extraordinária do Conselho, na qual a Diretoria obteve autorização para implementar ações de ordem financeira visando proteger o patrimônio da ABCM, em caso de insucesso no segundo processo.

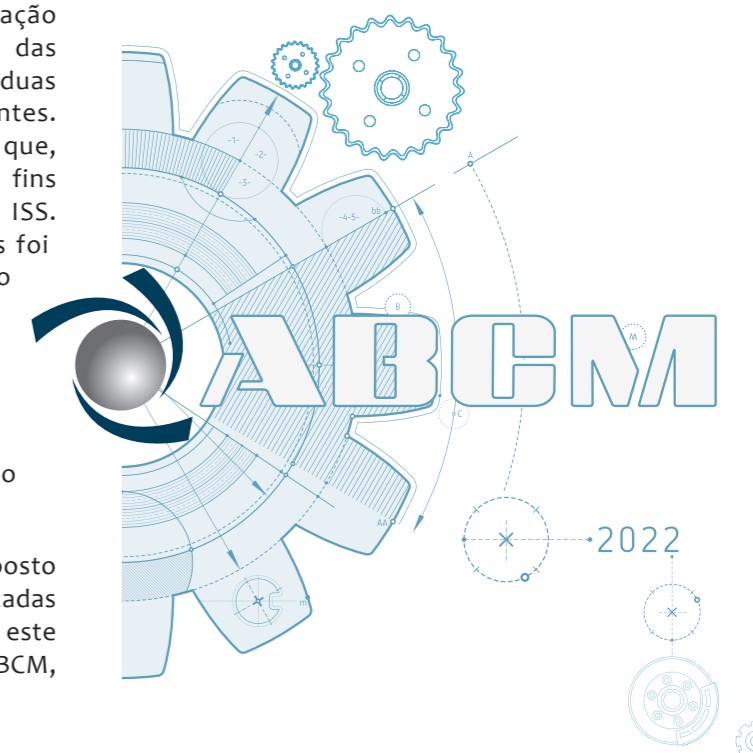
Em conformidade com o Plano de Gestão proposto à Comunidade quando das eleições realizadas em 2021, a Diretoria estará iniciando, ainda este ano, o processo de revisão do Estatuto da ABCM,

iniciativa aprovada pela Assembleia, em sua reunião realizada virtualmente durante o COBEM 2021. Também estará dando início à atualização do Guia de Organização de Eventos, à modernização do *web-site* da ABCM na internet e à construção de uma política de patrocínio, que fornecerá modelos e diretrizes para as comissões organizadoras de eventos.

O relato acima revela a multiplicidade das frentes de atuação da Diretoria da ABCM, sendo importante destacar que a Associação prossegue na expansão e consolidação de várias atividades, para além dos eventos científicos, iniciadas em gestões anteriores. A Diretoria atual avalia ser desejável o aumento do número de associados, principalmente mais jovens, e vem estudando e implementando políticas com este objetivo. Dentre elas destacam-se o aumento da visibilidade da Associação nas redes sociais, a criação de novos prêmios, e a manutenção de baixos valores das anuidades, sem comprometimento da saúde financeira da Associação.

Por fim, a Diretoria da ABCM agradece a toda a Comunidade pelo apoio que vem recebendo em suas ações e permanece à disposição para apoiar iniciativas de nossos associados, estando também aberta a críticas e sugestões que, certamente, serão úteis para o engrandecimento de nossa Associação.

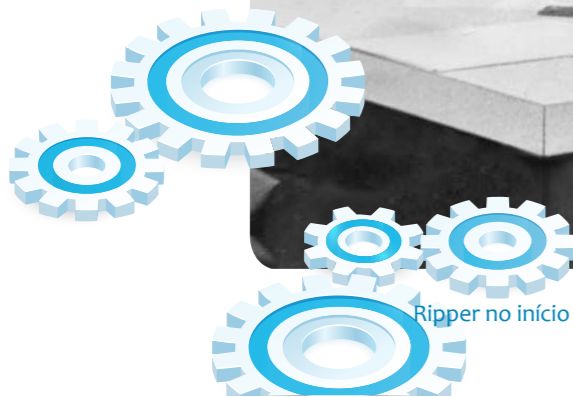
Cordiais saudações a todas e a todos.





# Nosso tributo a Arthur Palmeira Ripper Neto (1934-2022)

Agamenon R. E. Oliveira > CEPEL > Centro de Pesquisas de Energia Elétrica



Ripper no início de sua carreira docente. Cortesia da família Ripper.

Faleceu no dia 11 de agosto de 2022, com 88 anos de idade nosso admirado colega Arthur Ripper. Tendo nascido e construído sua vida profissional na cidade do Rio de Janeiro, ele é formado em engenharia mecânica pela PUC|Rio no ano de 1958. No final dos anos 50 e começo da década de 60 trabalhou nas indústrias Kellogg Ltda e Metalon Indústria e Comércio S. A. Em 1968 ele ingressa na COPPE|UFRJ, onde leciona diversas disciplinas, devido ao número reduzido de professores. Nessa época muitos professores estavam indo cursar seus doutorados no exterior e somente depois de concluí-los é que vieram reforçar o corpo docente da COPPE. No ano de 1974 ele foi convidado a ir trabalhar no CEPEL (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica), no ano de sua fundação, acumulando as funções de pesquisador do CEPEL com a de professor em tempo parcial da Escola Politécnica da UFRJ.

Dono de uma sólida formação acadêmica, Ripper fez mestrado na Universidade de Houston no período de 1961 a 1963 e doutorado na mesma Universidade de 1965 a 1968, tendo ainda ido a Inglaterra para um pós-doutorado nos anos de 1970 e 1971, na Universidade de Londres. Ao longo de toda sua vida profissional dedicada ao CEPEL e a UFRJ, Ripper intercalava trabalhos de consultoria em projetos mecânicos e em acústica, que eram também áreas de sua competência. Na Universidade de Houston também lecionou termodinâmica, significando que desenvolveu uma competência ampliada tanto na área de mecânica dos sólidos como em mecânica dos fluidos. Ao sair do CEPEL em 1991, retornou a COPPE em tempo integral, lecionando tanto na graduação como na pós-graduação e em 2007 publicou o livro *Vibrações Mecânicas*, utilizando o material didático da disciplina de vibrações, acrescido de

uma profunda experiência adquirida no trato desses problemas. Nos dois biênios 92-93 e 94-95 é que ele é eleito presidente da ABCM (Associação Brasileira de Ciências Mecânicas).

No CEPEL Ripper montou o Laboratório de Vibrações, projetando pesadas estruturas para ensaiar equipamentos elétricos nas três direções: horizontal, vertical e lateral. Essas estruturas teriam que ter frequências naturais muito baixas para que seu movimento não interferisse nos ensaios propriamente ditos. Com o Laboratório montado, Ripper organizou um grupo ou uma área de mecânica composta por engenheiros mecânicos e civis para se dedicar a solução de problemas mecânicos nos equipamentos elétricos. Os problemas a serem estudados eram fundamentalmente pertencentes a geração e a transmissão elétrica. Na área de geração os problemas maiores eram encontrados nas turbinas hidráulicas que passaram a ser monitoradas em funcionamento nas usinas, e submetidas a testes e medições periódicas, com as turbinas paradas, com a finalidade de detectar precocemente falhas mecânicas. Posteriormente foram desenvolvidos programas computacionais, para entender melhor e calcular velocidades críticas dessas enormes máquinas rotativas. Esses programas evoluíram para os chamados “programas especialistas”, para, através do monitoramento e processamento do sinal em determinados pontos da turbina, poderem detectar falhas, logo que elas se manifestassem.

Na área da transmissão elétrica, os problemas maiores aconteciam nas linhas de transmissão e nos equipamentos montados na linha para cumprir determinadas funções e garantir sua integridade geométrica e estrutural. As linhas de transmissão são estruturas com um comportamento mecânico singular e completamente diferente dos sistemas mecânicos tradicionais. São estruturas muito longas, extremamente flexíveis e sujeitas a falhas mecânicas causadas pela ação do vento que induz vibrações sustentáveis e podem causar rupturas por fadiga nos pontos de fixação da linha ou, em pontos que contenham algum dispositivo montado na mesma. Além disso, uma linha de transmissão possui um amortecimento mecânico extremamente baixo e frequências naturais muito próximas, não amortecendo por si só essas vibrações e produzindo acoplamento de modos de vibração tornando o fenômeno bastante distinto do que se aprende nos manuais de vibração. Desenvolveu-se no CEPEL uma larga experiência com o monitoramento das vibrações nos condutores em tempo real e em linhas vivas, para a estimativa da vida útil da própria linha.

Os engenheiros civis cuidavam dos problemas estruturais das torres e fundações. Normalmente, os cálculos e dimensionamento das torres eram feitos considerando-se somente um carregamento estático, um deles longitudinal vindo do pré-tensionamento dos condutores e o outro como uma carga lateral produzida pelo vento, também tornada estática para efeito de simplificar os cálculos. A este tipo de carregamento eram acrescidos efeitos de rajada ou até mesmo de tornados, complexificando-se bastante o cálculo estrutural. Com a introdução dos estudos em dinâmica dos condutores sob a ação do vento, foi necessária uma reformulação dos cálculos estruturais das torres, fundações e dos condutores numa perspectiva mais realista dos modelos.

De uma forma geral, Ripper coordenava todos esses trabalhos que consistiam em projetos de pesquisa de mais longo prazo, ensaios contratados pelas empresas concessionárias de energia elétrica, ensaios convencionais normatizados para efeito de validação estrutural dos equipamentos, serviços de consultoria também para essas empresas, além de outras demandas surgidas em áreas afins dentro do próprio Departamento de Materiais (originalmente conhecido pela sigla DPMT), que fazia ensaios mecânicos em cadeias isoladores elétricos, testes em transformadores elétricos de grande porte e estudava a corrosão nas torres e que tinham forte interação com a área de mecânica.

Ripper era fundamentalmente um grande experimentalista e homem de laboratório. Ele dizia que quando queria estudar um certo problema mecânico, ia para o laboratório, calibrava os instrumentos e fazia o problema aparecer. Este tipo de engenheiro vai aos poucos ficando cada vez mais raro. A tentação de traduzir tudo por um modelo matemático para depois simular no computador é, de fato, um avanço enorme para a engenharia, desde que o conhecimento do fenômeno esteja ancorado em sólida base experimental. Como nós sabemos, as simulações se aproximam cada vez mais dos sistemas reais dependendo tanto da qualidade do modelo quanto dos dados que são atribuídos aos parâmetros que aparecem nos mesmos. Assim, o valor da experimentação e da obtenção desses dados é uma parte crucial na solução dos problemas da engenharia. Essa visão de engenharia foi também uma grande contribuição de Ripper para seus alunos e um de seus legados importantes para a engenharia.

Rio de Janeiro, 25 de agosto de 2022.

Agamenon, Pesquisador IV do CEPEL, pertenceu ao grupo de mecânica coordenado pelo engenheiro Arthur Palmeira Ripper N



# Arthur Ripper e Leonardo Goldstein: curtas reminiscências

Átila Pantaleão da Silva Freire > UFRJ

As efemérides pelos 50 anos de existência da ABCM começaram em 2021, com as comemorações pelos 50 anos de organização do primeiro COBEM, em Florianópolis, entre os dias 5, 6 e 7 de novembro de 1971. Essas celebrações devem se estender até 2025 quando a própria ABCM comemorará o jubileu de ouro de sua fundação.

Meio século de existência. Não há de ter sido um trajeto simples, desprovido de barreiras. Sua própria fundação, olhada em perspectiva, precisa ser reconhecida como surpreendente. No início dos anos setenta a pós-graduação e a pesquisa em ciências mecânicas eram tão incipientes no Brasil, que hoje nos assombra recordar a concretização desta iniciativa por tão poucos e cujas consequências seriam tão profundas. Os movimentos que se seguiram, seus desdobramentos, suas implicações, são difíceis de serem analisados e entendidos, mesmo por aqueles que deles ativamente participaram.

Os congressos, as revistas indexadas, a capilaridade nacional, a influência como um todo nos sistemas de ensino e de pesquisa nacionais, o reconhecimento internacional, tudo isso - imagino - eram visões de difícil realização há meio século.

Mas, o fato é que hoje o sonho se tornou realidade; a ABCM promove um conjunto grande de eventos, com enorme repercussão. Sua revista mais prestigiosa, o JBSMSE, está na base da editora Springer Verlag e possui elevado prestígio e fator de impacto. A sede própria localizada na Praça Tiradentes na Cidade do Rio de Janeiro é ampla e muito bem instalada.

Tudo isso, repito, com a inestimável colaboração de muitos.

Refletir nas origens da ABCM é sempre um exercício de interesse coletivo importante. Esse, entretanto, não é o propósito aqui. Magistrais textos anteriores, por inúmeros e qualificados autores, já discutiram bastante a nossa "Associação". A ambição aqui é de veras limitada, e, presumo, tempestiva. Com as diversas celebrações em curso - pela proximidade de meio século de existência - materiais históricos recentes têm sido adicionados ao nosso acervo, com a oportunidade do registro de novos depoimentos, informações reveladoras, reconstituições importantes.

Ocorre que, infelizmente, dois protagonistas importantes na história da ABCM não terão oportunidade de participar de iniciativas dessa natureza (testemunhos históricos). Leonardo Goldstein, nosso presidente de 2002 a 2005, e editor da RBCM de 1993 a 1999, faleceu em 2016. Arthur Ripper, nosso presidente de 1992 a 1995, faleceu neste ano.

Assim, o propósito singelo do presente artigo é ofertar aos leitores da Revista ABCM Engenharia algumas curtas reminiscências das atuações destacadas desses personagens em prol da nossa ABCM. O texto a seguir não busca atingir qualquer rigor histórico e é baseado inteiramente na minha memória e interação pessoal com ambos, Ripper e Leonardo. À medida que algumas lembranças foram emergindo de eventos ocorridos há 25, 30 anos, fui colocando-as no papel sem maiores preocupações de exatidão. O que me importava era realmente como eu as lembrava e como estavam registradas na minha memória.

Arthur Palmeira Ripper Neto foi presidente da ABCM (1992-1995) em um período extremamente difícil do ponto de vista financeiro. Aliás, essa foi a regra a todos que o antecederam. A inflação galopante que por muito tempo caracterizou a economia brasileira não era estranha à vida da ABCM. Até o final dos anos 90, início dos anos 2000, os congressos organizados pela ABCM tinham dificuldade em não fornecerem prejuízo. Fortemente dependentes de amparo pelos órgãos de fomento nacionais e estaduais (CNPq, CAPES, FINEP, Fapesp, Faperj, etc), as comissões organizadoras dos eventos frequentemente folgavam quando as contas se encontravam (receitas e despesas). Deste modo, e por muito tempo, os presidentes da ABCM praticamente contavam apenas com os recursos da receita das anuidades para pagarem suas contas (todas). Por esse motivo, nossa sede consistia em uma salinha modesta no Clube de Engenharia no Rio de Janeiro (18º andar) e nosso corpo de funcionários de uma pessoa (um(a) secretário(o) multitarefa; Antônio Paulo, depois Ana Lucia).

A impressão da revista só era possível a partir de recursos externos obtidos junto ao CNPq.

Essa era uma carga enorme para os editores: conseguir os recursos para a sobrevivência da RBCM. Apesar das dificuldades, Ripper conseguiu navegar a ABCM



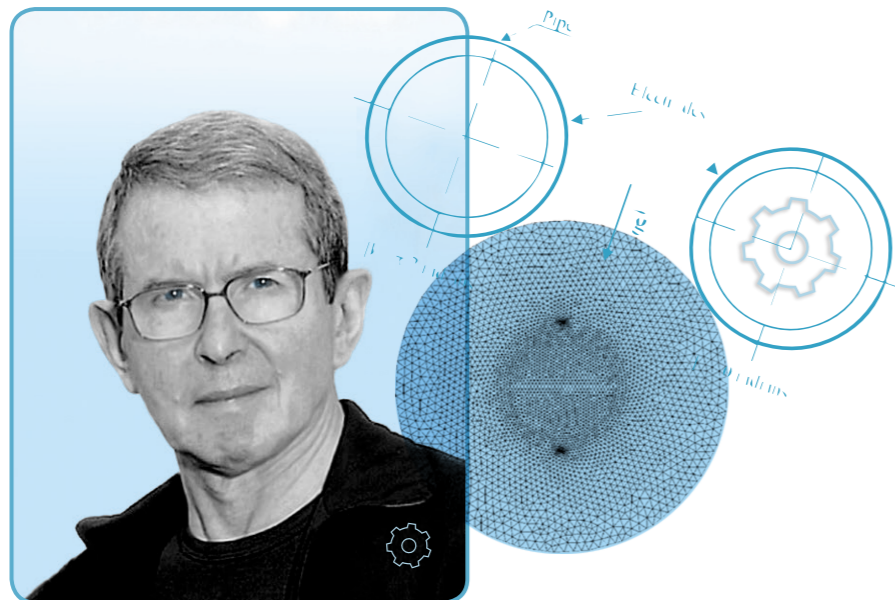
Arthur P. Ripper Neto, presidente da ABCM (1992>1995). Cortesia da família Ripper.

por esse período, mas com grande preocupação. De acordo com ele mesmo, não havia uma noite em que não fosse dormir pensando em como conseguir recursos para conservar a ABCM respirando. Em suas várias repaginações, a mudança de capa da RBCM de azul a branca ocorreu na gestão de Ripper (em 1993 acho, até 2000 quando retornou à sua cor tradicional, o azul). O propósito então foi melhorar o estilo da revista e baratear sua impressão com ganho de qualidade gráfica. O editor da revista era o Leonardo. Excelente professor, Ripper, mesmo após anos de magistério, era incapaz de entrar em uma sala de aula sem antes preparar meticulosamente cada lição que fosse ministrar. Precursor dos cursos de pós-graduação no Brasil, Ripper concluiu seu doutorado na Universidade de Houston e, posteriormente, realizou pós-doutorado no Imperial College. Nos anos 70, Ripper era professor em tempo integral e dedicação exclusiva na Coppe com um salário mensal que, de acordo com ele, correspondia ao valor de compra do automóvel mais básico disponível no mercado. Ocorre que grande parte desse salário era composto por uma parcela complementada pelo BNDE (ou FINEP, não recordo com precisão), que não era permanente, era incerta. Dependia de renovações frequentes. Preocupado com essa situação, Ripper ingressou no CEPEL, onde trabalhou por muitos anos com um salário inferior ao que recebia na UFRJ, até se aposentar. Durante a sua permanência no CEPEL, Ripper continuou na UFRJ como professor em tempo parcial na Escola Nacional de Engenharia. Ao término de seu período no CEPEL, Ripper voltou à UFRJ como professor em tempo integral. Para isso, fez um acordo - com as pessoas interessadas - em que se

comprometia a trabalhar por um extenso tempo antes de se aposentar. Desnecessário dizer, o acordo foi cumprido como combinado, o que permitiu a inúmeros alunos e colegas privarem de sua companhia por um bom tempo em regime de trabalho integral. Ripper era bem-humorado e incapaz de um comentário atravessado ou infeliz. Ele se divertia ao dizer que em seu pós-doutorado na Inglaterra não podia revelar o valor de sua bolsa ao seu cicerone: ela era bem superior ao valor do salário que ele - o catedrático - recebia. Poucos sabem, mas Ripper é meu co-parente, por parte de meu tio-avô Lito (irmão do meu avô Renato). Mas essa é das histórias da minha avó.

Leonardo foi editor da RBCM (Revista Brasileira de Ciências Mecânicas, precursora do JBSMSE, hoje BMSE), em um momento delicado. Poucos se recordam, ou sabem, mas no COBEM1995 realizado em Belo Horizonte houve uma votação formal na Assembleia Geral da ABCM para decidir se a revista deveria, ou não, continuar a ser editada. A discussão foi calorosa, e promovida por aqueles que achavam a revista um estorvo, um sumidouro de recursos financeiros. Felizmente a votação foi favorável à manutenção da revista, permitindo que ela seja hoje o que é. Como editor da RBCM (de 1993 a 1999), Leonardo cuidou para que ela sempre elevasse sua qualidade intrínseca e conservasse seu apuro gráfico. O número de exemplares foi aumentado, bem como a sua repercussão. Ao final de seu período como editor, o número médio de artigos por número da RBCM havia aumentado de 8 a 14. Foi nessa época que as revistas começaram a ficar "gordinhas". Após seu período como editor, Leonardo me convidou a sucedê-lo. Foi





Prof. Leonardo Goldstein, editor da RBCM (de 1993 a 1999), presidente da ABCM de 2002 a 2005.

nesse período que tivemos uma aproximação maior. A mudança de editor de Campinas para o Rio ensejava algumas dificuldades. Como transferir todo o acervo da RBCM armazenado no escritório regional de Campinas e na sala do Leonardo para o Rio de Janeiro? Para a pequena estrutura que a ABCM possuía, esta era uma operação difícil. A solução simples foi eu me deslocar a Campinas em meu automóvel para transferir o que fosse possível: arquivos com submissões de artigos, memórias, números antigos, muita coisa ainda armazenada em papel. Estamos falando dos anos 90. Ocorre que para realizar a transferência física do material em si, só estávamos disponíveis Leonardo e eu. Foi uma tarefa grande subir e descer escadas carregando papéis e mais papéis, mas Leonardo fez isso com uma grande dedicação. E já em um estágio avançado de sua doença. Ver o Leonardo subir e descer escadas carregando aquela quantidade de material me provocou uma impressão que até hoje não esqueço. Quantos estariam dispostos a fazer isso? E naquelas condições?

Leonardo possuía excelente formação acadêmica. Pertencia à turma que aportou em Minnesota para estudar com o emérito Ephraim Sparrow. Curiosamente, o Coimbra era muito grato ao Sparrow, que participou do Programa de Engenharia Mecânica da Coppe em seus primórdios. Sparrow estava engajado em um daqueles programas de intercâmbio promovidos pelo governo americano a jovens cientistas que não desejavam se alistar nas forças armadas.

Ficou no Brasil dois anos (penso), no campus da Praia Vermelha. A primeira tese de mestrado orientada em

engenharia mecânica na Coppe foi supervisionada por Sparrow; o autor foi Plínio Fleury, depois professor da UERJ. Plínio, anos depois, completaria o seu doutorado na Coppe. Era uma excelente pessoa.

Como Arthur Ripper, Leonardo era um professor extremamente dedicado. Em estágios avançados de sua doença foi providenciado um microfone para que ele pudesse ministrar suas aulas. Fez isso até que a situação se tornasse insustentável. Foi um excelente orientador, muito preocupado com a formação de seus alunos.

Leonardo era um consumidor eloquente de música clássica. Tinha uma coleção enorme de música de câmara (torres e torres de CD's), e calmamente explicava às suas visitas a origem, os instrumentos, os acentos da época.

Leonardo em sua presidência foi muito ativo. Alterou o estatuto da ABCM e criou a estrutura que hoje nos rege.

As poucas lembranças descritas acima são simples, e possuem o objetivo simples de ilustrar ao leitor o tipo de pessoas simples que construíram a ABCM. No passado tivemos a sorte de sermos liderados por pessoas íntegras, com propósitos elevados que floresceram com o tempo. A ABCM é o que é hoje, graças ao trabalho desinteressado de muita gente íntegra como Arthur Ripper e Leonardo Goldstein.

Essa é a lembrança mais duradoura que permanece em nossas memórias, seus comportamentos éticos e, de certa forma, até austeros. Pessoas diferentes. Do bem. Ambos continuam vivos em minha mente. E muito!

# COBEM 2021 Mechanical Engineering Tailoring the Future



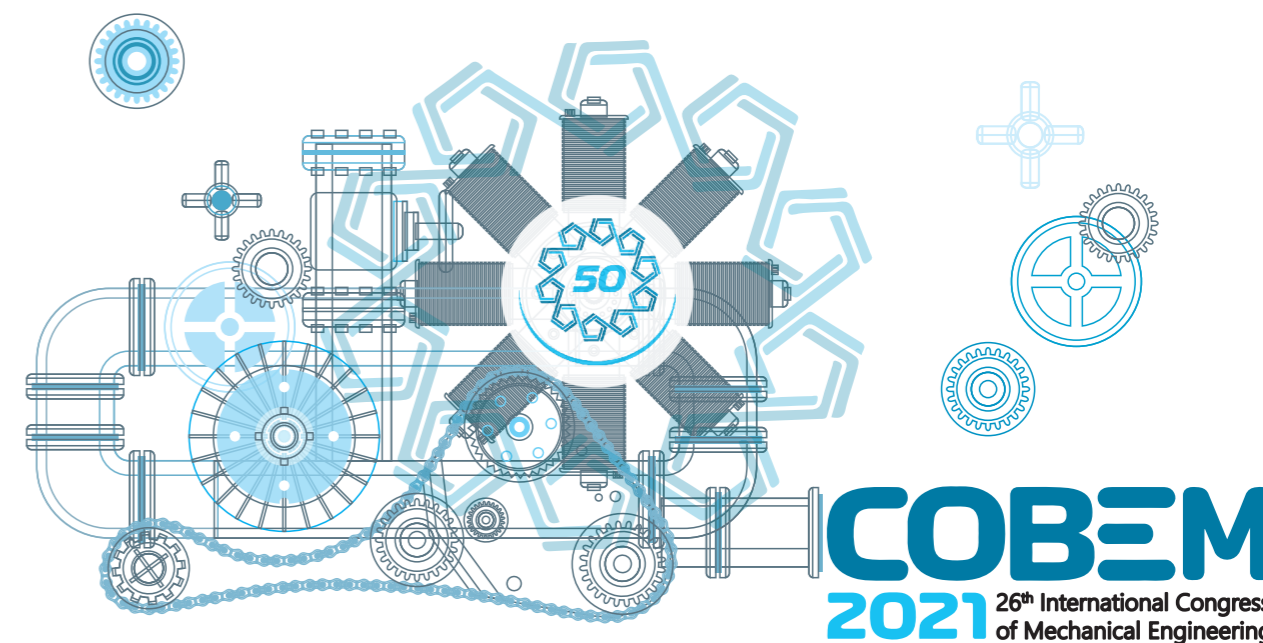
Henrique Simas  
EMC > UFSC



Amir A. M. de Oliveira Jr.  
EMC > UFSC



Sergio Luiz Gargioni  
EMC > UFSC



O 26º Congresso Internacional de Engenharia Mecânica > COBEM 2021 reuniu remotamente, de 22 a 26 de novembro de 2022, pesquisadores, professores, alunos e convidados, em um evento que marcou os 50 anos do COBEM, realizado em sua 1ª versão em Florianópolis, em 1971. O slogan do evento, *Mechanical Engineering - Tailoring the Future*, remeteu ao papel das Ciências e Engenharia Mecânica em viabilizar o futuro da sociedade e apontar para as possibilidades, através da ação dos engenheiros na idealização, desenvolvimento e inovação tecnológica.

A comissão organizadora foi formada pelos Professores Sérgio Luis Gargioni (Presidente), Henrique Simas (Presidente Executivo); Rodrigo

Bastos Fernandes (Tesoureiro); Victor Juliano De Negri (Coordenador de Programação Técnica e Científica) e Amir Antônio Martins de Oliveira Junior (Coordenador de Infraestrutura). Lembra-se que o Prof. Sérgio Gargioni foi um dos participantes do evento em Florianópolis, em 1971. Como presidente do COBEM 2021, ele trouxe o foco da engenharia mecânica no desenvolvimento industrial e os estímulos e necessidades que a inovação no setor industrial geram na formação do engenheiro mecânico.

A comissão organizadora entendia que a realização de um evento presencial seria o ideal. Porém, a pandemia de Covid-19 durante os anos de 2020 e



2021 impôs uma série de restrições sanitárias para eventos presenciais. Ao longo do ano de 2020, desenvolveram-se ações de planejamento visando os dois formatos, incluindo a conversa com parceiros e fornecedores. Simultaneamente, o assunto foi intensamente discutido na comissão organizadora, com os órgãos de governo local, na comunidade e na diretoria da ABCM. Finalmente, em março de 2021, pesadas todas as condições, custos e riscos, optou-se pela realização do COBEM 2021 de forma totalmente remota.

As restrições impostas pela pandemia fizeram surgir (ou pelo menos tornaram essencial) um tipo de serviço que até então não era muito comum: Serviços de produção e transmissão de eventos. No final de 2020 e início de 2021, várias empresas foram contatadas e teve início uma negociação visando viabilizar o COBEM 2021, porém, com um olhar cuidadoso na missão e qualidade do evento. O COBEM remoto tomou forma inspirado em outras experiências de eventos da ABCM neste formato, como a EPTT 2020, realizada de forma online entre 21 e 25 de setembro de 2020, e o ENCIT 2020, também realizado totalmente online, entre 16 e 20 de novembro de 2020, e numa análise enfocando qualidade, porém, mantendo os riscos e os custos sob controle.

Encaminhada a decisão para o COBEM 2021 totalmente remoto surgiram diversas questões, por exemplo, como atrair os participantes tal qual no COBEM presencial, como organizar apresentações orais e de pôsteres, como garantir recursos

financeiros adequados às demandas do COBEM remoto e como homenagear a data de 50 anos do COBEM.

A primeira ideia surgiu por meio de um *slogan*: *Tailoring the future*. Idealizado para fazer do COBEM 2021 uma porta de entrada para o futuro da Engenharia Mecânica, olhando para o passado como preparação e exemplo de ações bem desenvolvidas, a serem apresentadas, revistas e discutidas, e preparando a atual geração para serem protagonistas na definição das possibilidades futuras. Partindo desta visão, as atividades do COBEM 2021 foram programadas.

Para o COBEM 2021 foram idealizadas 11 salas virtuais, com capacidade de atender ao público nas sessões técnicas. Cada sessão contava com um *chairperson*, um operador de edição para controlar a transmissão e um *co-host*, aluno de pós-graduação responsável por verificar se os apresentadores estavam presentes na sala. Desta forma, foram distribuídas as seções da semana e os artigos foram apresentados por meio de vídeos produzidos e enviados previamente pelos autores, seguindo orientações e dicas disponibilizadas no portal do COBEM 2021. Esta estratégia evitou a dependência de acessos de internet, pois não se poderia garantir que um apresentador ao vivo pudesse estar conectado de forma estável durante sua apresentação. Ao realizarem sua inscrição, os participantes já recebiam orientações com *login* e senha para acesso ao Portal do COBEM 2021. (Figura 1).

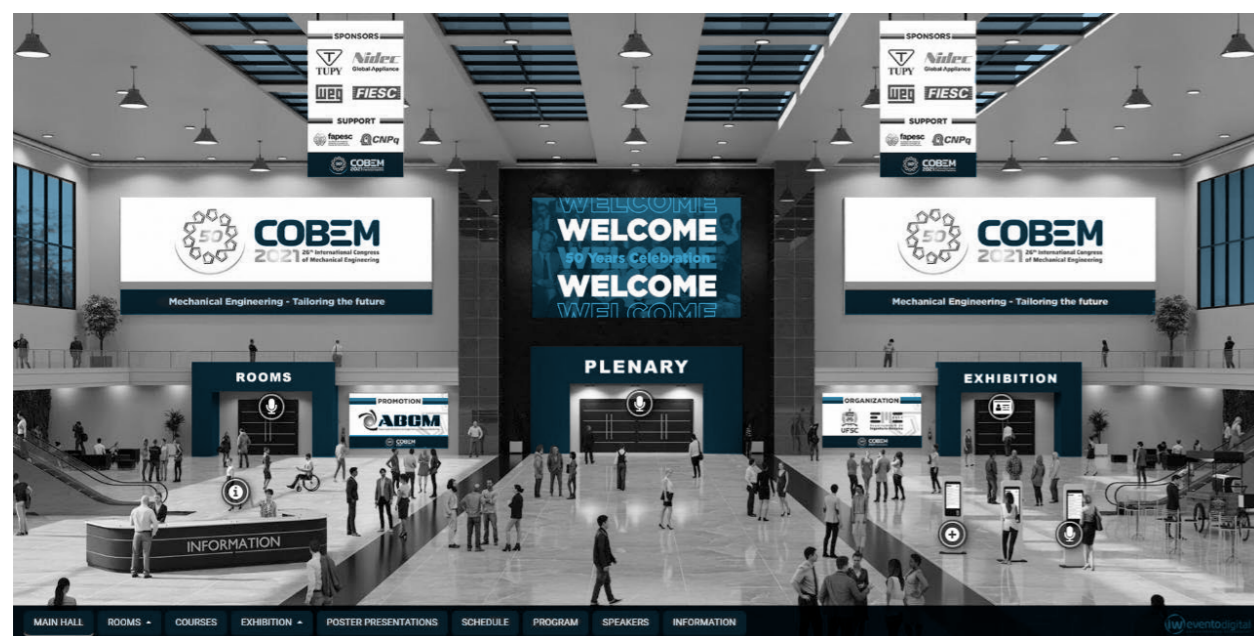


Figura 1: Ambiente virtual do evento.

Também ficou decidido que palestras, mesas redondas e demais atividades seriam todas conduzidas remotamente por meio de *links* de internet ao vivo. Esta possibilidade permitiu que palestrantes de várias partes do mundo fizessem sua fala e interagissem com os participantes. Para as mesas redondas, a sala virtual 1, ligada ao Estúdio, foi designada como auditório virtual (Figura 2).



Figura 2: Estúdio para transmissões ao vivo.

Os pôsteres também foram apresentados em salas virtuais, como *e-pôsteres* encaminhados previamente em formato pdf. Neste caso os apresentadores e participantes acessavam a sala virtual, juntamente com o *chairperson* e *co-host*, que organizavam as perguntas. (Figura 3a).



Figura 3a: Chairperson e apresentador vistos pela estação na sala de controle



Uma equipe de mais de 25 operadores e supervisores controlava imagem e som das 11 salas virtuais, em tempo real, a partir de estações de trabalho individuais. (Figura 3b).

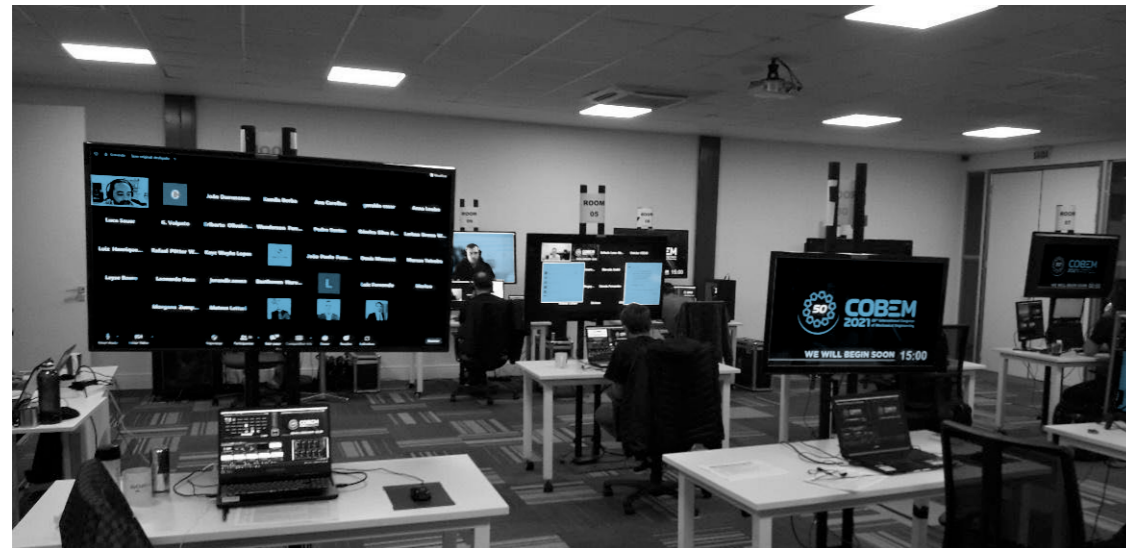


Figura 3b: Estações de trabalho na sala de controle das salas virtuais do evento.

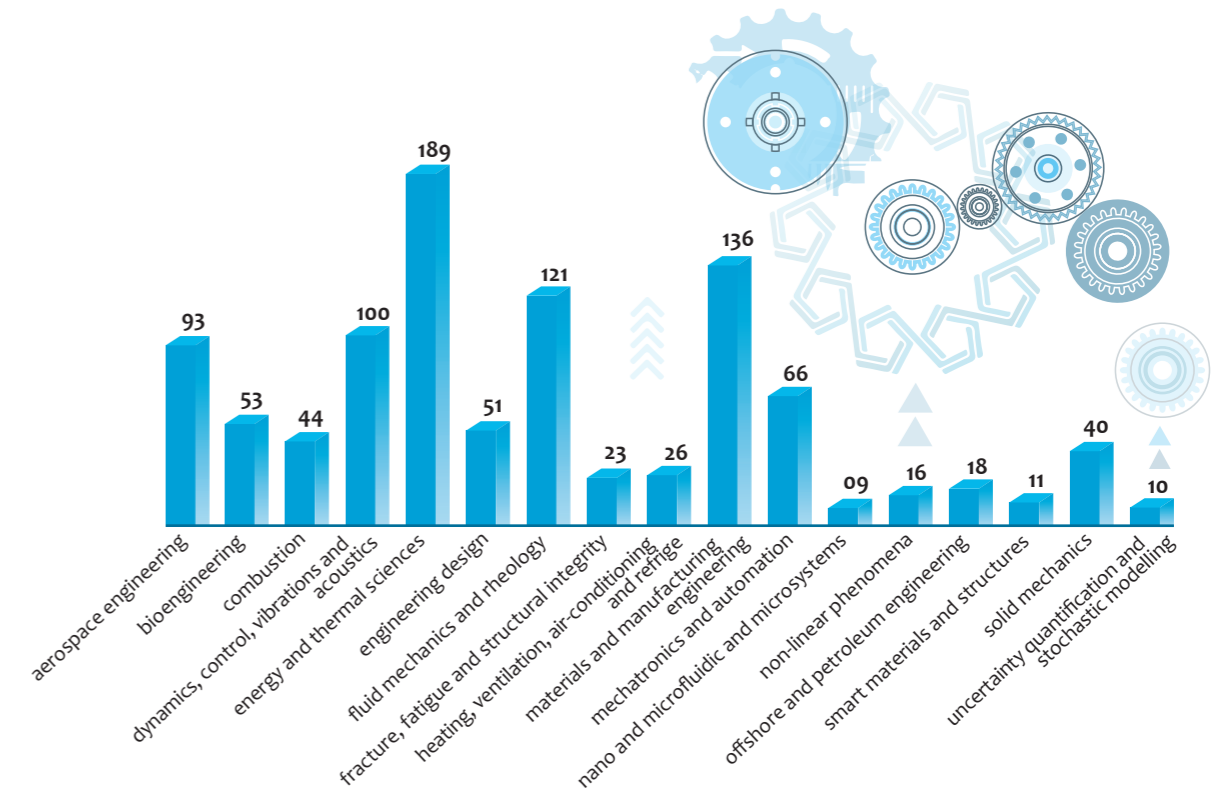


Figura 4: Distribuição do número de artigos dentro de cada simpósio do COBEM 2021.

O COBEM 2021 foi um evento inovador e desafiador. A mudança de formato para 100% remoto abriu uma longa cadeia de atividades e de decisões, em aspectos que ainda não haviam sido discutidos e implementados pela ABCM. Em meio às incertezas, as dificuldades foram vencidas e o evento se desenvolveu como planejado.

### Números do COBEM 2021

Através do trabalho do Coordenador de Programação Técnica e Científica, das comissões de organização dos simpósios, de 587 revisores *ad-hocs*, da direção da ABCM, e usando a plataforma de eventos da ABCM, com as soluções técnicas da MGStudio, foram aprovados 1006 artigos em forma final, 774 trabalhos apresentados de forma oral e 232 trabalhos na forma de e-pôsters, além de 15 apresentações técnicas especiais que tiveram destaque em 15 dos 18 simpósios do evento.

Os 18 simpósios foram organizados por comissões formadas por 82 professores, envolvendo membros dos Comitês Técnicos da ABCM e membros do comitê local. Foram realizadas 197 sessões técnicas ao longo do evento, mediadas por 123 *chairpersons*. Um total de 34 alunos de graduação e pós-graduação trabalharam como co-hosts auxiliando o *chairperson* das seções técnicas. Foram utilizadas 11 salas virtuais, controladas por 25 operadores de áudio e vídeo, e 1 estúdio de transmissão *on-line*.

O evento teve 1129 participantes, sendo 321 alunos de graduação, 571 alunos de pós-graduação, 231 professores e 6 profissionais da indústria. A Figura 4 mostra os números de artigos apresentados em cada simpósio.

### Receitas e custos do COBEM 2021

Tomando por base os valores de eventos anteriores a comissão organizadora determinou os valores de inscrição para participação no COBEM 2021 de acordo com a Tabela 1.

Categoria	até 30 08 21			31 08 a 21 10 21			durante o evento		
Professional		R\$ 675,00		R\$ 875,00		R\$ 1.135,00			
Professional > ABCM member		R\$ 450,00		R\$ 585,00		R\$ 750,00			
Professional > Non-Brazilian residents		USD 160,00		USD 210,00		USD 270,00			
Graduate Students		R\$ 375,00		R\$ 485,00		R\$ 630,00			
Graduate Students > ABCM member		R\$ 250,00		R\$ 325,00		R\$ 425,00			
Graduate Students > Non-Brazilian residents		USD 90,00		USD 115,00		USD 150,00			
Undergraduate Students		R\$ 75,00		R\$ 100,00		R\$ 130,00			
Undergraduate Students > ABCM member		R\$ 50,00		R\$ 65,00		R\$ 85,00			
Undergraduate Students > Non-Brazilian residents		USD 20,00		USD 25,00		USD 30,00			

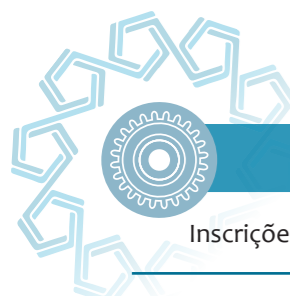
Tabela 1: Valores das inscrições no COBEM 2021.

Os alunos de graduação interessados em apresentar e publicar um artigo nos anais do evento pagaram uma taxa adicional de R\$ 200,00. A mesma taxa foi aplicada para autores com mais de um artigo em seu nome.

Do número total de participantes, 65 foram isentos de pagamento de inscrição por se enquadrarem em uma das seguintes categorias: membro da comissão organizadora; co-host; palestrante convidado; participante convidado para mesa redonda, homenageado e premiados e ministrante de mini-curso.

A receita total com inscrições foi R\$ 437.243,78. Recursos de fomento do CNPq e da FAPESC somaram R\$ 98.000,00. Recursos das empresas Weg S.A., Tupy S.A. e Nidec S.A. e da Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina - FIESC permitiram a contratação direta de serviços e, em contrapartida, estas empresas e instituição puderam divulgar a sua marca em stands virtuais e convidados especiais participaram em palestras, mesas redondas e discussões técnicas ao longo do evento. A empresa ESSS - *Engineering Simulation and Scientific Software* autorizou a participação dos seus profissionais no minicurso de métodos computacionais.

As despesas principais do evento incluíram a contratação das plataformas para streaming e hospedagem virtual do evento, serviços de auxílio à divulgação e de *hosting* (âncora) nas transmissões ao vivo em estúdio. Todos os serviços necessários para a realização do evento foram orçados, com pelo menos três fornecedores, reconhecidos no mercado, sendo a decisão pela contratação baseada na qualidade e confiabilidade do serviço, passando pelo crivo técnico da comissão organizadora e aprovação da diretoria da ABCM. A identidade visual do evento e revisão da plataforma de gerenciamento de artigos foi contratada com a MGStudio, fornecedora destas soluções para a ABCM. O valor total pago para os fornecedores e despesas do evento foi R\$ 420.488,55. Desta forma, o evento resultou em saldo para a ABCM no valor de R\$ 124.755,23.



▶ Receitas		Valor R\$
Inscrições	Nacionais	434.960,00
	Internacionais	2.283,78
Editais de fomento a eventos	FAPESC	50.000,00
	CNPq	48.000,00
Patrocínios		10.000,00
<b>Total:</b>		<b>545.243,78</b>
Despesas		
Identidade visual		1.920,00
Divulgação e hosting		6.500,00
Estruturação e organização		41.345,00
Plataforma virtual		131.640,00
Programador ambiente virtual		15.000,00
Serviço de streaming		220.000,00
Atendimento de secretaria (on-line)		1.800,00
Demais despesas da comissão de organização		2.283,55
<b>Total:</b>		<b>420.488,55</b>
<b>Saldo:</b>		<b>124.755,23</b>

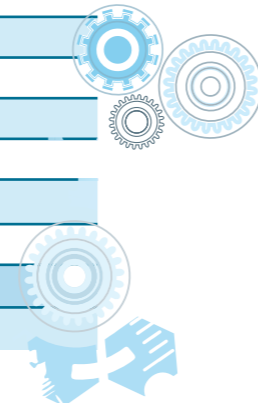


Tabela 2: Balancete simplificado das receitas e despesas do COBEM 2021.

## Programação e atividades científicas

Ao longo do evento, as seguintes palestras e mesas redondas foram apresentadas:

- Mesa redonda de abertura: *Mechanical Engineering - Tailoring the future* com Dr. Evaldo Ferreira Vilela, CNPq, Dr. Pedro Wongtschowski, CNI|MEI, e moderação do Prof. Alvaro Toubes Prata, UFSC.
- Palestra: *Soft, stiffness-controllable robotic systems - future applications and impact*, Prof. Helge Wundermann, UCL.
- Palestra (vídeo): ABCM - Da Fundação à Consolidação, por Prof. Sergio Viçosa Möller, UFRGS.
- Palestra: *The role of the Confea-CREA system in Brazilian society*, por Prof. Reginaldo Sousa, UFGD.
- Palestra: *US Department of Defense Science and Technology Opportunities*, Eng. Rosa L. Santoni, DoD.
- Mesa redonda: *Modelling, Simulation, and Experimental Research for System Development*, Prof. Fernando Catalano, USP-SC, Prof. Petter Krus, LiU, mediação do Prof. Victor J. De Negri, UFSC e Prof. Emilia Villani, ITA.
- Palestra: *Engineering leadership by Innovation: a case of Tupy and Universities Relationship*, M.Sc. Cassio L. de Andrade, Tupy.
- Mesa redonda: *The mechanical engineer for the future*, Prof. Andre L. T. Rezende, IME, Prof. Elizabeth Keller, KTH, M.Eng. Marcio L. Schissatti, Nidec, moderação do Prof. Sérgio L. Gargoni, UFSC.
- Diálogo: *Electric Mobility: Technology trends, solutions and challenges*, Eng. Rodrigo Fumo, Weg e Dr. José Eduardo Fiates, FIESC.
- Palestra: *Industry 4.0 and Cyber Physical Systems - Actual Achievements, Challenges and Application Examples*, Prof. Klaus-Dieter Thoben, BIBA, Univ. of Bremen.
- Palestra: *Towards future mobility; safer and more sustainable transportation*, Dr. Lisa Abom, Nira Dynamics.

Foram também oferecidos os seguintes minicursos:

- *Basics of computational fluid dynamics and applications*, Prof. Clovis R. Maliska, UFSC, M.Sc. Tiago Faria, ESSS, Mr. Luis Gonçalves Silva, ESSS.
- *Patent search methods and tools*, Prof. Estevan Hideki Murai, UFSC.
- *System Simulation of Fluid and Mechatronic Systems*, Prof. Petter Krus, LiU, Dr. Robert Braun, LiU.
- *Cubesat 101*, Profa. Talita Sauter Possamai, UFSC.

## A experiência adquirida e o COBEM 2023

O COBEM 2021 foi um evento 100% remoto, organizado com foco na qualidade, visando o atendimento das expectativas da comunidade de engenharia mecânica e da ABCM. A experiência adquirida no COBEM 2021 consolidou o formato remoto como uma opção para eventos futuros. O formato remoto possibilitou segurança no oferecimento de palestras e mesas-redondas, devido à não necessidade de deslocamento dos convidados, eliminação dos custos com passagens e diárias para os participantes, principalmente, segurança durante o período de afastamento social imposto pela pandemia da Covid-19. Naturalmente o contato pessoal face a face é a melhor opção para a integração entre os participantes e, provavelmente, para uma interação mais marcante e produtiva durante as seções técnicas. Portanto, o formato remoto não elimina a preferência no formato presencial para eventos como o COBEM, mas oferece flexibilidade para a execução de atividades no COBEM e alternativa de redução de custo para eventos menores.



Para o COBEM 2023, planejado como presencial, em Florianópolis, a comissão organizadora buscará manter a qualidade, aproveitar os bons resultados das experiências adquiridas, como a possibilidade de manter algumas atividades com convidados externos em forma remota. Mas, acima de tudo, espera-se recuperar a tradição do COBEM, primordialmente presencial, recheado de bons encontros e boas conversas.

## Comissões organizadoras dos simpósios

O COBEM 2021 teve 17 simpósios, cuja coordenação foi realizada pelas seguintes comissões:

### Engenharia Aeroespacial

Elmer Mateus Gennaro > UNESP|SJBV  
Secretário do Comitê Técnico  
Talita Sauter Possamai > UFSC|EMB  
Comissão Organizadora Local  
Rafael Gigena Cuenca > UFSC|EMB

### Bioengenharia

Edson Antonio Capello Sousa > UNESP  
Secretário do Comitê Técnico  
Carlos Rodrigo de Mello Roesler > UFSC|EMC  
Comissão Organizadora Local

### Combustão

Christian Jeremi Rodriguez Coronado > UNIFEI  
Secretário do Comitê Técnico  
Rafael de Camargo Catapan, UFSC|EMB  
Comissão Organizadora Local  
Andrés Armando Mendiburu Zevallos > UFRGS  
Edson Bazzo > UFSC|EMC

### Dinâmica, Controle, Vibrações e Acústica

Paulo Roberto Gardel Kurka > UNICAMP  
Secretário do Comitê Técnico  
Andre Luis Condino Fajarra > UFSC|EMB  
Comissão Organizadora Local  
Andrea Piga Carboni > UFSC|EMB  
Guilherme Rosa Franzini > USP

### Educação

Sergio Luiz Gargioni > UFSC|EMC  
Comissão Organizadora Local  
Amir Antônio Martins de Oliveira Jr. > UFSC|EMC  
Comissão Organizadora Local

### Energia e Ciências Térmicas

Felipe Roman Centeno > UFRGS  
Secretário do Comitê Técnico  
Renato Machado Cotta > UFRJ  
Secretário do Comitê Técnico de Engenharia Nuclear

Marcia Barbosa Henriques Mantelli > UFSC|EMC  
Comissão Organizadora Local  
Júlio César Passos > UFSC|EMC  
Kleber Marques Lisboa > UFF  
Rogério Gomes de Oliveira > UFSC|EES  
Saulo Guths > UFSC|EMC

### Projeto em Engenharia

Zilda de Castro Silveira > USP|SC  
Secretário do Comitê Técnico  
Cristiano Vasconcellos Ferreira > UFSC|EMB  
Comissão Organizadora Local  
Antonio Wagner Forti > UNESP  
Valdeon Sozo > DIVECON  
Valter Estevão Beal > SENAI CIMATEC

### Mecânica dos Fluidos e Reologia

Roney Leon Thompson > UFRJ  
Secretário do Comitê Técnico  
Jader Riso Barbosa Jr. > UFSC|EMC  
Comissão Organizadora Local  
Luís Orlando Emerich Santos > UFSC|EMB  
Juan Pablo Salazar > UFSC|EMB

### Fratura, Fadiga e Integridade Estrutural

Carlos Chaves > Embraer | ITA  
Secretário do Comitê Técnico  
Eduardo Alberto Fancello > UFSC|EMC  
Comissão Organizadora Local  
Marcelino Guedes Gomes > Pipelinebrazil  
Fábio Gomes de Castro > UNB  
Mariano Arbelo > ITA

### Aquecimento, Ventilação, Condicionador de Ar e Refrigeração

Enio Pedone Bandarra Filho > UFU  
Secretário do Comitê Técnico  
Christian Johann Lasso Hermes > UFSC|EMC  
Comissão Organizadora Local  
Diogo Lôndero da Silva > UFSC|EMB  
Guilherme Borges Ribeiro > ITA

### Materiais e Engenharia de Manufatura

Pablo Deivid Valle > UFPR  
Secretário do Comitê Técnico  
João Carlos Espindola Ferreira > UFSC|EMC  
Comissão Organizadora Local  
Antonio Pedro Novaes de Oliveira > UFSC|EMC  
Armando Albertazzi Gonçalves Jr. > UFSC|EMC  
Cristiano Binder > UFSC|EMC  
Fernando Humel Lafratta > UDESC  
Marcelo Niehues Schlickmann > IFSC  
Milton Pereira > UFSC|EMC  
Régis Henrique Gonçalves e Silva > UFSC|EMC  
Tiago Loureiro Figaro da Costa Pinto > UFSC|EMC

### Mecatrônica e Automação

Rogério Sales Gonçalves > UFU  
Secretário do Comitê Técnico  
Daniel Martins > UFSC|EMC  
Comissão Organizadora Local  
Antonio Carlos Valdiero > UFSC|EMC  
Estevan Murai > UFSC|EGR  
Lucas Weihmann > UFSC|EMB  
Yesid Ernesto Asaff Mendoza > UFSC|EMB

### Nano e Microfluídica e Microsistemas

Elaine Maria Cardoso > UNESP|Ilha Solteira  
Secretário do Comitê Técnico  
Diogo Nardelli Siebert > UFSC|EMB  
Comissão Organizadora Local  
Fabiano Gilberto Wolf > UFSC|EMB

### Fenômenos Não-Lineares

Americo Barbosa da Cunha Junior > UER  
Secretário do Comitê Técnico  
Marcelo Kranjc Alves, UFSC|EMC  
Comissão Organizadora Local  
Angelo Marcelo Tuset > UTFPR  
José Manoel Balthazar > UTFPR  
Samuel da Silva > UNESP

### Engenharia de Petróleo e Offshore

Celso Pupo Pesce > EPUSP  
Secretário do Comitê Técnico  
Emílio Ernesto Paladino > UFSC|EMC  
Comissão Organizadora Local  
Celso Peres Fernandes > UFSC|EMC

### Materiais Inteligentes e Estruturas

Marcelo Amorim Savi > UFRJ  
Secretário do Comitê Técnico  
Paulo Antonio Pereira Wendhausen > UFSC|EMC  
Comissão Organizadora Local  
Carlos Renato Rambo > UFSC|EEL  
Cristiani Campos Pla Cid > IFSC  
Lucas Lisboa Vignoli > UFRJ  
Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco > EFETZRJ  
Vanderson Marcio Dornelas > UFRJ

### Mecânica dos Sólidos

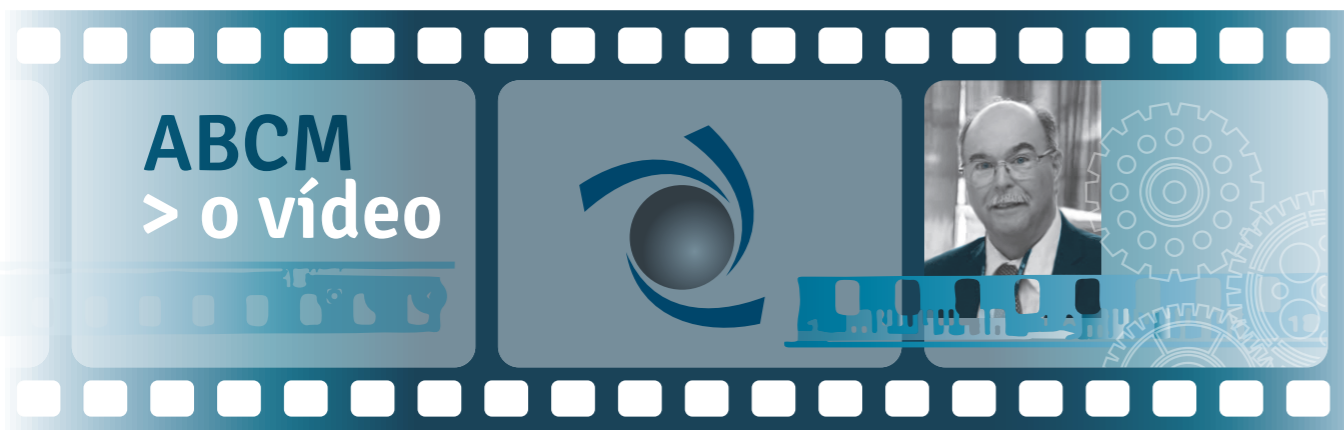
Volnei Tita > USP  
Secretário do Comitê Técnico  
Paulo de Tarso Rocha de Mendonça > UFSC|EMC  
Comissão Organizadora Local  
Pablo Andrés Muñoz Rojas > UDESC

### Quantificação de Incertezas e Modelagem Estocástica

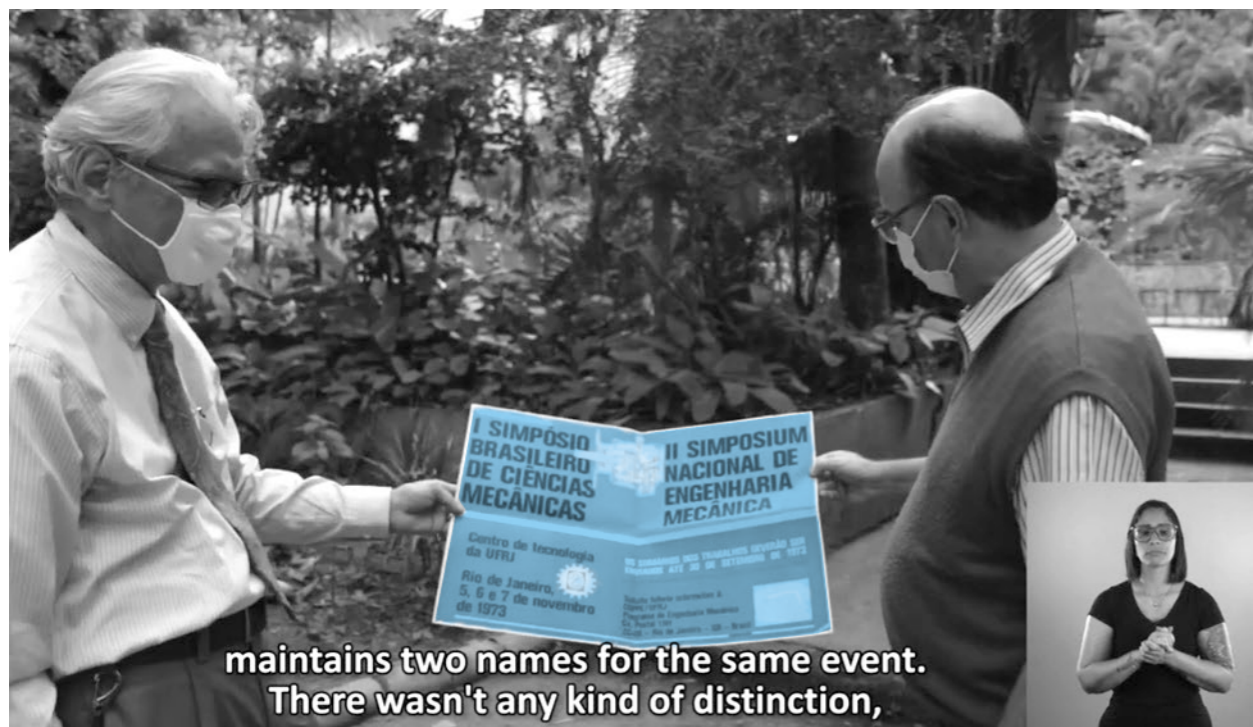
Rubens Sampaio > PUC|Rio

Secretário do Comitê Técnico  
Rafael Holdorf Lopez > UFSC|ECV  
Comissão Organizadora Local  
Leandro Fleck Fadel Miguel > UFSC|ECV  
Roberta de Queiroz Lima > PUC-Rio  
Adriano Fabro > UnB





**Sergio Viçosa Möller**  
Ex-presidente da ABCM



maintains two names for the same event.  
There wasn't any kind of distinction,

Prof. Hans Ingo Weber (e) mostra o pôster do depois denominado II COBEM para o autor.

Pode parecer engraçado, mas eu comecei este texto várias vezes e nunca conseguia fugir daquela expressão do Snoopy, personagem dos quadrinhos, sentado sobre sua casinha de cachorro, com a máquina de escrever, iniciando um livro (nunca acabado) com: “era uma noite escura e tempestuosa”. Basicamente isso. Não era tempestuosa, mas era uma noite escura com

uma garoa fria, quando o Prof. Gherhard Ribatski, então Presidente da ABCM, me ligou, propondo que eu coordenasse um vídeo com entrevistas com ex-presidentes da ABCM.

Eu estava naquele momento muito estranho que talvez muitos de nós passamos: algo parecido entre síndrome da cabana e início de agorafobia. A pandemia recrudescia e parecia que não teria fim.

O início do outono aqui no Sul pareceu aumentar a reclusão das pessoas. Eu aceitei o convite, mas com um temor e uma incredulidade enormes em relação às possibilidades que tínhamos de fazer alguma coisa consistente naquele ano.

Na verdade, meu pensamento foi: “não vai rolar”.

Ao longo das semanas seguintes começamos a conversar sobre o que fazer. Como eu não teria tempo ou possibilidade dado ao quadro da pandemia de fazer uma seleção de empresas de filmagem, convidei a Buena Vista Produtora que já tinha feito trabalhos para nós na ABCM ao tempo que eu era presidente. Entrei em contato com o Leonardo Stenzel que é o proprietário e cuja competência eu realmente reconheço.

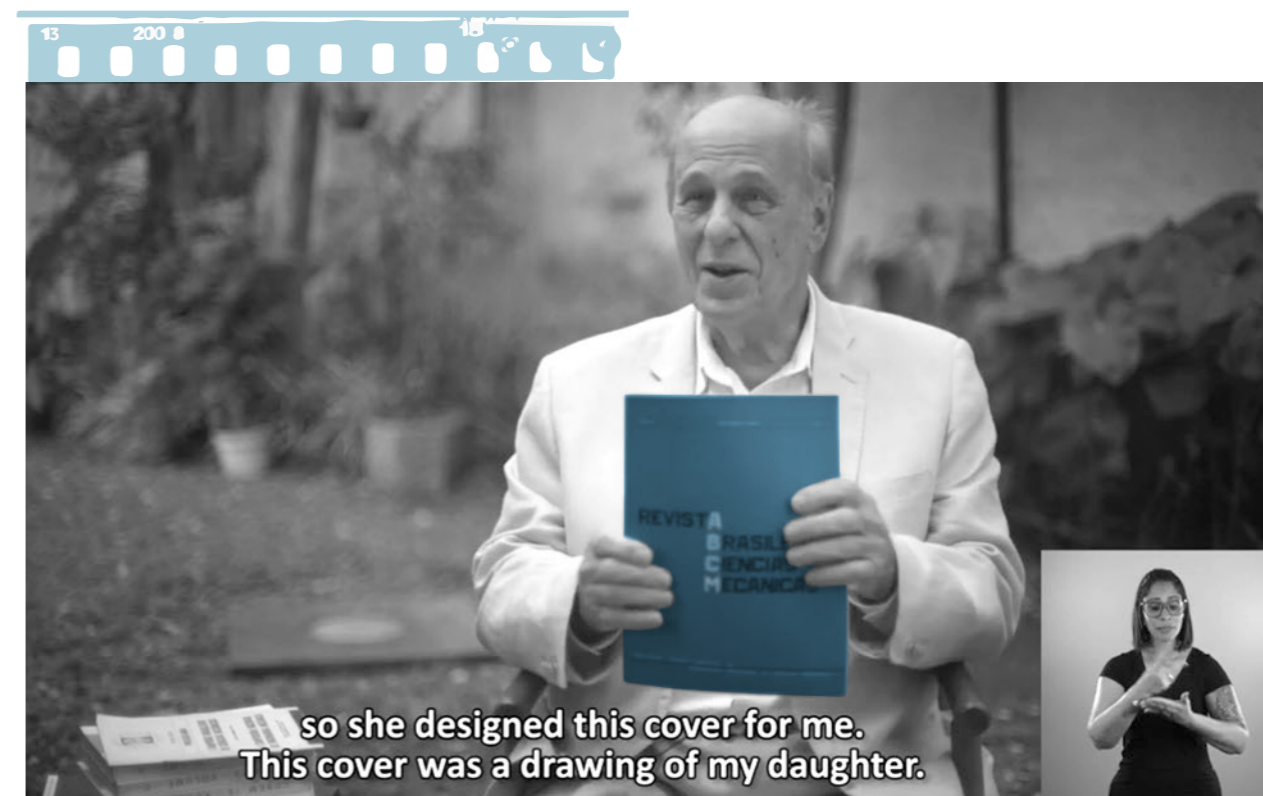
Das conversas com o Prof. Gherhardt e com Leonardo Stenzel, chegamos à conclusão de que este vídeo devia ser histórico, focando os primeiros

25 anos da ABCM, por que e como foi criada, como se desenvolveu e se consolidou.

É interessante observar que, já desde a primeira ligação do Prof. Gherhardt, em março de 2021, até a concretização das entrevistas, foi um longo tempo. A primeira entrevista foi realizada no dia 20 de agosto de 2021, com o Professor Luiz Bevilacqua.

Essa entrevista estava originalmente agendada para o final de agosto, no Rio de Janeiro, no entanto, devido a questões familiares, pedi o Professor Luiz Bevilacqua que ela fosse antecipada, dispondo-se a vir a Porto Alegre, caso não houvesse outra forma. E assim, a entrevista foi realizada na casa de minha mãe, no bairro Três Figueiras, em Porto Alegre.

Eu preparei uma espécie de roteiro, mas a verdade é que, como eu não tinha experiência em entrevistas, eu estava bastante preocupado. Mas o resultado me pareceu muito bom.



so she designed this cover for me.  
This cover was a drawing of my daughter.

Prof. Luiz Bevilacqua mostra a Revista Brasileira de Engenharia Mecânica.

Ao final daquele mês, então, fui para o Rio de Janeiro junto com Leonardo e o Bruno, seu técnico de som. Nós chegamos no Rio no dia 26 de agosto e no dia 27 fomos a Teresópolis fazer entrevista com o professor Sidney Stuckenbruck.

Lá tivemos uma recepção muito acolhedora, e a conversa com o Prof. Sidney foi a mais longa de todas.

No dia seguinte tínhamos agendado as entrevistas



com os professores Carlos Alberto de Almeida e Hans Ingo Weber nas dependências da PUC-Rio. Era sábado, o tempo estava fresco e seco, assim pudemos fazer este trabalho nos jardins da PUC.

À noite, conversei brevemente por telefone com o Prof. Arthur Palmeira Ripper Neto. De forma muito direta, porém gentil, disse que não gostaria de dar a entrevista, estava velho e já não tinha uma boa lembrança nem energia para “essas coisas”. Assim, apesar do esforço anterior já feito pelo Prof. Almeida e por mim, naquela conversa, ficamos sem seu depoimento. Hoje, poucas semanas após seu falecimento, lamento não ter insistido mais um pouco.

No dia seguinte, fizemos filmagens diante do Clube de Engenharia, onde foi a Sede da ABCM durante tantos anos. Filmamos também a nova Sede na Praça Tiradentes, já no final de sua reforma, prestes a ser inaugurada. Dali, fomos ao Campus da UFRJ na Ilha do Fundão, onde fizemos alguns takes do prédio do Centro de Tecnologia, Sede da COPPE, onde foi realizado o III COBEM em 1975, na verdade, o primeiro Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica com esse nome.

Deixamos o Rio de Janeiro com satisfação pelas belíssimas entrevistas que nos foram concedidas, mas ficou a sensação de vazio, por não termos realizado a entrevista com o Prof. Ripper.

Havia também outra lacuna: ainda não tínhamos conseguido agendar uma entrevista com o Prof. Euclides de Carvalho Fernandes, que reside em São José dos Campos e estava ausente naquele período. Fomos salvos pelo Prof. Domingos Rade que, gentilmente, conduziu a entrevista com ele no dia 9 de setembro. Afinal, tínhamos já agendado as entrevistas com os Profs. Arno Blass e Nelson Back no dia 11 de setembro em Florianópolis, e a logística para o deslocamento até São José dos Campos seria muito complicada.

A partir daí o trabalho pesado coube ao Leonardo Stenzel que fez uma seleção primorosa dos momentos mais significativos das entrevistas. Nas semanas que se sucederam às entrevistas, Leonardo e eu conversamos muitas vezes longamente sobre os eventos e a importância de cada um na história da ABCM. A bem da verdade, essas conversas começavam após cada entrevista, algo assim como “os melhores momentos” de uma partida de futebol.

O resultado desse trabalho que envolveu quase um ano entre conversas, longas esperas diante dos recrudescimentos da pandemia, as viagens e

as entrevistas, é o vídeo “ABCM - Da Fundação à Consolidação”, apresentado na sessão de abertura do COBEM 2021, que comemorava o quinquagésimo aniversário do primeiro COBEM, então denominado 1º Simpósio Nacional de Engenharia Mecânica, organizado pelo Prof. Caspar Erich Stemmer, em Florianópolis, em 1971.

As várias narrativas sublinham episódios importantes da nossa história, não apenas os eventos que antecederam e combinaram na fundação de nossa Associação, mas também o trabalho para a criação de uma revista científica e a importância do Prof. Stemmer como incentivador e catalizador dos fatos que levaram à fundação da ABCM em Campinas, em 1975.

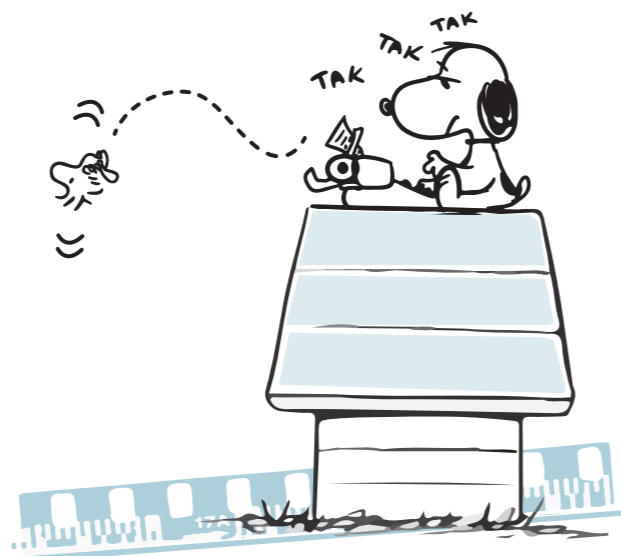
O vídeo mostra o papel inestimável daqueles primeiros presidentes na fundação e consolidação de nossa Associação.

É evidente, que naqueles primeiros anos desde o distante abril de 1975, a ABCM não era nem próxima do que é hoje, mas ao longo do trabalho, uma das coisas que eu aprendi foi que os ideais da ABCM, os ideais daqueles pioneiros que a criaram, se mantêm vivos hoje nas pessoas que organizam eventos, que são editores e editores associados das revistas e das pessoas que trabalham silenciosamente, dia a dia, em prol da Associação.

Devo confessar que, nem durante meus dois mandatos como Presidente da ABCM, tive visão da grandeza desses homens e de sua obra como durante a realização desse vídeo. A eles fica minha homenagem e minha gratidão.

Um bom texto dá muito trabalho.

Snoopy



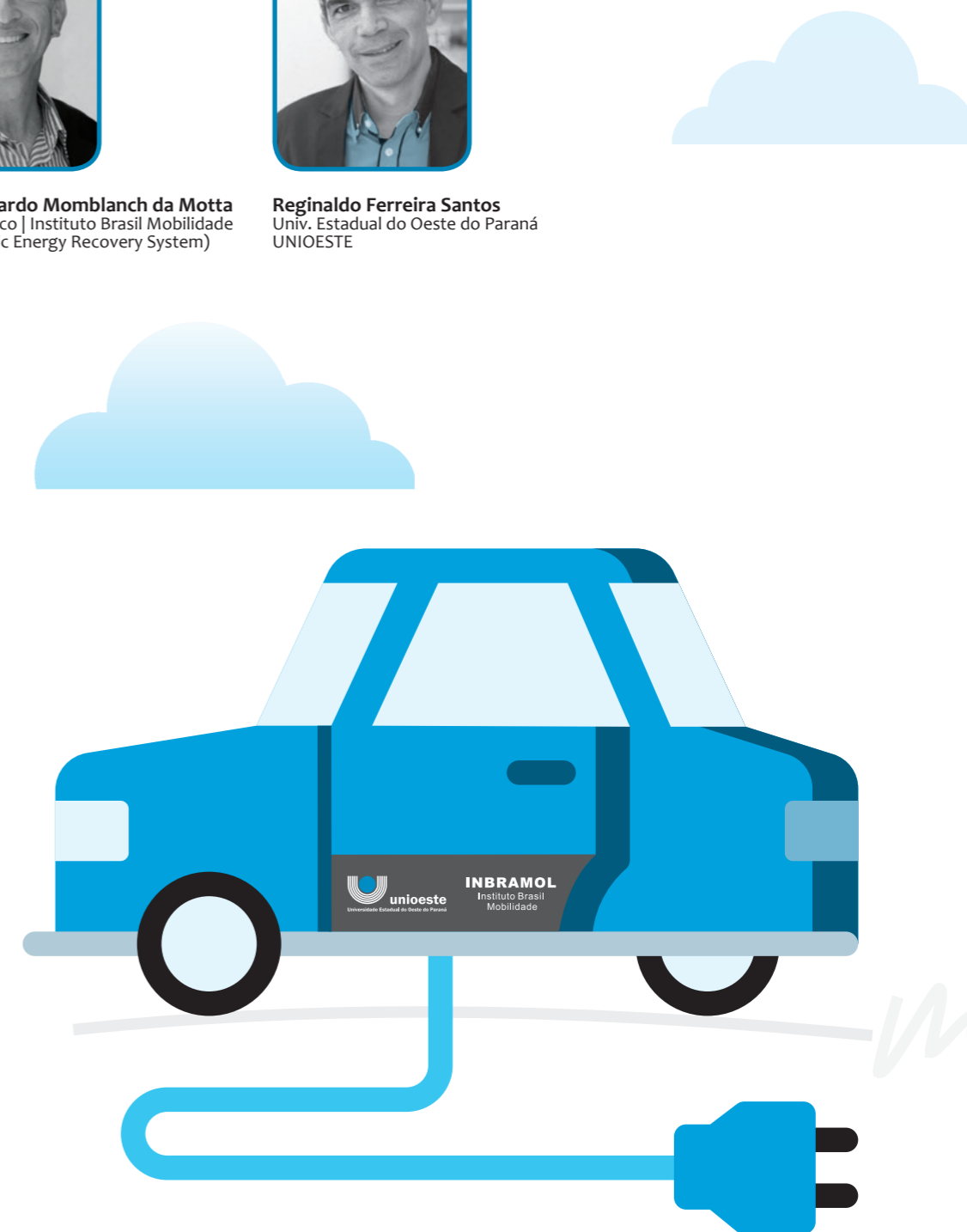
## KERS | Wee: Projeto de uma empresa brasileira de mobilidade sustentável e do desenvolvimento de um veículo elétrico inteligente brasileiro



**Carlos Eduardo Momblanch da Motta**  
Eng. Mecânico | Instituto Brasil Mobilidade  
KERS (Kinetic Energy Recovery System)



**Reginaldo Ferreira Santos**  
Univ. Estadual do Oeste do Paraná  
UNIOESTE



Agradecemos a oportunidade de contar a história de nosso projeto nesta conceituada revista para tão qualificados leitores. Esperamos que nossa experiência contribua para que a chama da inovação e do empreendedorismo brilhe com a contribuição dos profissionais, pesquisadores e acadêmicos de engenharia mecânica em suas várias áreas de conhecimento.

Nosso desafio iniciou quando, em 2005 os engenheiros Carlos Motta e Renato Pompeu observaram em Curitiba que a maioria dos automóveis circulava apenas com o motorista ou com mais um passageiro. Curitiba já ali no início dos anos dois mil começava

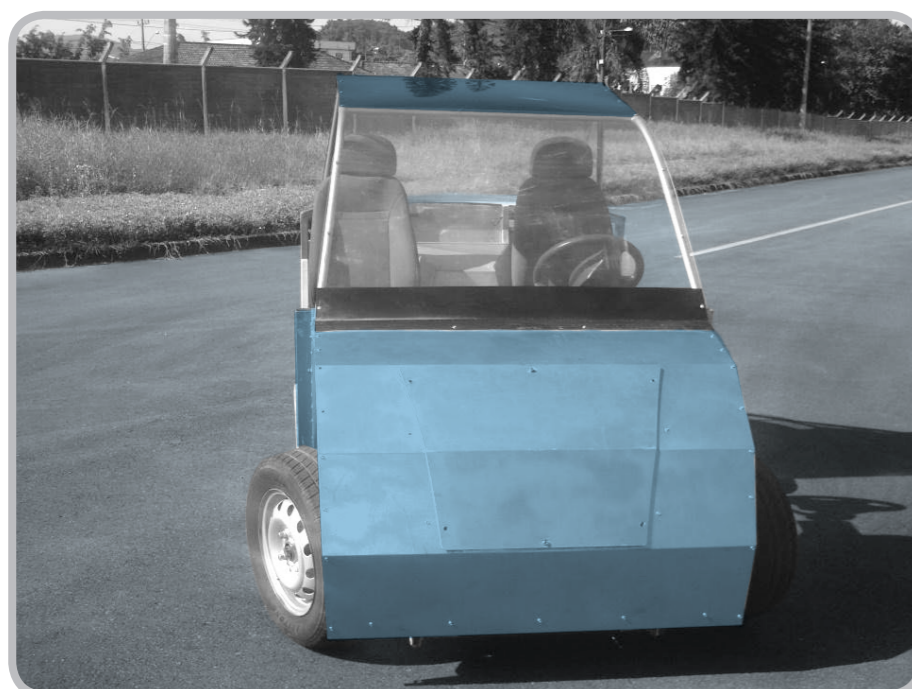
a enfrentar congestionamentos, mas sabíamos que São Paulo tinha, além do problema do tráfego, do estacionamento, também a poluição sonora, atmosférica (tradicionalmente o material particulado e cada vez mais importante os gases de efeito estufa).

Expandindo o raciocínio vimos a oportunidade de se desenvolver um veículo para uso urbano com dois lugares. Leve, compacto, eficiente, consumindo menos energia e ocupando menos espaço para transportar aquele motorista solitário ou com um passageiro adicional. Havia veículos com essas características, mas era um nicho pouco explorado, o da mobilidade urbana.

Da esquerda para a direita:  
Eduardo Batista > WEG,  
Renato Pompeu > UTFPR,  
Carlos Motta > INBRAMOL|KERS,  
Valter Knih > WEG,  
ladeado por dois técnicos do  
Ministério da Fazenda  
e Alex Passos > WEG.



Primeiro protótipo do KERS-Wee, nas dependências da WEG, em julho de 2010.



Definido esse requisito, o projeto de um triciclo invertido aliava algumas características técnicas, mercadológicas e regulatórias vantajosas, como por exemplo, a regulamentação, a eficiência e a quantidade de itens, ao se comparar com automóveis de quatro rodas, a segurança, ao se comparar com motocicletas e triciclos convencionais, com apenas uma roda dianteira e duas traseiras, o espaço interno, nessa mesma base de comparação, além de possibilitar um design realmente diferente, que quebrasse paradigmas na indústria automobilística. A substituição dos automóveis a combustão, aliás, pela sua eficiência, não é mais importante do que a substituição das motocicletas pela sua segurança, haja vista a quantidade de vidas que se perdem e de pessoas que se mutilam e ficam inválidas devido a acidentes envolvendo motocicletas, e o impacto destes na rede de atendimento hospitalar.

Todas as características até aqui citadas, e o conhecimento de que as tecnologias de motores elétricos e sistemas de controle, baterias e seus sistemas de gerenciamento, permitiam que se ousasse desenvolver veículos elétricos para a mobilidade urbana que fossem simples, econômicos, eficientes, com uma autonomia e custo atrativos, por sua aplicação urbana exigir uma autonomia não tão grande quanto a rodoviária, nem tão grande também a sua potência exigida para essa aplicação.

A partir de então foi necessário iniciar o trabalho em várias frentes, o design por um lado, a conceituação mecânica por outro lado, a pesquisa de mercado, e os necessários detalhamentos e adequações de projeto, realizados por diversos profissionais liderados por Carlos Motta, até se chegar ao modelo definitivo. Os levantamentos de custos e investimentos, da cadeia produtiva e das competências necessárias para se enfrentar esse desafio, de se conceber não apenas um veículo, mas uma empresa de tecnologia de mobilidade sustentável. Isto porque, já nessas primeiras pesquisas, foi ficando claro que se tínhamos chances de sucesso nesta empreitada, era porque havia mudanças e estas permitiriam a entrada de novos participantes. Eram novos fornecedores, novos consumidores, diferentes competências. As mesmas anteriores e ainda outras novas.

Nessa equação entraram as energias renováveis, a automação, as tecnologias de armazenamento de energia, de carregamento de baterias e de controle de potência, além de design com o apoio da *Komm Design*, com sua equipe comandada por Roger Rieger, processos de produção, eletrônica, dinâmica veicular, estruturas, e todas as demais já envolvidas na indústria automotiva convencional. E o gerenciamento de mudanças com a indústria em

movimento, com tecnologias emergentes, tornava o jogo tão complexo que nossa posição como uma *start-up* poderia ser um privilégio apesar das dificuldades, notadamente as financeiras.

O mundo está mais acostumado com startups do setor de tecnologia, seja porque era mais intensiva em conhecimento do que em meios de produção, ou devido a ser liderada por jovens mais ligados a computadores, e a indústria metal-mecânica tradicionalmente mais conservadora e intensiva em meios de capital apresentaria maiores dificuldades para produzir empresas embrionárias “de garagem”. Claro, isso se considerando uma centenária indústria automobilística, por exemplo, mas quanto a Ford sabemos que nasceu praticamente na cozinha com Henry testando motores a combustão interna com o auxílio da esposa.

De qualquer maneira estudos já demonstravam que a indústria de veículos elétricos, por disruptiva, abria a possibilidade de surgimento de empresas baseadas no conhecimento, e o conceito de terceirização, outsourcing e mais recentemente Indústria 4.0 vêm ratificar a possibilidade de seguir os modelos consagrados de outras indústrias, com os automóveis elétricos. Mas isso não significaria apenas dois ou três engenheiros criando um unicórnio na garagem sozinhos, pois se demandam, competências multidisciplinares em uma variedade que poucas outras indústrias já viram, se é que existe.

Assim sendo, o projeto ficou após a conceituação, desenvolvimento do *design*, primeiros estudos de mercado e de fornecedores, por um período de incubação relativamente longo. Nesse intervalo, se estudou, exaustivamente, os processos e requisitos necessários para que se chegasse ao final com um produto vendável, na quantidade e preço suficientes para que o negócio fosse sustentável. Nesse mesmo período, também ficou evidente a necessidade de parcerias estratégicas, com outras startups, com provedores de serviços, profissionais, indústrias, pesquisadores independentes, estudantes e Universidades e Centros de Pesquisa. Foi preciso encontrar competências em determinados momentos, que o projeto não poderia manter reunido em uma folha de pagamento e serviços. Nesse intervalo, se encontrou infraestruturas disponíveis em vários locais, os quais não era possível adquirir, naquele momento, para utilização pontual no projeto, por uma empresa iniciante.

E assim foi avançando o projeto, com constante aprendizado e aquisição do DNA dessas partes todas, que contribuíram e contribuem com o desenvolvimento deste empreendimento, contando



sempre com uma estrutura muito enxuta, com parceiros visionários, com um modelo de governança moderno e com o conceito de desenvolvimento colaborativo que permite que o conhecimento seja apropriado ao projeto de uma maneira convergente, agregando valor ao mesmo. Sabíamos que ter um produto atrairia o interesse das partes de que precisávamos, caso contrário poder-se-ia ficar abstrato demais e então, quando se dissipassem as tarefas ou os interesses de determinados indivíduos ou grupos, nada ficaria na memória do projeto que agregasse valor propriamente dito, mensurável e capturável.

<b>Desempenho</b>	Velocidade máxima	100 km/h
	Autonomia	200 km
	Tempo de recarga	4 horas
<b>Dimensões</b>	Comprimento	2,99 m
	Largura	1,64 m
	Altura	1,47 m
	Balanco dianteiro	548 mm
	Balanco traseiro	347 mm
	Peso	600 kg
	Capacidade	2 P
<b>Sistema de potência</b>	Motor	Elétrico, 72V indução, corrente alternada, carcaça de alumínio, ventilação forçada e inversor bidirecional
	Potência	12 kW > 24 kW pico
	Torque	78 Nm > 156 Nm pico
<b>Sistema de baterias</b>	Capacidade	11,5 kWh
	Tipo	Íons de Lítio

Ficha Técnica do KERS Wee.



KERS Wee pronto, janeiro de 2022 na UNIOESTE.

Este conceito fez com que surgissem de nossas iniciativas, demandas ou articulações, o Instituto Brasil Mobilidade - INBRAMOL, organização do

terceiro setor com a missão de realizar pesquisa e desenvolvimento, qualificação e educação em mobilidade sustentável e energias renováveis. Surge

também a Paraná Energia, cooperativa de geração distribuída de energias renováveis, além de diversos trabalhos como TCC's, dissertações, teses e projetos de pesquisa e desenvolvimento, com contribuições recíprocas entre acadêmicos e pesquisadores e o projeto. Um desses grandes trabalhos acadêmicos foi um doutorado em engenharia de produção pela Universidade Federal de Santa Catarina | UFSC, pela Dra. Suzana Moro, que nos auxiliou a desenvolver um modelo de negócio para o compartilhamento de veículos elétricos.

Em andamento, tem-se um projeto com a Universidade Estadual do Oeste do Paraná | Unioeste, apoiado pela Superintendência Geral da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná | SETI, para a criação do Centro de Tecnologia

Automotiva | CTA. Outra atividade relevante é o desenvolvimento de uma plataforma de automação para o veículo "wee" da KERS S/A, empresa constituída entre o Engenheiro Mecânico Carlos Motta, o Economista Gustavo Freire e o Administrador de Empresas Wagner Yonegura, para a industrialização do Wee que deve acontecer a partir de 2023. Na Unioeste está também sendo desenvolvida uma plataforma de automação para veículos elétricos a qual também poderá ser aproveitada para o Wee. Estes trabalhos na universidade estão a cargo do doutorando Cristiano Fernando Lewandoski e demais colaboradores da equipe do Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos, que coordena o Núcleo de Inovação da Unioeste, os quais junto com Carlos Motta assinam este artigo.



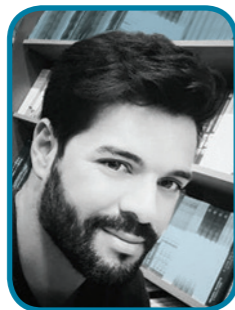
KERS Wee > Tecnologia brasileira de carros elétricos.



# Grafeno e suas diversas aplicações: exemplos e novas possibilidades



**Rogério Valentim Gelamo**  
Univ. Fed. do Triângulo Mineiro  
> ICTE | UFTM



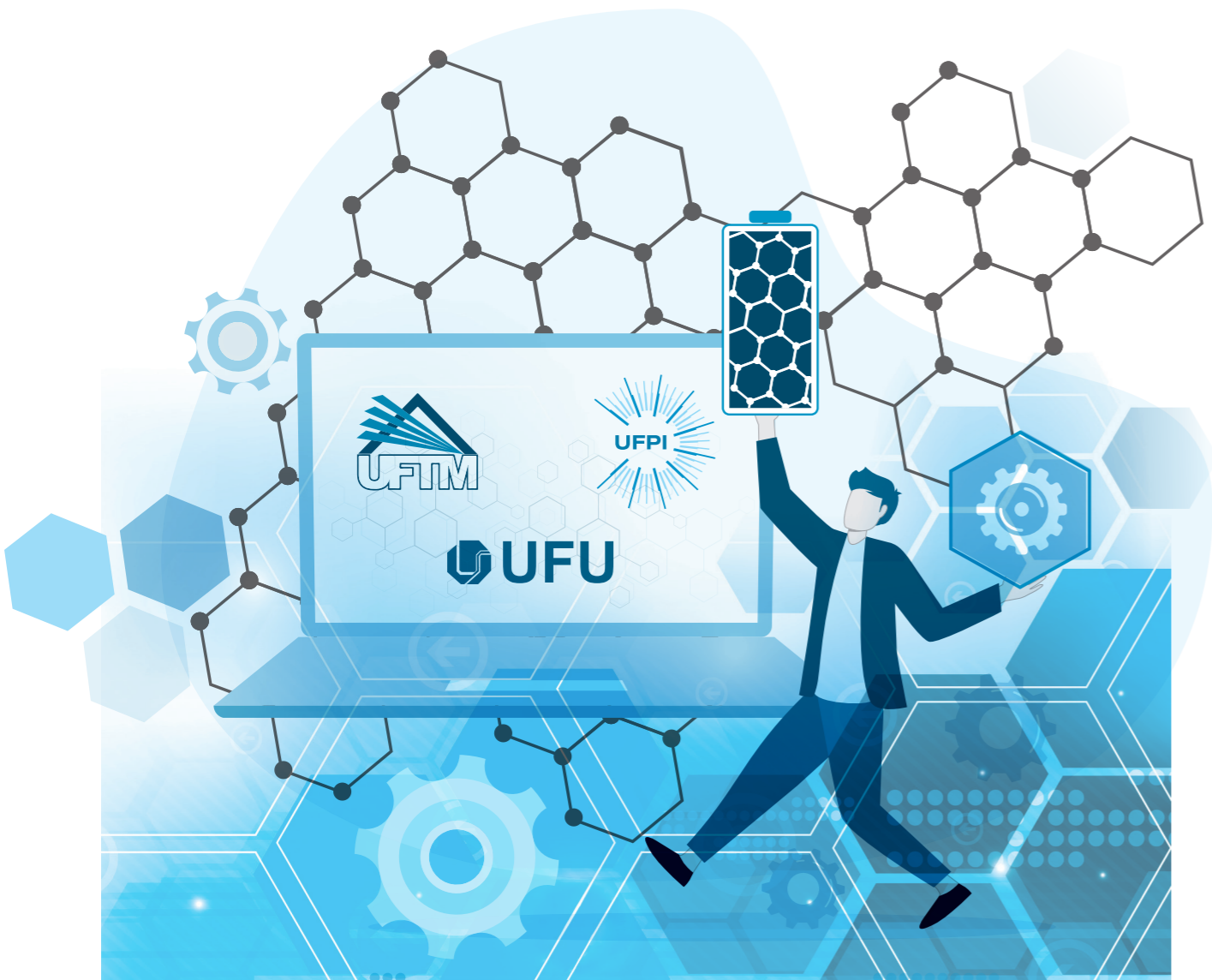
**Jeferson Aparecido Moreto**  
Univ. Fed. do Triângulo Mineiro  
> ICENE | UFTM



**Raphael Lima de Paiva**  
Universidade Federal do Piauí  
> UFPI



**Rosemar Batista da Silva**  
Univ. Federal de Uberlândia  
> UFU



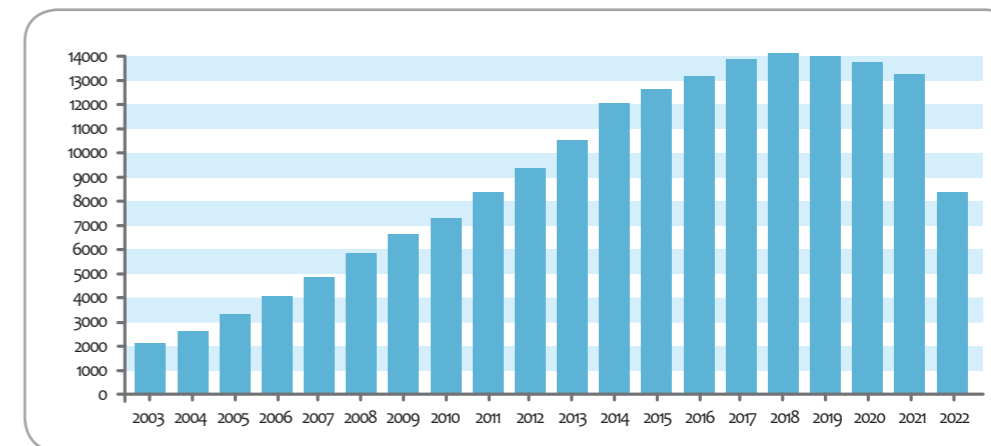
## 1. Introdução

Os seres humanos têm vivenciado um cenário de constantes mudanças e avanços tecnológicos que advêm da execução de inúmeras pesquisas científicas e que buscam melhorar a qualidade e propriedades dos produtos, dos processos, da relação benefício-custo, diminuição de impactos ambientais, bem como a qualidade de vida das pessoas. Neste contexto, grande parte dessa evolução se deve às diversas pesquisas básicas e aplicadas que são realizadas na área de Ciência dos Materiais e de Engenharia, com destaque para sistemas nanoestruturados.

Em uma rápida pesquisa na base de dados da *Web of Science*, é possível observar números impressionantes sobre a realização de pesquisas com sistemas nanoestruturados. Na Figura 1 são apresentadas estas informações para os últimos 20 anos. Como pode ser verificado nos últimos 20 anos

há aproximadamente 133 mil publicações; apenas nos últimos 4 anos, mais de 13 mil artigos científicos foram publicados nessa área de pesquisa ao ano. No que tange a área de Ciência dos Materiais, foi encontrado um total de 65.625 publicações, e grandes avanços foram produzidos com o grafeno.

Este importante material, que é uma estrutura de carbono nanométrica, tem sido extremamente estudado nos últimos 20 anos devido às suas excelentes propriedades físicas e químicas. O grafeno ocupa uma posição de destaque na lista de nanomateriais pesquisados em todo o mundo. De um total de 284.350 publicações, quase 126 mil estão relacionadas à Ciência dos Materiais e 6714 à área de Engenharia Metalúrgica. É importante destacar que uma média de aproximadamente 40 mil publicações ao ano foram efetuadas nos últimos 03 anos e se encontram no banco de dados *Web Of Science*.



2,046 biochemistry molecular		4,858 engineering chemical	2,015 mat. science bioma		
5,226 chemistry analytical	42,025 chemistry physical		2,509 mat. science ceramics	5,586 materials science coatings films	78,358 materials science multidisciplinary
3,372 chemistry inorganic nuclear	4,504 crystallography	9,874 engineering electrical electronic			
	7,720 electrochemistry	1,967 engineering	5,165 metallurgy metallurgical engineering		42,443 nanoscience nanotechnology
42,021 chemistry multidisciplinary	6,182 energy fuels	3,758 instruments instrumentation	4,084 multidisciplinary sciences		11,183 optics

Figura 1: Evolução do número de artigos publicados nos últimos 20 anos relacionados ao tema nanoestruturas. Fonte *Web of Science* 30/05/2022.



Estudos são realizados com este material há mais de 60 anos (ZHEN; ZHU, 2017). Todavia, somente no ano de 2004 é que o grafeno foi obtido e isolado com sucesso por Geim e Novoselov (NOVOSELOV *et al.*, 2004), utilizando o método de clivagem mecânica. A confecção e o estudo de um transistor de efeito de campo (do inglês, *Field Effect Transistor* - FET) concedeu aos pesquisadores mencionados o prêmio Nobel de Física no ano de 2010. O grafeno possui uma estrutura atômica hexagonal e bidimensional. Os átomos de carbono apresentam hibridização  $sp^2$ , sendo 2 ligações  $\pi$  entre os planos e 3 fortes ligações  $\sigma$  com ótima estabilidade unindo os átomos e formando os hexágonos. A espessura de uma monocamada de grafeno é de aproximadamente 0,35 nm, apresentando uma estrutura muito estável e resistente. No que diz respeito às camadas de hexágonos, essas são sobrepostas entre si por interações de *Van der Waals* e, portanto, podem ser mais facilmente rompidas.

O grafeno pode ser obtido a partir de grafite natural através de métodos físicos ou químicos de clivagem de modo a esfoliar, desprender as monocamadas que formam o cristal de grafite. Além disso, outros processos, tais como: deposição química em fase vapor

(do inglês, *Chemical Vapor Deposition* - CVD) ou plasmas reativos têm sido utilizados para sintetizar grandes folhas de grafeno sobre substratos diversos, com posterior remoção dessa estrutura para montagem de dispositivos eletrônicos, sensores etc.

Considerando a produção do grafeno em grande escala, o método de expansão térmica da grafite e posterior esfoliação mecânica tem se mostrado bastante promissor e eficaz (ROUXINOL *et al.*, 2010). Ademais, vale ressaltar que as partículas produzidas por este método apresentam boas propriedades físicas e químicas, podendo ser utilizadas em diversas aplicações, tais como: nanofluidos, eletrodos para baterias ou supercapacitores, sensores etc. Neste ponto, torna-se extremamente importante ressaltar, que o Brasil possui uma das maiores reservas de grafite do mundo. Desta forma, o desenvolvimento de pesquisas inovadoras e aplicadas com o grafeno deve ser considerado pelo nosso País. Essas informações só reforçam a necessidade do apoio do setor público e da iniciativa privada para a realização de pesquisas cada vez mais robustas. Na Figura 2 é mostrada a evolução do número de artigos publicados nos últimos 20 anos e que estão relacionados com o tema grafeno.

Devido às suas boas propriedades físicas, o grafeno pode ser utilizado em inúmeras aplicações tecnológicas. O grafeno possui uma condutividade elétrica de aproximadamente  $1738 \text{ S m}^{-1}$  ( $59,6 \times 10^6 \text{ S m}^{-1}$  para o cobre puro). Além disso, vale salientar que este material também pode apresentar comportamento semicondutor (LEE, Jin Ho; PARK; CHOI, 2019). A condutividade térmica pode alcançar valores da ordem de  $5000 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$  (BALANDIN, 2011) ( $401 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$  para o cobre puro), apresentando uma temperatura de fusão de  $3697 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Além disso, a estrutura bidimensional do grafeno (formada pelos átomos de carbono intensamente ligados) permite com que este material apresente excelentes propriedades mecânicas, tais como: módulo de Young, podendo atingir um valor de até 1100 GPa ( $\sim 102 \text{ GPa}$  para o cristal de diamante natural) e resistência à fratura de 125 GPa (LEE, Jin Ho; PARK; CHOI, 2019), permitindo que o material resista a centenas de ciclos de carga e descarga com um intervalo de tensão de 5,6 GPa (SUN *et al.*, 2021). Devido a essas propriedades supracitadas, o uso dessa nanoestrutura vem aumentando ao longo dos anos, permitindo inúmeras aplicações tecnológicas. Do ponto de vista de aplicações na área de Engenharia Mecânica, observa-se grande uma quantidade de trabalhos em diferentes subáreas, como serão descritos na próxima seção.

## 2.1. Nanocompósitos de matriz cerâmica

De forma geral, os nanocompósitos de matrizes cerâmicas apresentam altos valores de dureza (porém com certa fragilidade), baixa tenacidade e uma alta taxa de propagação de trincas por fadiga em suas estruturas. Além disso, eles possuem baixos valores de condutividade elétrica e térmica.

Dentro da classe dos nanocompósitos, o grafeno surge como um material bastante promissor para ser utilizado na síntese desses materiais, uma vez que proporciona melhorias nas propriedades dos compósitos. Como reportado por Omanovi *et al* (2020), a utilização do grafeno em matrizes compostas por zircônia, nitrato de silício e borosilicato apresentou interessantes resultados para aplicações na área médica, militar, aeroespacial e na construção civil. Considerando a área de construção civil, a adição de grafeno (mesmo que em baixíssimas quantidades), promoveu o melhoramento das propriedades de argamassas e concretos: aumento de 140 % na resistência à tração e  $\sim 120 \%$  na resistência à compressão. Além disso, o grafeno pode atuar como agente redutor de microtrincas e pode aumentar condutividade térmica da argamassa (E SILVA *et al.*, 2017). A adição de grafeno (0,75 de grafeno em massa) em matriz de alumina, sinterizada por método convencional, promoveu um aumento de 75% na microdureza e 40% na tenacidade à fratura (BARBOSA PEREIRA *et al.*, 2022).

## 2.2. Nanocompósitos de matriz polimérica

Os nanocompósitos de matriz polimérica são compostos por uma matriz de polímero com a adição de algum elemento nanoestruturado. Neste caso, os materiais nanoestruturados mais utilizados são os nanotubos de carbono, grafeno e outras estruturas uni ou bidimensionais. Esses elementos adicionados são chamados de agentes de preenchimento (do inglês *fillers*) (OMANOVI *et al.*, 2020). A adição de pequenas quantidades de *fillers* nas matrizes poliméricas promove mudanças nas propriedades dos materiais, o que é atribuído às interações em

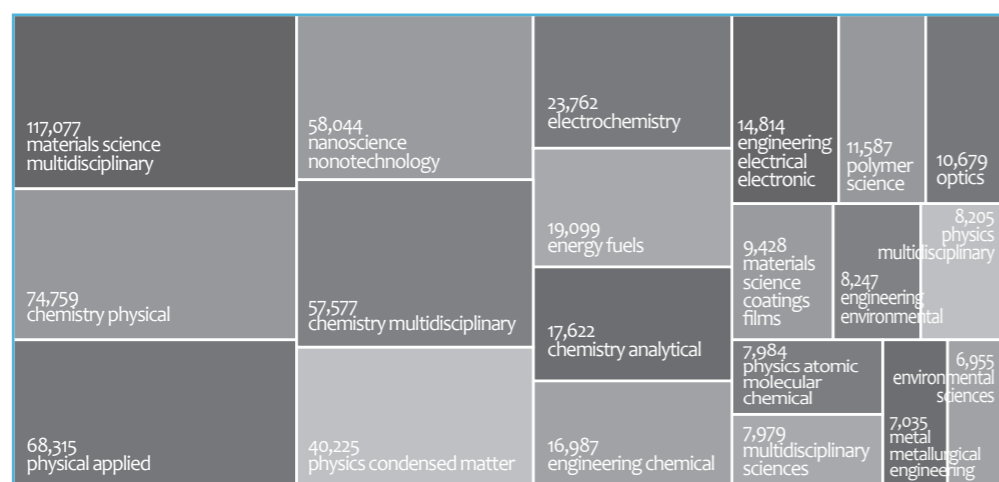
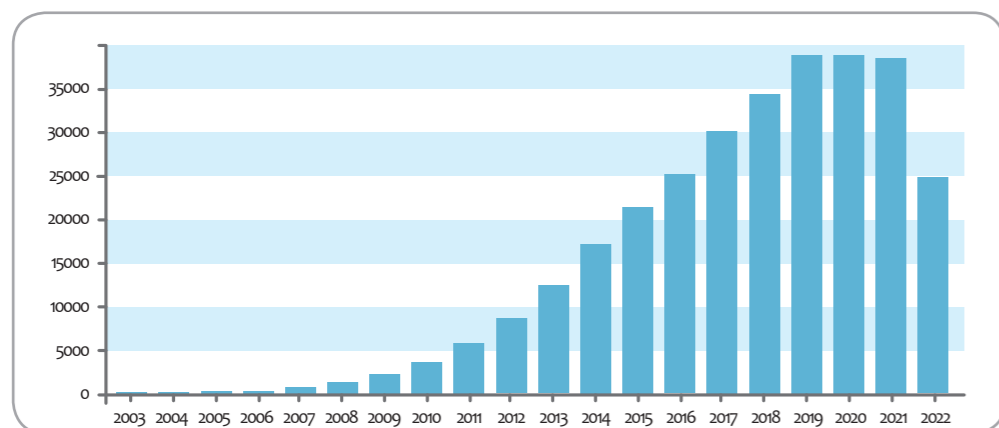


Figura 2: Evolução do número de artigos publicados nos últimos 20 anos relacionados ao tema grafeno. Fonte Web Of Science 30/05/2022.

nível molecular entre esses compostos. De forma geral, a adição de *fillers* promove uma melhoria nas propriedades térmicas (alta estabilidade) e assim aumentando a dureza, módulo de elasticidade, resistência à abrasão, capacidade de barreira aos gases, dentre outras. Como exemplos de aplicações, sabe-se que as indústrias aeronáutica e aeroespacial têm usado o grafeno como agente de preenchimento em matriz epóxi, resultando no melhoramento das propriedades tribológicas e temperaturas mais elevadas. O poliacetato de vinila (PVA) e o polimetilmetacrilato (PMMA) contendo o grafeno como material de preenchimento, por exemplo, vêm sendo estudados para diversas aplicações tecnológicas. Levando em conta as aplicações tecnológicas que requerem uma boa condutividade elétrica, tais como: sensores, supercapacitores, baterias e células fotoelétricas, destaca-se a utilização do grafeno combinada com Polianilina (PANI), resina fenólica, poliestireno (OS), polidimetilsiloxano (PDMS), álcool polivinílico (PVA), dentre outros. Na área médico-odontológica também são encontrados muitos trabalhos que relatam melhorias nas propriedades dos materiais com emprego de grafeno: regeneração óssea, reparos de tecidos, transporte de medicamentos no organismo (Drug delivery), tratamento de tumores, reparação de tecido nervoso, implantes e próteses e superfícies antimicrobianas (LIU *et al.*, 2021).

### 2.3. Nanocompósitos de matriz metálica

Os nanocompósitos de matriz metálica são compostos por metais ou matriz de liga metálica com adição de algum componente nanoestruturado que forneça reforço a esse material. Em geral os nanocompósitos de matriz metálica apresentam alta ductibilidade, tenacidade, resistência mecânica e módulo de elasticidade. Esse tipo de material vem sendo bastante utilizado pela indústria aeroespacial, automotiva e biomédica. Na área biomédica, aplicações envolvendo o grafeno e o óxido de grafeno, são relatadas principalmente na regeneração de tecidos cardíacos, neurológicos e ósseos. Ademais, essas nanoestruturas vêm sendo utilizadas para o monitoramento de determinadas enzimas, vírus e outros compostos biológicos. No que diz respeito ao setor odontológico, a inserção de grafeno em implantes à base de titânio (Ti) tem promovido um melhoramento nas propriedades biofuncionais destes dispositivos. Para finalizar, os nanocompósitos à base de zircônia e grafeno propiciaram uma menor proliferação de bactérias e uma melhora das propriedades mecânicas de implantes (LIU *et al.*, 2021).

### 3. Nanofluidos

A dispersão de partículas sólidas com dimensões nanométricas (< 100 nm) em um determinado fluido base é conhecido como nanofluido (DEVENDIRAN; AMIRTHAM, 2016). Os nanofluidos normalmente apresentam, em comparação ao fluido base, uma melhora de desempenho no que diz respeito as propriedades de transferência de calor como, por exemplo, a condutividade térmica. A razão para essa melhora, de acordo com (ARSHAD *et al.*, 2019), está associada ao movimento das nanopartículas no fluido e a colisão entre elas, o que favorece a transferência de calor pelo meio sólido-sólido. Como observado por (SHEN; SHIH; TUNG, 2008) um aumento de até 11% na condutividade térmica do nanofluido a base de óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ) em relação ao fluido base (água deionizada) pode ser obtido. Quando misturado à água em baixíssimas quantidades, o grafeno pode melhorar a eficiência térmica de um sistema de coleta de energia solar em mais de 20% (SAMPAIO *et al.*, 2019).

Além da condutividade térmica, os nanofluidos também apresentam, normalmente, uma melhora na capacidade de lubrificação. De acordo com (LEE, Kwangho *et al.*, 2009), uma possível explicação para o aprimoramento da capacidade de lubrificação nos nanofluidos está associada com mecanismos envolvendo o efeito de rolamento das nanopartículas, formação de tribo-camadas, preenchimento e efeito polimento. Neste sentido, o aprimoramento nas capacidades de refrigeração e lubrificação dos nanofluidos em relação aos fluidos base despertou o interesse na utilização deles em diversas aplicações, incluindo processos de usinagem e sistemas de refrigeração (SINHA *et al.*, 2017).

Dentre as diversas partículas sólidas de dimensões nanométricas, o grafeno se destaca para utilização em nanofluidos devido suas propriedades físicas já mencionadas anteriormente, principalmente sua elevada condutividade térmica. (SAMUEL *et al.*, 2011) mediram a condutividade térmica e viscosidade cinemática de nanofluidos a base de plaquetas de grafeno (GPL) em diferentes concentrações de nanopartículas e observaram um aumento em ambas as propriedades conforme mostrado na Figura 3. Além disso, é importante ressaltar que até mesmo a aparência do fluido base é alterada com a adição de grafeno, tornando sua coloração escura conforme mostrado na Figura 4.

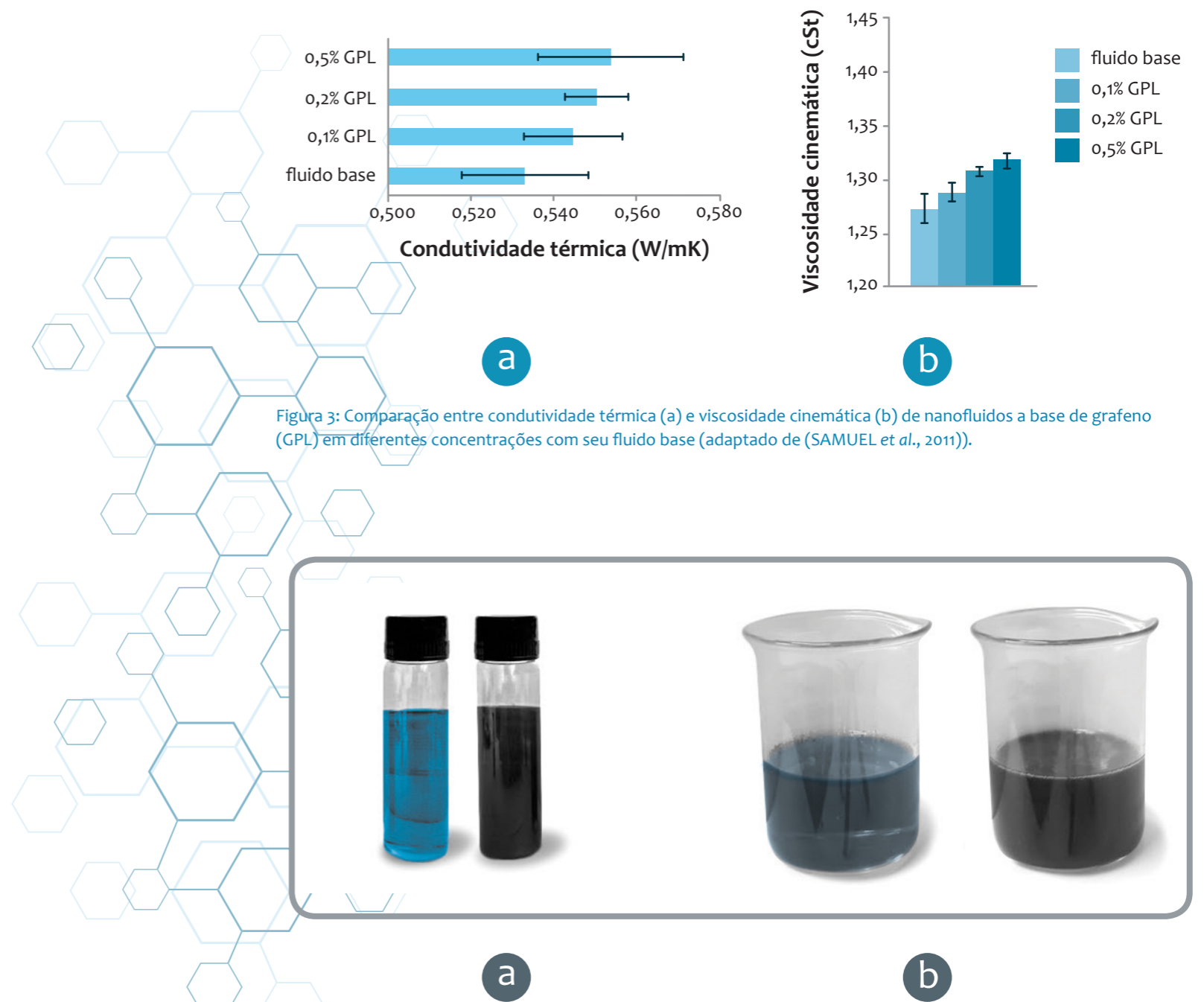


Figura 3: Comparação entre condutividade térmica (a) e viscosidade cinemática (b) de nanofluidos a base de grafeno (GPL) em diferentes concentrações com seu fluido base (adaptado de (SAMUEL *et al.*, 2011)).

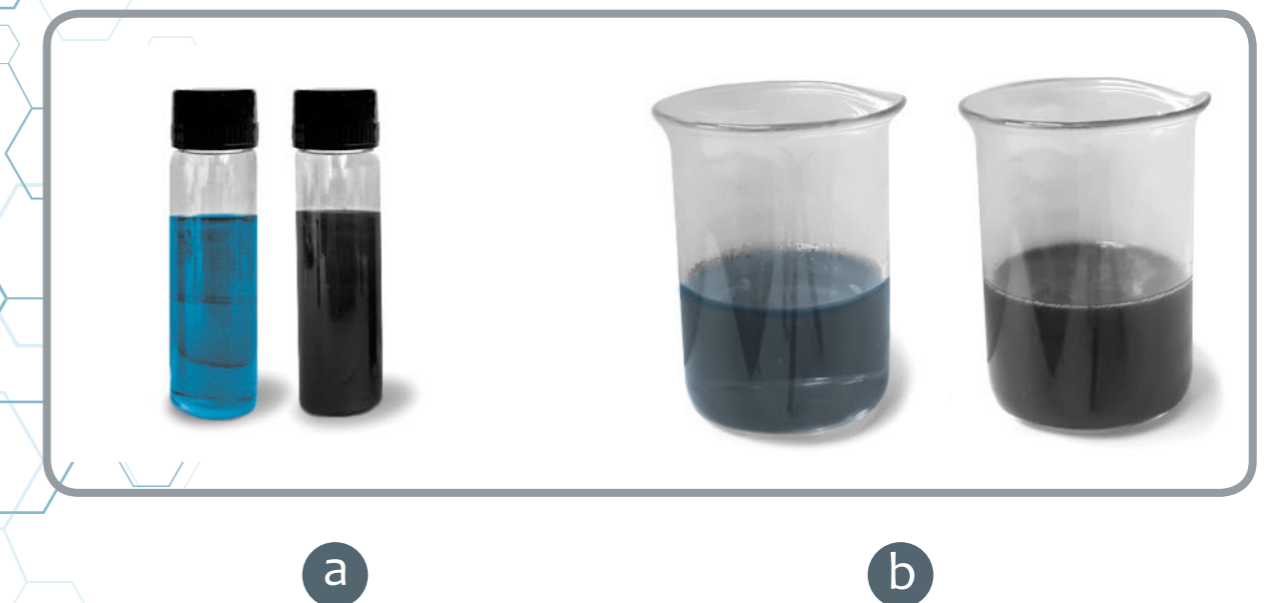


Figura 4: (a) Fluido base LB2000 sem adição (à esquerda) e com adição de grafeno (adaptado de (LI *et al.*, 2019)). (b) Fluido base Vasco 7000 sem adição (à esquerda) e com adição de grafeno multicamadas (fonte: próprio autor).

Em processos de usinagem, em que a aplicação de fluidos de corte é muitas vezes fundamental para o sucesso da operação, (DE OLIVEIRA; DA SILVA; GELAMO, 2019) aplicaram nanofluidos a base de grafeno multicamadas como fluido de corte na retificação da superliga Inconel 718. Este tipo de

atmosfera de usinagem tem sido conhecida como fluidos híbridos, uma vez que partículas de grafeno foram adicionadas em fluido de corte. Os autores observaram que os nanofluidos, aplicados via técnica de mínima quantidade de lubrificação (MQL), contribuíram para reduzir a rugosidade da superfície



retificada (melhorando o acabamento) bem como diminuir a quantidade e dimensões de micro trincas presentes na superfície usinada, principalmente quando utilizada a concentração de 0,05% em peso, conforme mostrado na Figura 5 (a) e Figura 5 (b), respectivamente. De acordo com os autores, a presença do grafeno no fluido de corte aprimorou as capacidades de refrigeração e lubrificação, melhorando, portanto, as condições térmicas e tribológicas na zona de corte.

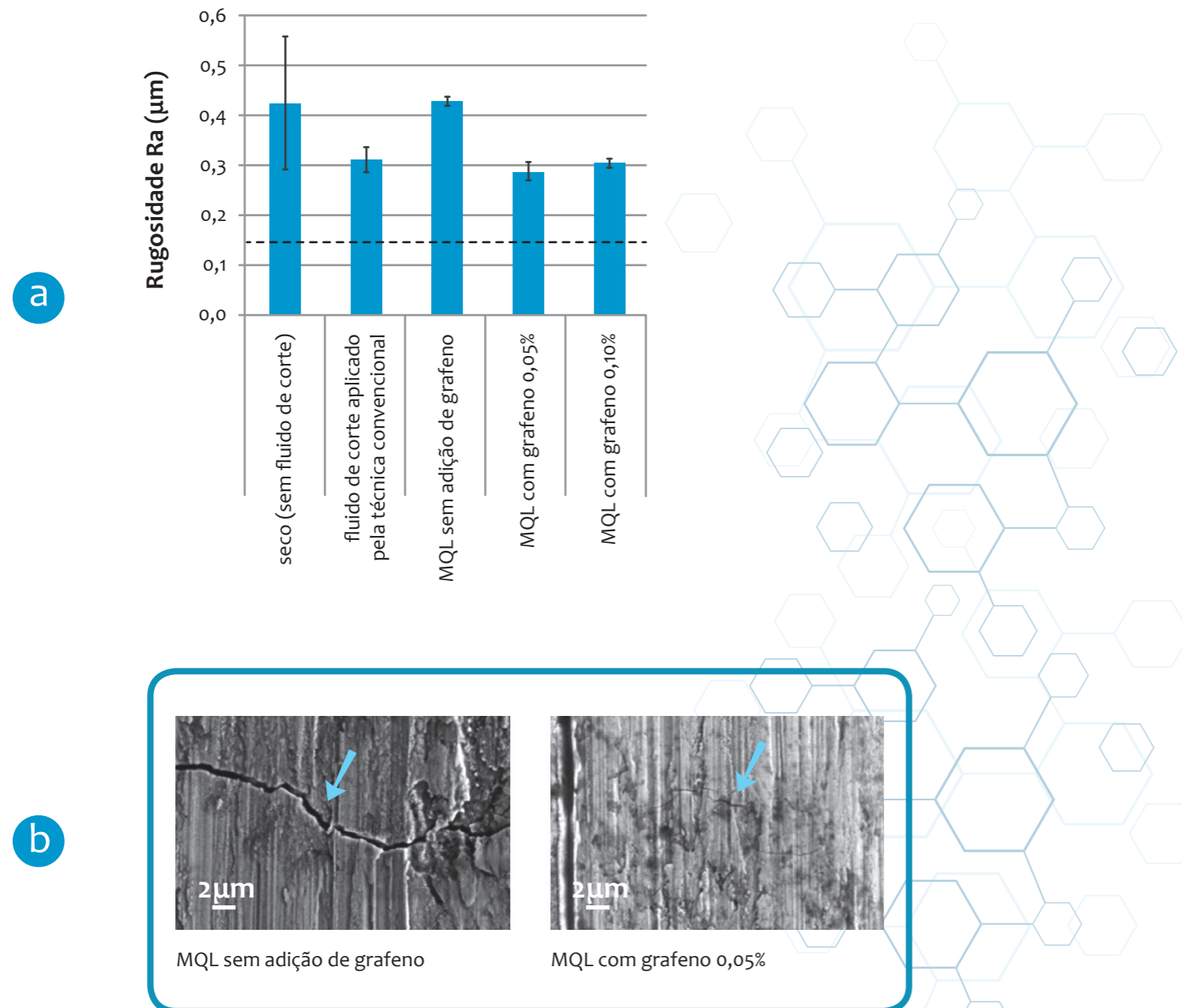


Figura 5: Rugosidade (a) e morfologia da superfície (b) usinada com diferentes condições de lubri-refrigeração (adaptado de (DE OLIVEIRA; DA SILVA; GELAMO, 2019)).

Em trabalho semelhante do mesmo grupo de pesquisa LEPU (DE SOUZA RUZZI et al., 2021) também utilizaram, via técnica MQL, nanofluidos a base de grafeno multicamadas na retificação das superligas Inconel 718 e Inconel 625. Os autores pontuaram que, no geral, a presença de grafeno multicamadas na zona de contato melhorou as condições de lubrificação na retificação de ambos os materiais, favorecendo o mecanismo de remoção de material predominante em cada caso.

Na usinagem de aços, (BALDIN et al., 2021) avaliaram diferentes nanofluidos a base de grafeno no fresamento do aço AISI 1045 ao testarem três diferentes tipos de fluido base (dois de base vegetal e um de base mineral) e duas concentrações de grafeno (0,05% e 0,1% em peso). Os resultados mostraram que a eficiência do nanofluido em reduzir a taxa de desgaste da ferramenta e a rugosidade da superfície usinada depende fortemente do tipo de fluido base e concentração de grafeno. Melhores resultados foram observados para os fluidos de base vegetal e maior concentração de grafeno, que proporcionou até 36% de aumento na vida útil da ferramenta de corte.

Ainda na usinagem de aços, (DE PAIVA et al., 2020) testaram diferentes concentrações de grafeno multicamadas disperso em fluido de corte de base vegetal aplicado via técnica MQL na retificação do aço endurecido SAE 52100. Os autores observaram que a concentração de grafeno no nanofluido foi estatisticamente significativa para os resultados de rugosidade da superfície retificada. Em comparação ao fluido base, concentrações de grafeno inferiores a 0,050% em peso contribuíram para reduzir a rugosidade e diminuir defeitos da superfície retificada, sem afetar a energia consumida no processo. Segundo os autores, a presença de grafeno na zona de corte contribui para a formação de tribo-camadas, as quais favorecem a lubrificação na zona de corte e, consequentemente, a remoção de material.

Em trabalho semelhante, (ABRÃO et al., 2021) avaliaram diferentes condições de lubri-refrigeração na retificação do aço endurecido SAE 52100, incluindo nanofluido a base de grafeno aplicado via técnica MQL. Em comparação ao fluido base e aplicação convencional de fluido de corte, os autores observaram que a utilização do nanofluido contribuiu para reduzir a rugosidade da superfície retificada, principalmente para condições de corte mais severas. Além disso, a retificação com nanofluidos apresentou uma redução significativa em danos de origem térmica

no componente retificado, o que foi atribuído à maior capacidade de lubrificação do nanofluido, resultando em menor geração de calor na zona de corte.

Assim, o horizonte para o desenvolvimento de novos materiais e processos com o uso de grafeno é bastante promissor. Uma boa parcela das pesquisas mundiais com esse material é feita no Brasil e parcerias entre pesquisadores e empresas seria de grande importância para gerar mais produtos e recursos para todos os entes envolvidos.

## Referências Bibliográficas

ABRÃO, B. S. et al. Improvements of the mql cooling-lubrication condition by the addition of multilayer graphene platelets in peripheral grinding of sae 52100 steel. *Lubricants*, v. 9, n. 8, 2021. DOI: 10.3390/lubricants9080079..

ARSHAD, A. et al. A review on graphene based nanofluids: Preparation, characterization and applications. *Journal of Molecular Liquids*, v. 279, p. 444–484, 2019. DOI: 10.1016/j.molliq.2019.01.153..

BALANDIN, A. A. Thermal properties of graphene and nanostructured carbon materials. *Nature Materials*, v. 10, n. 8, p. 569–581, 2011. DOI: 10.1038/nmat3064..

BALDIN, V. et al. Effect of graphene addition in cutting fluids applied by mql in end milling of aisi 1045 steel. *Lubricants*, v. 9, n. 7, p. 1–14, 2021. DOI: 10.3390/lubricants9070070..

BARBOSA PEREIRA, C. G. et al. Reducing atmosphere to manufacture graphene alumina composite. *Ceramics International*, v. 48, n. 12, p. 17143–17148, 2022. DOI: 10.1016/j.ceramint.2022.02.270..

DE OLIVEIRA, D.; DA SILVA, R. B.; GELAMO, R. V. Influence of multilayer graphene platelet concentration dispersed in semi-synthetic oil on the grinding performance of Inconel 718 alloy under various machining conditions. *Wear*, v. 426–427, n. January, p. 1371–1383, 2019. DOI: 10.1016/j.wear.2019.01.114..

DE PAIVA, R. L. et al. Experimental study of the influence of graphene platelets on the performance of grinding of SAE 52100 steel. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 110, n.

1-2, 2020. DOI: 10.1007/s00170-020-05866-x..

DE SOUZA RUZZI, R. et al. Study on grinding of Inconel 625 and 718 alloys with cutting fluid enriched with Multilayer Graphene Platelets. *Wear*, v. 40, n. 3, p. 203697, fev. 2021. DOI: 10.1016/j.wear.2021.203697..

DEVENDIRAN, D. K.; AMIRTHAM, V. A. A review on preparation, characterization, properties and applications of nanofluids. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 60, p. 21-40, 2016. DOI: 10.1016/j.rser.2016.01.055..

E SILVA, R. A. et al. Enhanced properties of cement mortars with multilayer graphene nanoparticles. *Construction and Building Materials*, v. 149, 2017. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.05.146..

LEE, J. H.; PARK, S. J.; CHOI, J. W. Electrical property of graphene and its application to electrochemical biosensing. *Nanomaterials*, v. 9, n. 2, 2019. DOI: 10.3390/nano9020297..

LEE, K. et al. Understanding the role of nanoparticles in nano-oil lubrication. *Tribology Letters*, v. 35, n. 2, p. 127-131, 2009. DOI: 10.1007/s11249-009-9441-7..

LI, M. et al. Parameter optimization during minimum quantity lubrication milling of TC4 alloy with graphene-dispersed vegetable-oil-based cutting

fluid. *Journal of Cleaner Production*, v. 209, p. 1508-1522, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.11.147..

LIU, Y. et al. Research progress on the biomedical uses of graphene and its derivatives. *Xinxing Tan Cailiao/New Carbon Materials*, v. 36, n. 4, p. 779-793, 2021. DOI: 10.1016/S1872-5805(21)60073-2. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S1872-5805\(21\)60073-2](http://dx.doi.org/10.1016/S1872-5805(21)60073-2).

NOVOSELOV, K. S. et al. Electric field in atomically thin carbon films. *Science*, 2004. DOI: 10.1126/science.1102896..

OMANOVI, E. et al. Omanović-Miklićanin2020\_Article\_NanocompositesABriefReview.pdf. p. 51-59, 2020.

ROUXINOL, F. P. et al. Low contact resistivity and strain in suspended multilayer graphene. *Applied Physics Letters*, v. 97, n. 25, p. 1-4, 2010. DOI: 10.1063/1.3528354..

SAMPAIO, P. et al. Experimental analysis applied to an evacuated tube solar collector equipped with parabolic concentrator using multilayer graphene-based nano fluids. v. 138, p. 152-160, 2019. DOI: 10.1016/j.renene.2019.01.091..

SAMUEL, J. et al. Graphene colloidal suspensions as high performance semi-synthetic metal-working fluids. *Journal of Physical Chemistry C*, v. 115, n. 8, p. 3410-3415, 2011. DOI: 10.1021/jp110885n. .

SHEN, B.; SHIH, A. J.; TUNG, S. C. Application of nanofluids in minimum quantity lubrication grinding. *Tribology Transactions*, v. 51, n. 6, p. 730-737, 2008. DOI: 10.1080/10402000802071277..

SINHA, M. K. et al. Application of eco-friendly nanofluids during grinding of Inconel 718 through small quantity lubrication. *Journal of Cleaner Production*, v. 141, p. 1359-1375, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.09.212..

SUN, Y. W. et al. Mechanical properties of graphene. *Applied Physics Reviews*, v. 8, n. 2, 2021. DOI: 10.1063/5.0040578..

ZHEN, Z.; ZHU, H. Structure and properties of graphene. [S.l.]: Elsevier Inc., 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-812651-6.00001-X>.

# Inteligência Artificial: O que é e para que Serve



André Carlos de Carvalho  
Universidade de São Paulo  
> USP





Cada vez mais nossa vida é afetada pela Inteligência Artificial (IA), e, por consequência, o termo se torna cada vez mais popular. Embora ainda não conhecida pela denominação atual, a possibilidade de termos máquinas inteligentes já estava há muito tempo no imaginário popular.

Um dos primeiros casos de divulgação de comportamento inteligente por parte de uma máquina foi, na verdade, um caso de fraude. Em 1770, o inventor Húngaro Johann Von Kempelen criou uma máquina que “jogava xadrez”, chamada de turco mecânico (do original em

inglês, *Mechanical Turk*), para impressionar a imperatriz austríaca Maria Teresa. Na verdade, quem definia movimentações de peças da máquina era um mestre de xadrez, que ficava escondido dentro da máquina. Por quase 80 anos, a máquina venceu a maioria dos jogos em demonstrações nos Estados Unidos e da Europa, com diferentes mestres de xadrez jogando de dentro dela. Até mesmo Napoleão Bonaparte e Benjamin Franklin jogaram contra a máquina. Até hoje, a operação interna da máquina, que transformava as instruções dos mestres em movimento das peças, é desconhecida.



Figura 1: Ilustração do *Mechanical Turk* (fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/27/Kempelen\\_chess1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/27/Kempelen_chess1.jpg)).

A literatura também contribuiu para reforçar a possibilidade de máquinas inteligentes no imaginário popular. Em 1814, o escritor, compositor e jurista alemão Ernst Theodor Amadeus Hoffmann publicou o conto O Autômato (do original em alemão (*Die Automate*)). Nele, um dos protagonistas fala sobre um texto seu, no qual descreve um autômato, chamado Turco Falante (*Talking Turk*), que é tema de conversas na cidade por ter uma aparência quase humana, e pela dificuldade da população em entender o seu mecanismo de controle e como ele dá

boas recomendações e respostas, em vários idiomas e atitudes, para perguntas feitas a ele.

Talvez o livro relacionado ao tema que teve maior impacto tenha sido *Frankenstein*, publicado em 1818 pela escritora britânica Mary Shelley. No livro, a autora descreve a tentativa de um cientista, Victor Frankenstein, de criar vida por meio de um experimento científico, utilizando, para isso, seus conhecimentos de química e de decaimento de seres vivos. O livro foi escrito para participar de um

concurso de estórias de terror no castelo do poeta britânico Lorde Byron, que vem a ser o pai de Augusta Ada Byron King, Condessa de Lovelace, conhecida como a primeira pessoa a escrever um programa de computador.

Apenas dois anos depois, aparece outro marco importante para a IA: a encenação da peça *Robôs Universais de Rossum* (R.U.R., do original em Tcheco *Rossumovi Univerzální Roboti*), escrita pelo escritor Karel Capek, na República Tcheca. Na peça, que se passa no ano 2000, em uma fábrica de pessoas artificiais localizada em uma ilha, a palavra robô é usada pela primeira vez para nomear uma pessoa artificial. Na peça, os robôs, fabricados a partir de matéria orgânica sintética e capazes de pensar, eram confundidos com seres humanos.

Em 1927, os robôs chegam às telas de cinema, com o lançamento do filme mudo de ficção científica alemão *Metropolis*, dirigido por Fritz Lang e Thea von Harbou, considerado até hoje um dos melhores filmes já feitos. O filme se passa na cidade de Metropolis, socialmente dividida, no ano 2000. Uma das personagens do filme é substituída por um robô semelhante, para enganar seu pretendente, o que gera um grande caos na parte proletária da cidade.

A primeira menção ao termo Inteligência Artificial ocorreu em 31 de agosto de 1955, no título de uma proposta para o financiamento de um projeto de verão no *Dartmouth College*, na cidade de Hanover, no estado de Nova Hampshire, nos Estados Unidos: *A Proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence* (McCarthy et al, 1956).

Nessa proposta, de autoria de proeminentes cientistas em temas que formariam parte do corpo dessa nova área, John McCarthy, do *Dartmouth College*, Marvin Minsky, da Universidade de Harvard, Nathaniel Rochester, da *International Business Machines Corporation* e Claude Shannon, dos laboratórios *Bell*, eram solicitados recursos para viabilizar uma reunião de pesquisadores que trabalhavam em temas de pesquisa de alguma forma relacionados para discutir o que estava sendo pesquisado nesses temas no momento e quais as perspectivas de pesquisas futuras. Nela, John McCarthy propôs o termo IA, que considerava suficientemente neutro, nem muito específico nem muito ligado a uma das possíveis abordagens.

De 1956 para cá, a IA passou por períodos de popularidade e de descrédito, por causa de expectativas e promessas muito otimistas. Nas últimas décadas, no entanto, pesquisas realizadas em universidades e centros de pesquisa entraram nas

empresas e nas nossas causas, por meio da melhoria de serviços e produtos existentes e pela capacidade de criar novas alternativas e soluções para problemas de várias áreas de conhecimento. Hoje, a IA é uma área de pesquisa de meia idade, que mostra cada vez mais vigor, energia e, o que não deixa de ser surpreendente, juventude.

Hoje, a IA está presente em várias atividades do nosso dia a dia, dentre as quais podem ser mencionadas:

- Recomendar que mensagens mostrar em aplicativos de redes sociais;
- Decidir que resultados (e anúncios), e em que ordem, mostrar após uma busca na internet;
- Sugerir filmes, séries, livros ou músicas para alguém;
- Diagnosticar se uma pessoa tem uma dada doença;
- Definir as melhores rotas para o transporte de produtos comprados em sites de comércio eletrônico;
- Selecionar um candidato para uma vaga de emprego em uma empresa ou uma vaga em um curso de graduação de uma universidade.

## Aprendizado de Máquina

A IA é uma área de pesquisa muito vasta, e que continua em franco crescimento, englobando várias subáreas, dentre as quais, talvez as mais conhecidas sejam agentes inteligentes, aprendizado de máquina, lógica, planejamento, processamento de linguagem natural, representação do conhecimento, robótica, agentes inteligentes e visão computacional (Russel and norvig, 2009). No entanto, quando se fala em IA na mídia, em geral refere-se à área de aprendizado de máquina (AM), que investiga como as máquinas podem aprender.

O processo de aprendizado utilizado não é muito diferente da forma como aprendemos, desde o nascimento. Durante nossa vida, aprendemos a reconhecer pessoas, por exemplo, por imagens do rosto. Continuando no universo das imagens, conseguimos identificar espécies de animais e modelos de automóveis. O AM busca adaptar o processo de aprendizado para algoritmos que consigam aprender a realizar diferentes tarefas a partir de experiências passadas.

O efeito do AM na nossa vida é tão grande que assim como a revolução industrial automatizou trabalho manual e a revolução da informação automatizou trabalho mental, a revolução de AM automatiza a própria automação, permitindo passar da programação das máquinas, em que os passos para realizar uma dada operação são escritos em uma linguagem de programação, para uma etapa em que as máquinas aprendem por si só.

AM utiliza conhecimentos da matemática, da estatística e da computação para projetar algoritmos computacionais capazes de aprender a extrair conhecimento de um conjunto de dados. Os dados utilizados podem ser tanto estruturados, quando são representados por matrizes bidimensionais ou tabelas atributo-valor, ou não estruturados, quando não estão organizados nessas tabelas, podendo ser imagens, textos, vídeos ou sequências biológicas.

Quando o conjunto de dados é estruturado, cada linha da tabela atributo-valor corresponde a um exemplo. Assim, um conjunto de dados com 1000 exemplos é representado por uma matriz com 1000 linhas. Os exemplos podem ser rotulados ou não. Quando os exemplos são não rotulados, as colunas da tabela descrevem apenas características dos exemplos, sendo chamadas de atributos preditivos (características). Para os conjuntos rotulados, temos uma ou mais colunas adicionais. Cada coluna adicional associa um rótulo aos exemplos. O mais comum é ter apenas uma coluna adicional, que é chamada de atributo alvo (Faceli et al, 2021).

Quando os dados são não estruturados, o procedimento mais comum é extrair de cada exemplo características que descrevem aspectos relevantes do conjunto de dados e que permitam a indução de modelos capazes de extrair conhecimento novo, útil e relevante desses dados. Essas características podem ser explicitamente definidas ou podem ser extraídas por algoritmos capazes de defini-las, como é o caso de arquiteturas de redes neurais recentes e seus respectivos algoritmos de aprendizado.

Os conjuntos de dados são utilizados de acordo com a tarefa a ser realizada. Existem diferentes tarefas de AM, que podem ser resumidas em 3 grupos:

- Tarefas preditivas, em que o objetivo é prever o valor do atributo alvo. As tarefas preditivas mais comuns são as de classificação, em que o objetivo é atribuir uma classe a novos exemplos, e de regressão, quando o objetivo é associar um número real a novos exemplos.
- Tarefas descritivas, cujo objetivo é descrever

os dados de alguma forma, em geral buscando subgrupos de exemplos semelhantes no conjunto de dados. Outras tarefas descritivas comuns são encontrar em um conjunto de dados itens que frequentemente aparecem juntos e sumarizar as principais informações presentes em um conjunto de dados.

- Tarefas prescritivas, menos frequentes que as anteriores, faz o processo inverso ao das tarefas preditivas. Nessas tarefas, o que se quer é descobrir que valores deveriam ter os atributos preditivos para termos um dado valor para o atributo alvo.

Para cada tarefa de AM, podemos pensar em um grande número de aplicações, em que cada aplicação é representada por um conjunto de dados. Por exemplo, uma aplicação de AM para diagnóstico médico é geralmente uma tarefa preditiva de classificação. Já uma aplicação para prever o preço de um imóvel se enquadra em uma tarefa de regressão. Uma aplicação para encontrar grupos de pessoas que gostam de filmes parecidos é geralmente uma tarefa descritiva de agrupamento. Já uma aplicação para gerar um novo material que tenha determinadas propriedades físico-químicas pode ser vista como uma tarefa de prescrição.

Um algoritmo de AM é formado por uma sequência de passos que definem como procurar por um bom modelo para um conjunto de dados. Para isso, ele usa um conjunto de regras que definem como ajustar os parâmetros do modelo. Cada algoritmo de AM segue um ou mais dentre os vários paradigmas de aprendizado. Um paradigma de aprendizado é definido pelas informações externas que o algoritmo recebe para o processo de aprendizado. Os principais paradigmas de aprendizado são:

- Supervisionados, que são geralmente utilizados em tarefas preditivas, mas que também ser utilizados em tarefas descritivas ou em tarefas prescritivas. Nele, o algoritmo de aprendizado usa atributos preditivos e o atributo alvo, que sinaliza o valor de saída desejado para um dado exemplo representado pelos valores dos atributos preditivos.
- Não supervisionados, que são geralmente usados em tarefas descritivas, mas que também podem ser utilizados em tarefas preditivas. Nele, o algoritmo de aprendizado utiliza apenas os atributos preditivos para buscar padrões neles.
- Semi-supervisionados, que podem ser utilizados tanto em tarefas preditivas, quando apenas

parte dos exemplos são rotulados, e os exemplos rotulados são empregados para estimar o rótulo dos demais exemplos, quanto em tarefas descritivas, quando podem definir que exemplos devem estar e que exemplos não devem estar em um mesmo grupo.

- De aprendizado ativo, um caso especial de aprendizado semi-supervisionado para tarefas preditivas em que um critério é adotado para priorizar os exemplos não rotulados cujo rótulo deve ser estimado.

O aprendizado se dá por meio da apresentação de experiências passadas em um dado domínio. Essas experiências são representadas em um conjunto de dados, em que cada exemplo ou objeto é uma experiência e cada coluna pode ser uma característica da experiência, em que cada característica é chamada de atributo preditivo, ou um rótulo associado à experiência, que é denominado atributo alvo.

Para simplificar a explicação de como funciona a aplicação de um algoritmo de AM a uma aplicação real, supor que a aplicação é construir um modelo

capaz de prever com uma alta taxa de acerto se um paciente de uma clínica médica tem ou não uma dada doença. Para essa aplicação, um algoritmo de AM supervisionado pode ser aplicado a um conjunto de dados em que cada linha representa um paciente que passou pela clínica para ser diagnosticado. Cada atributo preditivo pode representar um sintoma ou resultado de um exame clínico e o atributo alvo o diagnóstico dado ao paciente retratado na linha da tabela por um médico, cujos valores podem ser uma classe, no caso, doente ou saudável. Ao aplicar o algoritmo de AM a esse conjunto de dados, é obtido um modelo preditivo, que pode ser utilizado para diagnosticar novos pacientes.

A Figura 2 ilustra um exemplo de um conjunto de dados cujos atributos preditivos são dados pessoais, no caso Nome, Temperatura, Idade, Peso e Altura de 6 exemplos, no caso pacientes que passaram por uma clínica médica. A última coluna da tabela representa o atributo preditivo, que no caso é uma classe cujo valor é o diagnóstico recebido por cada paciente.

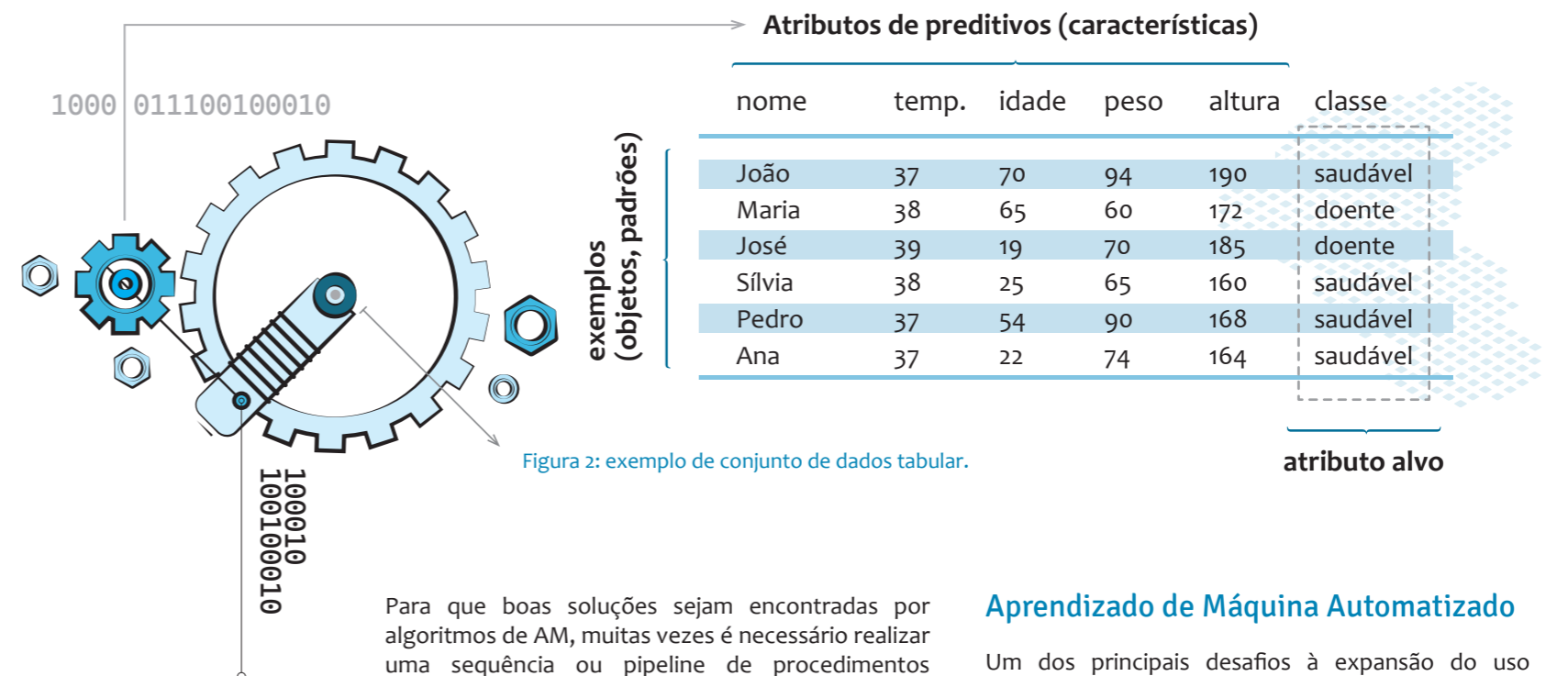


Figura 2: exemplo de conjunto de dados tabular.

Para que boas soluções sejam encontradas por algoritmos de AM, muitas vezes é necessário realizar uma sequência ou pipeline de procedimentos para transformar os dados para um formato pré-definido, melhorar a qualidade dos dados, reduzir a dimensionalidade dos dados. A combinação desses passos com o uso de algoritmos de AM tem sido chamada de AM de ponta-a-ponta.

## Aprendizado de Máquina Automatizado

Um dos principais desafios à expansão do uso de algoritmos de AM em aplicações é a falta de especialistas na área, que tenham uma base matemática sólida e conheçam bem os mecanismos que definem o funcionamento dos diferentes algoritmos. Vários cursos, principalmente de



educação à distância, têm sido oferecidos nos últimos anos. No entanto, a maioria dele tem um viés excessivamente aplicado, formando mais utilizadores de pacotes e bibliotecas do que projetistas e desenvolvedores. Adicionalmente, grande parte das atividades desenvolvidas por especialistas na área são demoradas, manuais e repetitivas, o que ou faz com que os projetos demorem muito, reduzindo a quantidade de projetos que são realizados em um dado período, que os especialistas fiquem desmotivados e que erros relacionados a fadiga ou falta de atenção sejam cometidos. Além disso, essas situações desperdiçam o que os especialistas têm de mais precioso, sua experiência e seu conhecimento.

Uma forma de permitir que mais pessoas consigam usar, de forma correta e eficiente, AM e que especialistas sejam mais bem aproveitados 'automatizar no que for possível tanto o uso de AM quanto o desenvolvimento de soluções que requerem um conhecimento mais profundo do tema. Isso é o que faz uma linha de AM chamada de AM automatizado (AutoML, do original em inglês *automated Machine learning*) (Hutter et al, 2019).

Como o próprio nome sugere, AutoML procura automatizar o uso de algoritmos AM, permitindo que leigos no tema consigam usar bem AM, incluindo AM de ponta-a-ponta, democratizando o uso de AM, e ajudando o trabalho de especialistas, liberando-os de tarefas monótonas e repetitivas e permitindo que façam mais em menos tempo e com melhor qualidade.

AutoML cresceu tanto nos últimos anos que atualmente existem grupos e laboratórios de pesquisa em várias universidades, centros de pesquisa e grandes empresas da área de tecnologia da informação, além de conferências inteiramente dedicadas ao tema. A automatização do aprendizado ocorre de várias formas, por meio de diferentes abordagens, como:

- Otimização: talvez a principal e mais antiga abordagem, que engloba desde o ajuste dos valores dos hiperparâmetros de técnicas de pré-processamento e de algoritmos de AM até a definição do melhor pipeline e o projeto de novas técnicas e algoritmos (BASGALUPP ET AL, 2021).
- Transferência de aprendizado: em que o conhecimento adquirido na aplicação de um algoritmo de AM a um conjunto de dados pode ser aproveitado para não começar do

zero um novo projeto de AM, por meio da utilização, no início do processo, de parte do conhecimento previamente adquirido (Yang et al, 2020).

- Meta-aprendizado: em que um algoritmo de AM aprende a recomendar as melhores técnicas e algoritmos para um novo conjunto de dados, assim como o pipeline a ser utilizado e os valores dos hiperparâmetros. Para isso, cada conjunto de dados é descrito por um conjunto de meta-características (BRAZDIL, 2021).

## Inteligência Artificial em Engenharia e Ciências Mecânicas

Algoritmos de IA têm sido utilizados de forma bem-sucedida para apoiar diversos estudos e aplicações na área de Engenharia Mecânica, dentre os quais, talvez o exemplo mais clássico talvez seja a Robótica. Além da Robótica, a IA tem sido utilizada para manutenção preventiva e preditiva, diagnóstico de falhas em equipamentos mecânicos e para o desenvolvimento de gêmeos digitais.

A indústria automobilística é um dos grandes usuários da IA. Várias empresas do setor estão usando ou investigando o uso de IA para aplicações que incluem, por exemplo, direção autônoma, prevenção de acidentes, monitoramento do comportamento e do estado de saúde de condutores, reconhecimento de voz ou da face do dono do veículo, controle de qualidade em linhas de produção, monitoramento do desgaste de peças, planejamento de manutenção, otimização do uso de baterias em veículos elétricos, gerenciamento da cadeia de suprimentos, prever demanda de clientes, projeto de novos materiais, identificação de condição de pistas.

## Inteligência Artificial Responsável

Como consequência das preocupações relacionadas aos riscos inerentes à crescente presença da Inteligência no dia a dia na nossa vida, tem ganhado corpo um movimento internacional em prol da IA Responsável, que prega que:

- Experimentos realizados com técnicas e algoritmos de IA devem ser, sempre que possível, reproduzíveis, o que implica na disponibilização dos dados e do código utilizados nos experimentos, além das decisões e escolhas realizados durante os experimentos.

- A IA deve ser justa, o que implica em não ter embutido nenhum tipo de preconceito. Não deve incluir nem estimular vieses que possam levar à discriminação, desigualdade, divisão digital ou exclusão.
- A IA deve ser transparente, no sentido que modelos gerados por algoritmos de AM devem ser interpretáveis/explicáveis, seguindo, por exemplo, as recomendações da Lei Geral de Proteção aos Dados, LGPD.

## Referências

- BASGALUPP, M.P., BARROS, R.C., DE SÁ, A.G.C., PAPA, G. L., MANTOVANI, R., DE CARVALHO, A. C. P. L. F., FREITAS, A. A. *An extensive experimental evaluation of automated machine learning methods for recommending classification algorithms*. *Evol. Intel.* 14, 1895-1914. 2021.
- BRAZDIL, P., VAN RIJN, J. N., SOARES, C., VANSCHOREN, J. *Metalearning: Applications to Data Mining, Series: Cognitive Technologies*, Springer, 2ª Edição. 2021.
- DE CARVALHO, A. C. P. L. F. *Inteligência Artificial: riscos, benefícios e uso responsável*. *Estudos Avançados*, 35(101), 21-36. 2021.
- FACELI, K., LORENA, A. C., GAMA J., ALMEIDA,

T. A., DE CARVALHO, A. C. P. L. F. *Inteligência Artificial - Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina*. 2ª Edição LTC-GrupoGen Rio de Janeiro. 2021.

FLACH, P., *Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data*. Cambridge University Press. 2012.

HUTTER, F., KOTTHOFF, L. VANSCHOREN, J. (Editores). *Automated Machine Learning*. Springer International Publishing, 2019.

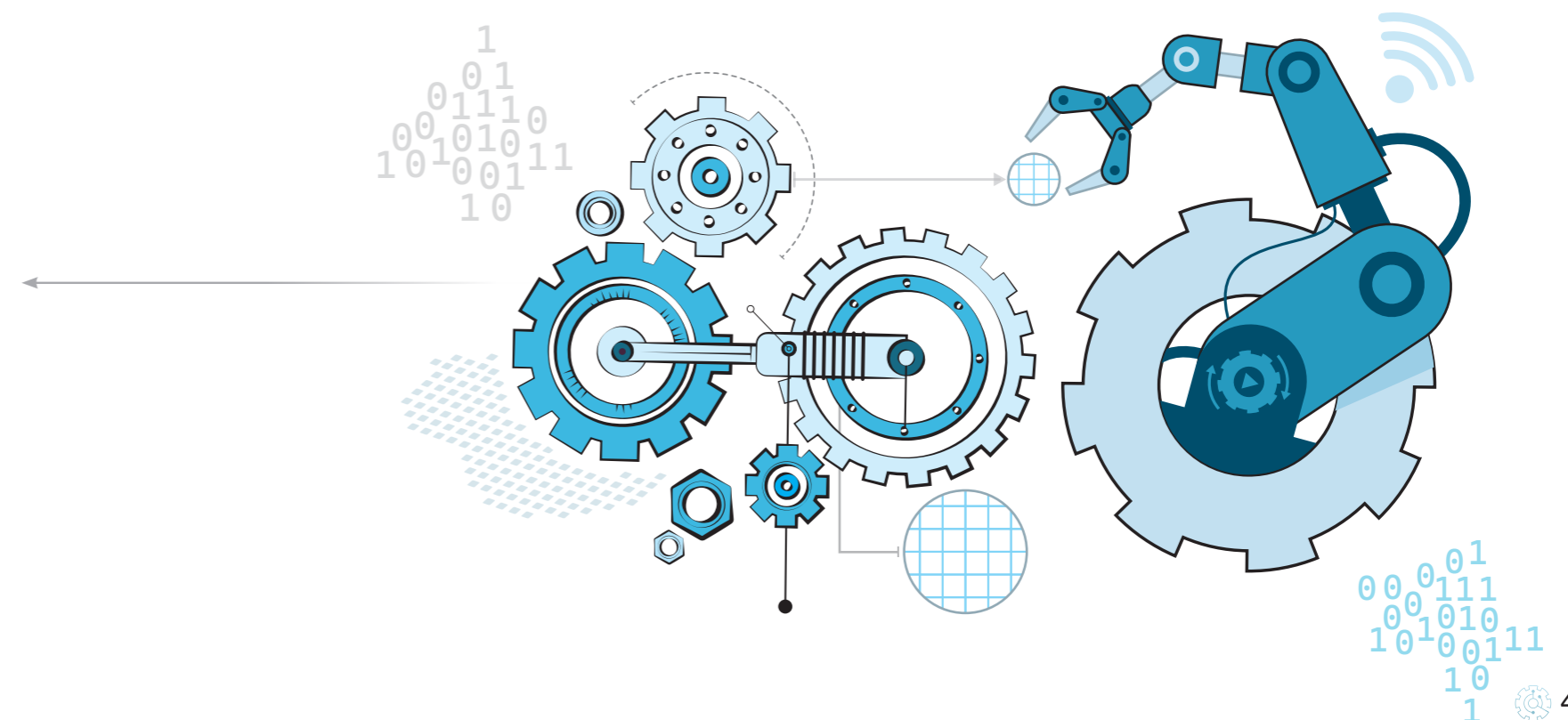
MCCARTHY, J., MINSKY, M. L., ROCHESTER, N., E SHANNON, C. E. (1956). *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*.

MITCHELL, T. M. *Machine Learning*. McGraw-Hill, 1997.

MOOR, J. (2006). *The Dartmouth College Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years*. *AI Magazine*, 27(4), 87. <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1911>.

STUART RUSSELL AND PETER NORVIG. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 3ª Edição, Prentice Hall Press, EUA. 2009.

YANG, Q., ZHANG, Y., DAI, W., PAN, S. *Transfer Learning*. Cambridge University Press. 2020.



# Perspectivas da energia eólica offshore no Brasil



**Jussara M. Leite Mattuella**  
Pesquisadora NIEPIEE > Núcleo de Integração de Estudos, Pesquisa e Inovação em Energia Eólica  
Diretora Téc. Mattuella Consultoria



**Adriane Prisco Petry**  
Coordenadora NIEPIEE > Núcleo de Integração de Estudos, Pesquisa e Inovação em Energia Eólica  
Engenharia Mecânica > UFRGS



## Introdução

O crescimento populacional e da demanda de energia mundialmente ampliam a necessidade de aceleração na oferta de energia de fontes limpas e renováveis, neste contexto a energia eólica tem desempenhado um papel fundamental, resultado de consistente desenvolvimento científico e tecnológico (Veer *et al.*, 2019). O cenário atual, de compromissos assumidos por nações e empresas para a redução da emissão de gases de efeito estufa apresentam novos desafios ao desenvolvimento da energia eólica, que deverá manter o protagonismo no processo de transição energética. Exemplo disso é o crescente foco por parte da comunidade científica, em relação às questões das mudanças climáticas, decorrentes das emissões de gases de efeito estufa. A preocupação com a preservação e uso dos recursos naturais em benefício do desenvolvimento sustentável, orientam hoje a busca de soluções para a questão do abastecimento energético.

Por várias décadas, a energia eólica experimentou um crescimento global com instalações em terra firme, chamadas *onshore*, em todo o mundo, com avanços consideráveis devido à maturidade no desenvolvimento e implantação da fonte, havendo pouca evolução na eólica *offshore*. Entretanto, na última década, a tecnologia *offshore* evoluiu sobremaneira, avançando a capacidade instalada-mundo. Mais recentemente essa fonte teve um novo salto de expansão com a evolução tecnológica, o que representou uma queda significativa nos custos para projetos nesse meio, determinando a alavancagem da energia eólica *offshore*. A energia eólica representa componente essencial para o equilíbrio do sistema climático e desempenham um papel crucial na abordagem das mudanças climáticas (IPCC, 2019).

Os empreendimentos eólicos *offshore* apresentam, de forma geral, fatores de capacidade elevados, com a produção de energia menos variável, devido a velocidades médias de vento mais altas, bem como coeficiente de cisalhamento e intensidade de turbulência reduzidos, quando comparados aos empreendimentos *onshore*. A intensidade de turbulência reduzida e a menor variabilidade da intensidade dos ventos reduzem o desgaste das turbinas. A densidade de potência eólica dos ventos sobre o mar é maior devido a menor rugosidade da superfície oceânica, os impactos sonoros e visuais são reduzidos devido a distância da costa, determinando a produção de maior quantidade de energia com um menor número de turbinas. (GWEC, 2021). Em comparação com a energia eólica

*onshore*, os parques eólicos *offshore* têm custos de equipamentos, instalação, logística, projeto e planejamento mais elevados, assim como os custos operação de turbinas eólicas no ambiente hostil do mar. A complexidade da construção dos parques *offshore* aumentam os prazos de implantação e as licenças ambientais são também, na maioria das vezes, mais complexas e demoradas. Os custos logísticos são maiores quanto mais distante o projeto estiver de um porto adequado, enquanto maiores profundidades de água exigem sistemas de fixação mais complexos. Contudo, segundo o relatório apresentado em IRENA (2022), a energia eólica *offshore* apresenta a vantagem gerar economia de escala, o que significa que alguns desses custos não são desproporcionalmente maiores do que os da energia eólica tradicional.

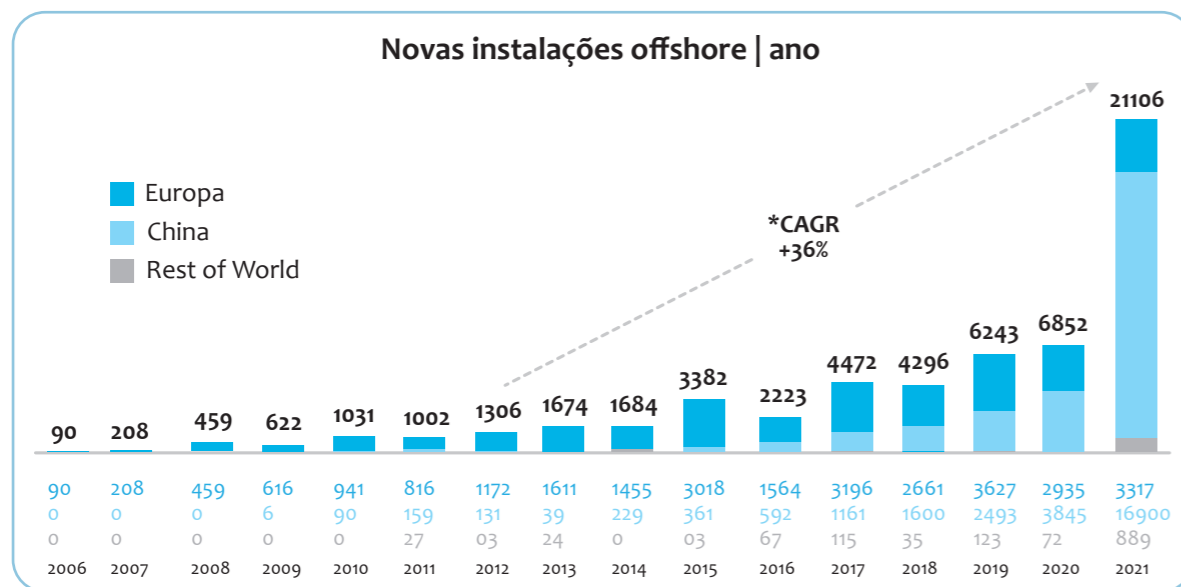
## Energia eólica offshore > status e prognósticos

Desde os anos 90, os países do norte da Europa assumiram a liderança na capacidade instalada com maiores investimentos em avanços tecnológicos (Kaldellis & Zafirakis, 2011), com projetos piloto de parques eólicos *offshore*. O primeiro parque eólico *offshore* foi implementado no Mar do Norte, Alemanha, entre os anos de 2008 e 2009 (Dähne *et al.*, 2013). A construção e operação desse parque eólico, com 12 turbinas de potência nominal de 5 MW cada, foi acompanhado por um grande número de projetos de pesquisa. O interesse pela energia eólica *offshore* aumentou gradativamente e a sua capacidade instalada anual e vem crescendo 36,1% em média desde 2001 (GWEC, 2022).

A energia eólica atingiu em 2021 um total de potência nominal instalada de 837 GW. Nesse ano, 21,1 GW de energia eólica *offshore* foram conectados à rede em todo o mundo, estabelecendo um ano recorde na história eólica *offshore* global, sendo que dessas instalações, 80% consistem em contribuição da China. O Vietnã comissionou 779 MW de projetos na rewgião próxima a costa (*nearshore*) no ano passado, tornando-se o terceiro maior mercado de novas instalações em 2021. O ano de 2021 apresentou uma potência instalada no ano três vezes maior que 2020, totalizando a capacidade *offshore* global em 57,2 GW. Especialmente, a China é um mercado em ascensão nesta década, liderando o mundo em instalações eólicas *offshore* pelo quarto ano consecutivo, com quase 17 GW de nova capacidade conectada em 2021. Vale destacar



a política de preços da energia eólica offshore chinesa e sua evolução a partir do modelo “tarifa renovável avançada” (“Feed-in-Tariff” - FIT). A Figura 1 apresenta a evolução de potência instalada na Europa, China e demais países do mundo de 2006 a 2021 (GWEC, 2021).



\*CAGR = Compound Annual Growth Rate (Taxa de crescimento anual).

Figura 1: Evolução comparativa de novas instalações de potência eólica por ano (MW), Europa, China e demais países entre 2006 e 2021. (GWEC, 2021).

No Continente Europeu foi registrado um novo recorde de capacidade nova instalada no ano de 2021, tendo o Reino Unido mais de 2,3 GW de conexão à rede. Em instalações totais, a Europa continua sendo o maior mercado regional de eólica offshore, com 50,4% da capacidade instalada cumulativa em 2021, seguido pela Ásia, com 49,5% de participação de mercado. América do Norte contribuiu com 0,1% do total da capacidade instalada “offshore” (42 MW) (GWEC, 2022).

Em 2021, registrou-se 57 MW de novos projetos com tecnologia de turbinas eólicas flutuantes (FOWT - Floating Offshore Wind Turbines), sendo 48 MW no Reino Unido, 5,5 MW na China e 3,6 MW na Noruega (GWEC, 2022). Nesse mesmo ano observa-se grandes empresas europeias de petróleo e gás investido paralelamente em projetos eólicos offshore na Europa e na América do Norte, no Oceano Atlântico.

Na cadeia de suprimento de energia eólica offshore verifica-se um grande avanço tecnológico, na última década os diâmetros do rotor aumentaram quase 50%, passando a uma dimensão de 163 metros em 2020, enquanto a potência nominal das turbinas

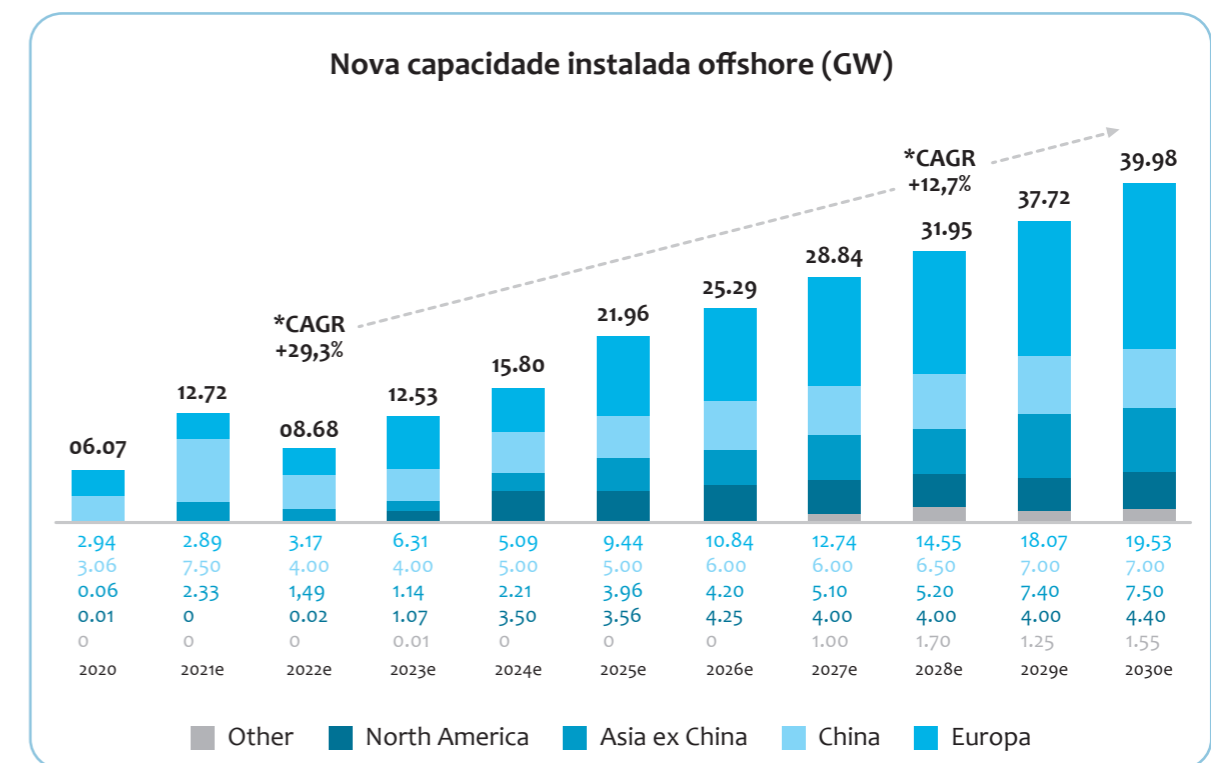
aumentaram 138%, em média 8 MW por turbina (GWEC 2022). Entre os dez maiores fabricantes de aerogeradores, sete são baseados na China, dois na Europa e um no Japão. (GWEC, 2022).

Na perspectiva para 2030, o mercado global de energia eólica offshore avança promissor em três premissas:

- (i) países em todo o mundo detentores de potencial diversificam suas matrizes assentados no avanço tecnológico e na queda acentuada dos custos - LCOE (Levelized Cost of Energy), consagrando a eólica offshore como uma das fontes mais competitivas de energia;
- (ii) desenvolvimento da tecnologia de turbinas eólicas flutuantes e a implantação de parques em águas profundas para produção de energia eólica e também reduzindo desafios de manutenção em águas profundas para a produção de energia eólica;
- (iii) eólica offshore desempenha um papel único na facilitação da descarbonização de fontes como óleo e gás convergindo com as metas mundiais de transição energética (GWEC, 2022).

A agência IRENA - International Renewable Energy Agency no documento Renewable Power Generation Costs in 2017, de 2018, apresenta a evolução do CapEx de parques eólicos offshore, na Europa. Entre 2010 e 2016, os custos globais médios instalados aumentaram 4%, de USD 4.430/kW para USD 4.487/kW, e, especificamente em 2016, esses custos de um parque foram superiores à média ponderada global, em torno de USD 4.697/kW. Em contrapartida, entre 2010 e 2020, a Europa experimentou um declínio no custo total médio instalado - passando de USD 4.883,88/kW a USD 2.775/kW (IRENA, 2022).

As perspectivas do setor conduzem para taxas de crescimento da ordem de 30% até 2025 e 12,7% até o final desta década, destacando-se especialmente a China, sendo que o cenário mundial poderá identificar novos participantes, em cenários de potencial eólico, de acordo com a queda no LCOE da energia eólica offshore. No que se refere ao quantitativo de nova capacidade instalada/ano, espera-se que os marcos conquistados sejam da ordem de 30 GW em 2027 e, potencialmente, 50 GW em 2030 (GWEC, 2021; 2022). A Figura 2 apresenta a evolução e previsão da capacidade instalada de energia eólica offshore na Europa, América do Norte, Ásia e China para 2030.



\*CAGR = Compound Annual Growth Rate (Taxa de crescimento anual).

Figura 2: Evolução e Previsão da Nova Capacidade Instalada de Energia Eólica Offshore 2030 para América do Norte, Ásia, China e Europa (GWEC, 2021).

A energia eólica offshore assume um dos eixos centrais do mundo quando a matéria é descarbonização, transformando o sistema elétrico de geração de energia e trazendo flexibilidade com a produção de hidrogênio verde. Vislumbra-se uma aposta no papel dessa fonte, abarcando novos setores, como Óleo & Gás, de modo a transformar grandes estruturas existentes em frames que possibilitam as instalações de energia eólica. Instala-se um novo tempo, onde petrolíferas do mundo todo, agregam investimentos

em energia renovável a soluções de descarbonização junto a ações para a mitigação das mudanças climáticas globais. Esse caminho a ser perseguido segue a inspiração definida pelo Acordo de Paris<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Acordo de Paris: O principal objetivo do Acordo de Paris é combater o aumento da temperatura terrestre provocada pelo aquecimento global. Na prática, significa impedir o aumento de 2°C na temperatura global em relação à era pré-industrial. O Acordo também estimula a criação de mecanismos para diminuir o impacto das mudanças climáticas e a substituição de fontes emissoras de gases do efeito estufa (Falkner, 2016).

e COP 26. O esforço visa garantir que o mundo consiga manter seu nível de aquecimento em 1,5°C (IPCC, 2018) e carbono neutro, na meta de 2050. De acordo com essas metas, seriam necessários 270 GW de instalações *offshore* até 2030 e 2.000 GW até 2050.

A inovação tecnológica tem sido um fator determinante na transição energética de modo a reduzir o custo do avanço das energias renováveis, permitindo à energia eólica se deslocar de margens convencionais e assumir um papel preponderante na transição energética, seja *onshore* ou *offshore*. Os sistemas de energia do futuro não serão apenas descarbonizados, mas muito mais descentralizados e digitalizados.

### Energia eólica “offshore” no Brasil

O consumo brasileiro de energia tem acompanhado o crescimento global, com destacado e crescente papel das fontes renováveis. Nesse sentido, a

experiência consolidada na região continental, *onshore*, é substancial para o aproveitamento do potencial existente *offshore*. Estima-se que, em regiões de até 50 m de lâmina d’água, para velocidades médias anuais maiores que 7 m/s a altura de 200 m acima da superfície do mar, o potencial brasileiro é da ordem de 679 GW ao longo da costa brasileira (EPE, 2020).

Um marco importante para o desenvolvimento dos projetos eólicos *offshore* no Brasil foi o lançamento do Termo de Referência (TR) Padrão para Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) de Complexos Eólicos Marítimos, em novembro de 2020. No Brasil, há um crescente interesse em projetos eólicos *offshore* em fase de licenciamento ambiental, a Figura 03 apresenta em destaque as regiões onde estão os projetos em análise. Estão em licenciamento 66 parques eólicos nas quatro macrorregiões, totalizando 169 GW (IBAMA, 2022).

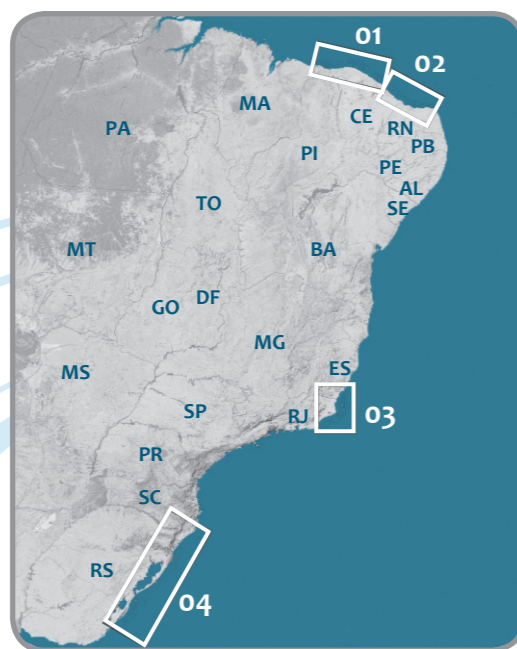


Figura 3: Complexos eólicos *offshore* em licenciamento no Brasil (IBAMA, 2022).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) vem trabalhando o modelo regulatório nos seguintes quesitos, conforme Barbosa (2018): (i) Modelo de contratação; (ii) Necessidade de Licença Ambiental para outorga; (iii) Certificação de produção de energia; (iv) Acesso ao sistema de transmissão; (v) Responsabilidade pela conexão ao sistema (empreendedor ou transmissor); (vi) Necessidade

de reforço estrutural ao sistema de transmissão existente e forma de fazê-lo ao menor custo; (vii) Necessidade de investimentos em outros setores (p. ex.: infraestrutura portuária, logística, industrial); (viii) Necessidade de programa/plano específico para estimular o desenvolvimento da fonte eólica *offshore* no Brasil; (ix) Competência para declaração de cessão ou livre dispôr das áreas.

### Potencial Eólico offshore da Região Costeira Brasileira

O recurso eólico na região costeira do Brasil tem sido estudado através de dados obtidos através de boias meteo-oceanográficas do projeto Pirata<sup>2</sup> (Luz, 2021) e com o auxílio de dados obtidos de informações de satélite (Filipponi, 2019).

A Empresa de pesquisa Energética (EPE, 2020) desenvolveu um estudo amplo sobre o potencial eólico brasileiro, incluindo um comparativo com três bases de dados para definir a estimativa da velocidade de vento no mar do Brasil. A primeira base utilizada se refere às pesquisas do Centro de

<sup>2</sup> Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic (PIRATA) é uma rede de observação in situ composta por boias fundeadas planejadas para monitorar uma série de variáveis dos processos de interação oceano - atmosfera no oceano Atlântico Tropical. O projeto PIRATA é um programa de cooperação multinacional entre o Brasil, França e Estados Unidos. Estes três países dividem as tarefas de implementação e manutenção da rede. Todas as boias fundeadas durante a parte piloto do estudo foram construídas pelo Pacific Marine Environmental Laboratory (PMEL) da NOAA. Sua responsabilidade também inclui o envio, calibração e reparo dos equipamentos. As informações sobre o Projeto PIRATA estão disponíveis no endereço eletrônico: <http://www.goosbrasil.org/pirata/>

Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), a mesma base de dados empregada na atualização do Atlas Eólico Brasileiro (CEPEL, 2017). Os dados da velocidade média de vento anual possuem uma resolução de 5 km e foram estimados em uma distância de até 70 km da costa brasileira, tendo como referência o ano de 2013. A segunda base utilizada foi a DTU *Global Wind Atlas*, a qual foi disponibilizada pela Agência Internacional para as Energias Renováveis - IRENA (IRENA, 2022). Os dados de velocidade média de vento anual possuem resolução de 1 km e foram estimados até 30 km da costa brasileira, com referência ao ano de 2015. A terceira base de dados empregada no estudo publicado pela EPE foi advinda do *Reanalysis-ERA5*, a qual é disponibilizada pelo ECMWF (“European Centre for Medium-Range Weather Forecasts”) (ECMWF, 2019). Esta base possui dados horários com resolução de 30 km para toda Zona Econômica Exclusiva-ZEE, com referência no período entre 2000 e 2017. A Figura 04 consolida os mapas apresentando as fontes apontadas, de acordo com a estruturação do estudo da EPE (2020).

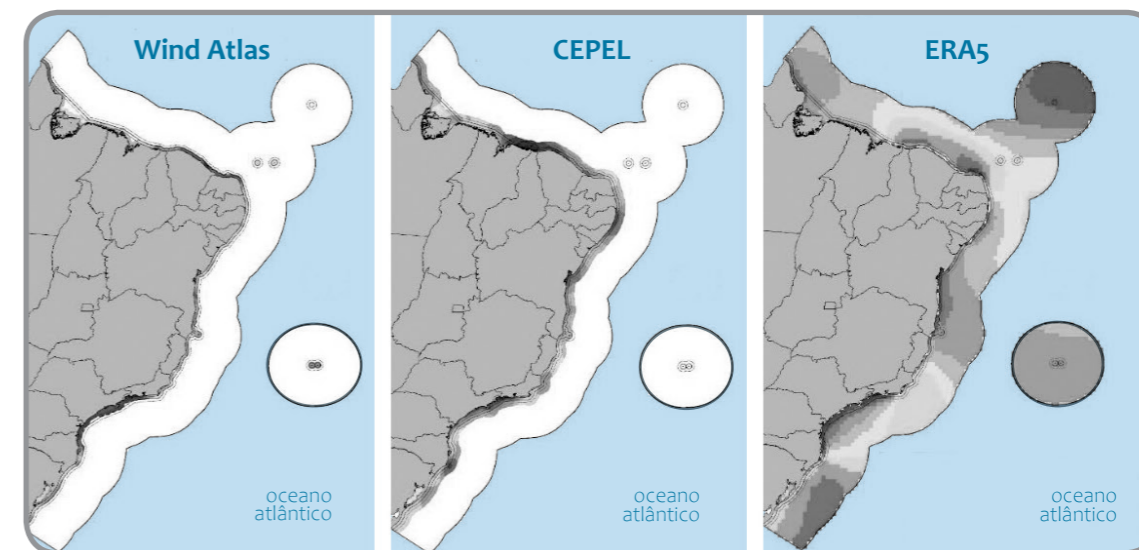
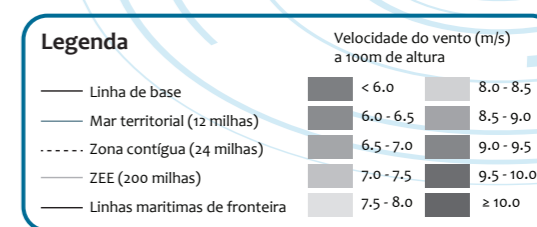


Figura 4: Velocidades médias anuais apresentadas no Roadmap publicado pela EPE (2020), considerando as diferentes bases de dados empregadas. (Global WIND ATLAS, CEPEL, ERA5).





Região	Áreas aproveitáveis (1.000 Km <sup>2</sup> )		Potencial (GW)		Potencial (TWh)	
	100m	200m	100m	200m	100m	200m
Norte	28	36	104	134	320	422
Nordeste	99	103	370	387	1509	1606
Sudeste	18	22	48	57	165	200
Sul	38	39	98	100	391	412
<b>Total</b>	<b>183</b>	<b>200</b>	<b>620</b>	<b>679</b>	<b>2385</b>	<b>2639</b>

Tabela 1: Potencial eólico brasileiro calculado em duas alturas com a ferramenta Global WIND ATLAS (até 30 km de distância da costa). (EPE, 2020).

Considerando dados do CEPEL (EPE 2020), distâncias de 70 km da costa, a 200m de altura, o potencial eólico das áreas aproveitáveis avaliadas no estudo é estimado em 1541 (GW).

Região	Áreas aproveitáveis (1.000 Km <sup>2</sup> )		Potencial (GW)		Potencial (TWh)	
	100m	200m	100m	200m	100m	200m
Norte	58	78	216	291	724	1012
Nordeste	181	203	681	761	2961	3419
Sudeste	72	88	187	229	711	908
Sul	97	100	252	259	1024	1162
<b>Total</b>	<b>408</b>	<b>469</b>	<b>1335</b>	<b>1541</b>	<b>5420</b>	<b>6502</b>

Tabela 2: Potencial eólico brasileiro calculado em duas alturas com a ferramenta CEPEL (até 70 km de distância da costa). (EPE 2020).

Também é estimado o potencial eólico offshore empregando a base de dados ERA5 (EPE, 2020), englobando toda a ZEE, os resultados estão detalhados na Tabela 3, integrados por faixas de velocidade e batimetria.

Velocidade Batimetria	Áreas aproveitáveis (Km <sup>2</sup> )				Potencial (GW)				Potencial (TWh)			
	0-20	20-50	50-100	>100	0-20	20-50	50-100	>100	0-20	20-50	50-100	>100
≥ 6,0	175.754	186.188	171.923	2.784.706	628	641	531	9.100	1.789	2.048	1.576	30.140
≥ 6,5	147.234	171.441	147.519	2.602.599	522	591	467	8.420	1.582	1.949	1.450	28.793
≥ 7,0	79.869	123.078	79.907	1.765.981	276	421	237	5.833	1.008	1.528	902	21.872
≥ 7,5	38.637	64.276	57.360	1.237.126	129	209	159	4.014	566	890	667	16.101
≥ 8,0	29.017	46.109	50.429	674.730	100	147	137	2.056	456	664	587	8.934
≥ 8,5	16.835	22.227	31.507	333.324	63	81	87	993	308	398	383	4.612
≥ 9,0	3.996	7.337	1.852	143.039	15	28	07	399	82	149	38	1.929
≥ 9,5	729	560	154	2.971	03	02	01	11	16	12	03	63
≥ 10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 3: Resultados consolidados para o potencial offshore do Brasil, dados ERA5 (EPE, 2020).

Os dados apresentados no Roadmap da EPE (2020) ratificam o vasto potencial eólico offshore da região costeira brasileira. Conforme os dados da Tabela 3, existe um potencial de produção de energia a partir da fonte eólica offshore na ZEE brasileira que se expande à medida que a tecnologia eólica avance e parques eólicos instalados em regiões mais distantes da costa em áreas de águas mais profundas se tornem tecnicamente e economicamente viáveis.

## Metodologias para avaliar recursos eólicos offshore

Existem grandes desafios científicos e tecnológicos para o avanço da Energia Eólica Offshore (Veer et al., 2019; Veer et al. 2022), dentre estes, está o aprimoramento da metodologia de avaliação do potencial eólico em ambiente marinho. O melhor entendimento dos fenômenos físicos envolvidos na Camada Limite Atmosférica Marinha, sua interação com o oceano e com as turbinas eólicas, tem como etapa fundamental a aquisição de dados de vento na região de interesse. Medições de dados de campo de qualidade são um desafio para as regiões costeiras, especialmente em áreas de maior profundidade onde sistemas flutuantes de medição precisam ser empregados. Para identificação do local de um parque eólico de forma eficaz, bem como prever a produção de energia do projeto, é necessário obter dados de vento locais e dispor de dados de velocidade do vento de longo prazo. Em comparação com locais em terra, os dados de vento medidos em locais offshore são espacial e temporalmente esparsos e de qualidade variável. Mastros meteorológicos offshore envolvem maior complexidade e custos de operação, especialmente por períodos prolongados. Os sistemas de medição baseados em equipamentos de sensoriamento remoto (CARBON TRUST ASSOCIATION, 2018), como LIDAR ou SODAR, bem como Scanning LIDAR estão se tornando ferramentas

essências nesse processo.

Diversas análises de potencial eólico são anualmente realizadas por governos ou organizações não governamentais (GWEC, 2022). IRENA (2022) publica uma ampla gama de dados regionais e globais relacionados a energias renováveis para download por meio de seu Atlas Global de Energia Renovável, incluindo o Global Wind Atlas (GWA) da Universidade Técnica da Dinamarca (DTU). Contudo, a implantação de um parque eólico exige a obtenção de dados locais, sua análise e a modelagem, para a realização dos estudos de previsão de energia produzida.

O processo de avaliação de potencial eólico offshore pode ser conceituado em duas etapas:

- (i) Avaliação dos recursos eólicos regionais. Esta etapa é necessária para avaliar se o recurso em uma região é de magnitude suficiente para merecer uma análise mais detalhada. A climatologia eólica regional pode ser determinada usando medições e abordagens de modelagens para produzir mapas de recursos eólicos “offshore” de modo a identificar áreas potenciais, a que empregaremos modelos de mesoescala. A Tabela 4 apresenta os níveis de análise dos recursos eólicos em relação à escala e/ou escopo e analisa os produtos técnicos correspondentes.
- (ii) Análises específicas do local e da grandeza dos recursos nas áreas em questão. Nesta etapa, é realizada uma análise mais detalhada da área que apresenta alto potencial. O objetivo é determinar a magnitude do recurso disponível e fornecer uma avaliação técnica de possíveis locais e a análise de viabilidade econômica. O processo é desenvolvido com uma avaliação no local com o emprego de uma medição direta, por um mínimo de um ano completo (enfatizamos que o período de medição de um ano não é suficiente

Produto	Definição	Extensão
Atlas	Análise de climas eólicos regionais para uma grande área	alcance: 100–10.000 km escala: (50 km)
Clima regional	Estatísticas de vento, temporais e variações espaciais	escala: (50 km) Validade Regional

Tabela 4: Escala de avaliação dos recursos eólicos regionais, produtos e extensão de análise (Adaptado de Pimenta et al., 2008).

para realizar uma avaliação precisa dos recursos eólicos; no entanto, este curto prazo de análise pode ser correlacionado com medições de longo prazo) (20-30 anos), representado por um processo de microescala.

## Conclusões

O potencial eólico *offshore* brasileiro foi estimado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Energética na ordem de 679 GW para batimetria até 50 m, velocidades médias anuais de mais de 7m/s, em altura de medição de 200 (EPE, 2020). O IBAMA registrou 66 processos de licenciamentos ambientais de projetos em toda a costa brasileira, totalizando 164 GW de potência nominal. Esse cenário se estabelece em país onde potência elétrica instalada de todas as fontes integraliza 184.9 GW (IBAMA, 2022). A comparação é pertinente para descrever comparativamente a representatividade do potencial identificado.

Ao lado da produção de energia os projetos eólicos *offshore* proporcionam um caráter transformador social e econômico nos locais em se situam, interiorizado a dinâmica econômico-financeira do país trazendo emprego e renda no seu entorno.

O cenário da energia eólica *offshore* brasileira se estabelece ancorado na maturidade do excelente desenvolvimento da energia *onshore* alicerçado pela sinergia do setor de óleo e gás, que trazem uma densidade de conhecimento para águas profundas.

Em um país de amplo litoral e diferenciado potencial eólico no cenário mundial, a energia eólica *offshore* brasileira se encontra em momento oportuno, convergindo com o aporte tecnológico, tanto para diversificar a matriz e melhorar a segurança energética, quanto para atender os compromissos de emergência ambiental e de redução de emissões norteando o caminho para a transição energética e metas “net zero”.

## Referências

BARBOSA, R. Inserção da energia eólica *offshore* no Brasil: Análise de princípios e experiências regulatórias. 2018. 281p. Tese (Doutorado em Energia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.106.2019.tde-10042019-150844>.

CARBON TRUST ASSOCIATION. OWA roadmap

for the commercial acceptance of floating LiDAR technology. [S.l.]. 2018.

CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - CEPEL. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro: simulações 2013. Rio de Janeiro: CEPEL, 2017. Disponível em: [https://www.observatoriodocarvao.org.br/wp-content/uploads/2020/01/Novo-Atlas-do-Potencial-Eolico-Brasileiro-SIM\\_2013.pdf](https://www.observatoriodocarvao.org.br/wp-content/uploads/2020/01/Novo-Atlas-do-Potencial-Eolico-Brasileiro-SIM_2013.pdf).

DÄHNE, Michael; GILLES, Anita; LUCKE, Klaus; PESCHO, Verena; ADLER, Sven; KRÜGEL, Kathrin; SUNDERMEYER, Janne; SIEBERT, Ursula. *Effects of pile-driving on harbour porpoises (Phocoena phocoena) at the first offshore wind farm in Germany. Environmental Research Letters*, v. 8, n. 2, p. 025002, 2013. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/2/025002/meta>.

ECMWF. *C3S multi-model seasonal forecasting system takes over from EUROSIP*. 2019. Disponível em: <https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2019/c3s-multi-model-seasonal-forecasting-system-takes-over-eurosip>.

ECMWF. 2022. Disponível em: <https://www.ecmwf.int/>.

Empresa de Pesquisa Energética (Brasil) - EPE. Roadmap Eólica Offshore Brasil. 2020 Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-456/Roadmap\\_Eolica\\_Offshore\\_EPE-versao\\_R2.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-456/Roadmap_Eolica_Offshore_EPE-versao_R2.pdf).

FALKNER, Robert. *The Paris Agreement and the new logic of international climate politics. International Affairs*, v. 92, n. 5, p. 1107-1125, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1468-2346.12708>.

FILIPPONI, Federico. *Sentinel-1 GRD preprocessing workflow. Multidisciplinary digital publishing institute proceedings*, v. 18, n. 1, p. 11, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ECRS-3-06201>.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL, GWEC. *Global offshore wind report 2022*. 2022 Disponível em: [https://gwec.net/wp-content/uploads/2022/06/GWEC-Offshore-2022\\_update.pdf](https://gwec.net/wp-content/uploads/2022/06/GWEC-Offshore-2022_update.pdf).

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL, GWEC. *Global wind report 2021*. 2021. Disponível em: <https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/03/GWEC-Global-Wind-Report-2021.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E

DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. Mapas de projetos em licenciamento - complexos eólicos *offshore*. 2022. Disponível em: [ibama.gov.br/laf/consultas/mapas-de-projetos-em-licenciamento-complexos-eolicos-offshore](http://ibama.gov.br/laf/consultas/mapas-de-projetos-em-licenciamento-complexos-eolicos-offshore).

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY - IRENA. *Renewable Energy Statistics 2022. The International Renewable Energy Agency*, Abu Dhabi. 2022. Disponível em: <https://irena.org/publications/2022/Apr/Renewable-Capacity-Statistics-2022>.

IPCC, 2018: *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press. 2019. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15\\_Full\\_Report\\_Low\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf).

KALDELLIS, John K.; ZAFIRAKIS, Dimitris. *The wind energy (r) evolution: A short review of a long history. Renewable energy*, v. 36, n. 7, p. 1887-1901, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.01.002>.

LUZ, Victoria Esther Terrinha. Estudo comparativo entre as estimativas da temperatura da superfície do mar via satélite aqua/modis e as temperaturas medidas in situ pelas bóias meteo-oceanográficas do Projeto PIRATA. 2021.65f. Monografia (Graduação em Oceanografia). Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/62698/2/2021\\_tcc\\_vetluz.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/62698/2/2021_tcc_vetluz.pdf).

PERVEEN, Rehana; KISHOR, Nand; MOHANTY, Soumya R. *Off-shore wind farm development: Present status and challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 29, p. 780-792, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.108>.

PIMENTA, Felipe; KEMPTON, Willett; GARVINE, Richard. *Combining meteorological stations and satellite data to evaluate the offshore wind power resource of Southeastern Brazil. Renewable Energy*, v. 33, n. 11, p. 2375-2387, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.01.012>.

VEERS, Paul; DYKES, Katherine; LANTZ, Eric; Stephan BARTH, Carlo L. BOTTASSO, Ola CARLSON, Andrew CLIFTON, Johny GREEN, Peter GREEN, Hannele HOLTINEN, Daniel LAIRD, Ville LEHTOMÄKI, Julie K. LUNDQUIST, James MANWELL, Melinda MARQUIS, Charles MENEVEAU, Patrick MORIARTY, Xabier MUNDUATE, Michael MUSKULUS, Jonathan NAUGHTON, Lucy PAO, Joshua PAQUETTE, Joachim PEINKE, Amy ROBERTSON, Javier Sanz RODRIGO, Anna Maria SEMPREVIVA, J. Charles SMITH, Aidan TUOHY, Ryan WISER. *Grand challenges in the science of wind energy. Science* 366, 443 (2019).





# Avaliação Quadrienal CAPES | 2017>20 dos PPGs da Área de Engenharias III



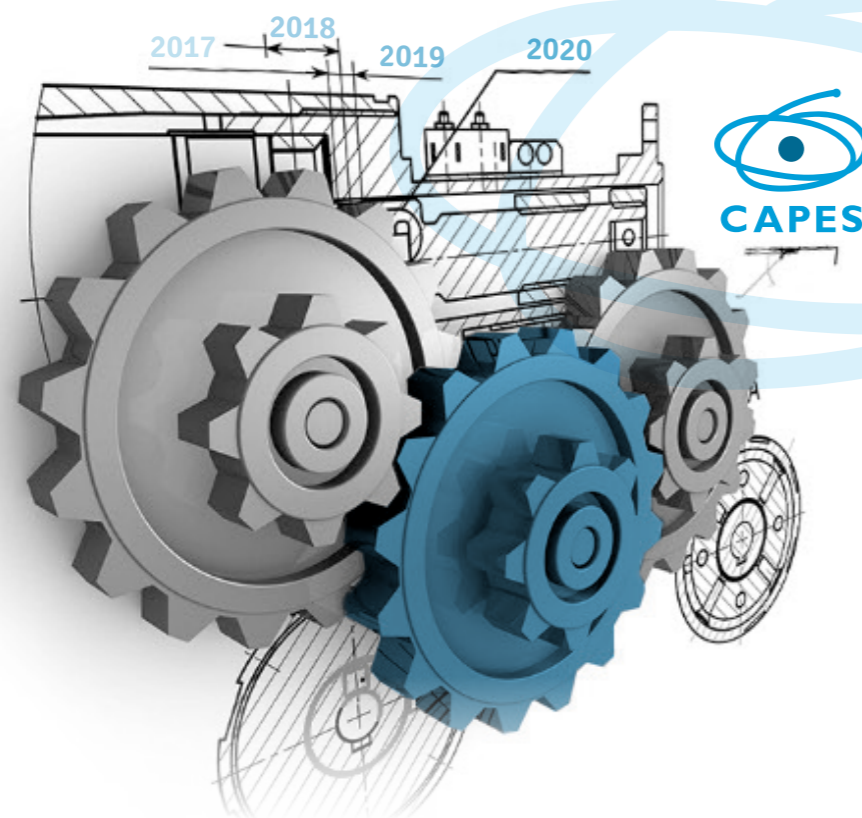
Gherhardt Ribatski  
USP | São Carlos



Luiz Felipe Scavarda  
PUC | Rio de Janeiro



Leandro Alcoforado Sphaier  
Univ. Federal Fluminense | RJ



Caros colegas, estamos próximos do final de mais um ciclo de avaliação dos programas de pós-graduação da Área de Engenharias III, a qual inclui as subáreas de Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção, Engenharia Aeroespacial e Engenharia Naval e Oceânica. No quadriênio de 2017-2020 foram avaliados os 123 programas da área, sendo 99 Acadêmicos e 24 Profissionais. Quando este artigo for publicado,

caso surpresas não surjam no horizonte, pró-reitores e coordenadores de programas de pós-graduação (PPGs) conhecerão os resultados parciais de seus programas, as solicitações de reconsideração terão sido realizadas e avaliadas pela Coordenação de Área. Assim, buscamos por meio da divulgação deste texto ampliar a transparência do processo e disponibilizar informações que permitam aos PPGs da área evoluir

no contexto da avaliação. Uma visão mais detalhada está disponível no relatório preliminar de avaliação da área de Engenharias III. Este relatório já está disponível para os Coordenadores de Programa. Neste sentido, algumas partes do relatório estão replicadas nesse texto para facilitar a disseminação de seu conteúdo para a comunidade acadêmica como um todo.

A ficha de avaliação do ciclo avaliativo 2017-2020 foi simplificada em termos de número de quesitos e itens quando comparada com a ficha do ciclo anterior, contemplando agora três quesitos (i.e., Proposta do Programa; Formação; Impacto Acadêmico e Social) e 12 itens. As mudanças foram acompanhadas por uma série de discussões da coordenação da área das Engenharias III com os programas e a comunidade em inúmeros eventos, assim como tema nos seminários de Meio Termo ocorridos em agosto e setembro de 2019. Estas mudanças vieram com uma nova diretriz de avaliação com foco na qualidade da formação de doutores e mestres e na avaliação das atividades e ênfase maior na avaliação dos resultados do que nos processos. Foram também incluídos novos elementos de avaliação que possibilitam a análise de pontos e excelência dos programas (a maior parte com participação de discentes), que vão além da produção em periódicos científicos, como as indicações por parte dos programas das melhores teses e dissertações, prêmios e reconhecimentos de destaque, egressos de sucesso, e produção técnica/tecnológica com aplicações de conhecimentos científicos, técnico e expertises a produtos, processos ou serviços representada por um conjunto de tecnologias geradas pelos programas. A nova ficha também traz novos elementos de avaliação, como o planejamento estratégico e a autoavaliação dos programas e a transferência do conhecimento e seu impacto na sociedade extramuros à academia.

Os atuais coordenadores foram designados pela presidência da CAPES no período de 21 de janeiro a 1º de fevereiro de 2022, quando assumiram a coordenação, após um processo conturbado que envolveu a renúncia coletiva de coordenadores e consultores de 5 importantes áreas, a qual, de certa forma impactou positivamente o andamento da atual avaliação, favorecendo o estabelecimento de condições propícias para que ela fosse executada. Assim, torna-se claro que a avaliação do quadriênio 2017-2020, foi conduzida, em sua maior parcela, sob a coordenação dos Professores Edgar Nobuo Mamiya, Ana Paula Cabral e Osmar Possamai, cujas atividades envolveram entre outras, a elaboração da Ficha de Avaliação, incluindo a definição e caracterização dos seus Quesitos e Itens, definição do Qualis Periódicos e classificação de eventos, definição da sistemática

de trabalho, isto é proposição de grupos e subgrupos de consultores incumbidos da análise detalhada e definição de critérios para itens específicos da ficha de avaliação e dar início as atividades preparatórias. Coube aos novos coordenadores dar continuidade as atividades preparatórias para reuniões das Coordenações de Área e executar as avaliações qualitativas e de indicadores, além da avaliação dos programas propriamente dita, que inclui a definição das notas, e a análise dos pedidos de reconsideração.

As atividades da Coordenação se iniciaram com a indicação dos consultores que viriam a integrar a comissão de avaliação dos Programas de Pós-Graduação da Área de Engenharias III. Neste quadriênio contou-se com a colaboração de 32 consultores científicos *ad hoc*, cujos critérios de indicação incluíram: (i) manutenção dos membros da comissão atuando no processo anteriormente à renúncia, de forma a manter o conhecimento e a experiência no processo de avaliação desenvolvido no período anterior; (ii) inexistência de conflitos de interesse, conforme caracterizado por portaria da CAPES; (iii) representatividade e proporcionalidade, considerando o número de PPGs pertinentes, das subáreas das Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção, Engenharia Naval e Oceânica e Engenharia Aeroespacial; (iv) não repetição entre os consultores de membros de um mesmo PPG; (v) diversidade regional; (vi) diversidade de programas em relação às notas obtidas no último quadriênio (3 a 7); (vii) inclusão de consultores de programas Acadêmicos e Profissionais; e (viii) excelência acadêmica e reconhecida competência técnico-científica. Permaneceram no processo de avaliação vinte e cinco consultores da equipe que já atuava no processo de avaliação quadrienal sob a coordenação do Prof. Mamiya. Tal opção, além de considerar a excelência do grupo já reunido, buscou incorporar à avaliação o conhecimento e a experiência já desenvolvidos por estes consultores quanto à ficha e o procedimento de avaliação.

Todos os trabalhos da coordenação e dos consultores envolvidos na avaliação quadrienal 2017-2020 foram conduzidos remotamente, em função do quadro de pandemia do vírus COVID-19, e envolveram diferentes formas de comunicação, incluindo-se a plataforma Teams disponibilizada pela CAPES. Em nenhum estágio do processo de avaliação, os membros da comissão opinaram ou analisaram programas de suas próprias IES.

Os trabalhos foram organizados em diversas etapas realizadas ao longo do primeiro semestre de 2022. Primeiramente, foram organizados em seis subcomissões, cada uma responsável por trabalhar diferentes itens / subitens da ficha de avaliação. Este trabalho consistiu em elaborar uma metodologia de

avaliação e a obtenção da realidade da área para cada elemento avaliado pela subcomissão. Cada subcomissão foi organizada com um coordenador e um vice coordenador e contou ao todo com cinco ou seis membros. As subcomissões se reuniram semanalmente nesta fase preliminar. Além disso, os coordenadores e vice coordenadores das subcomissões também se reuniram semanalmente com os três coordenadores da área. Em seguida, ocorreram as etapas de análises qualitativa e dos indicadores, para então finalmente realizar a avaliação global dos programas pela comissão de consultores da área das Engenharias III, conforme descrito brevemente a seguir.

A atividade da análise qualitativa teve como objetivo discutir, aperfeiçoar e validar as metodologias desenvolvidas pelas seis subcomissões anteriormente relatadas na etapa preliminar para avaliar os diversos elementos avaliativos da ficha e, com base nos resultados, levantar um retrato qualitativo da área para os elementos da ficha de avaliação. Cada subcomissão avaliou de dois a três itens/subitens da ficha e apresentou os resultados para o pleno dos consultores para uma validação do comitê como um todo.

A atividade de análise dos indicadores focou nos indicadores quantitativos oferecidos pela DAV e nos obtidos no SCIVAL, assim como dos resultados da avaliação qualitativa, tendo como também objetivo definir e validar as faixas para os indicadores. A comissão envolvida nesta etapa foi composta dos coordenadores e vice coordenadores de cada uma das seis subcomissões listadas anteriormente (12 consultores no total), adicionada dos três professores envolvidos na coordenação da área.

A última etapa contou com todos os 32 consultores científicos e os coordenadores da área. Buscou-se uma avaliação global de todos os 123 programas da área das Engenharias III para o quadriênio 2017-2020, emitindo um parecer para cada programa com conceitos (e.g., MB, B, R, F e I) aos itens e quesitos da ficha de avaliação e uma nota para cada programa numa escala de 1 a 7. Primeiramente, cada um dos 32 consultores analisou de dois a quatro programas, emitindo um parecer inicial tendo como base os resultados das etapas anteriores da avaliação. Cada parecer passou por uma análise de outro consultor, que posteriormente, após alinhamento com o respectivo parecerista, fez o relato ao pleno do comitê para apreciação e validação. Após as avaliações de todos os programas pelo pleno do comitê, iniciou-se uma nova rodada de avaliação dos programas. Os 32 consultores foram organizados em seis novas subcomissões para análise e revisão dos pareceres e dos conceitos e notas atribuídos. As

subcomissões específicas analisaram os programas segregados da seguinte forma: (i) programas com redução de nota, (ii) programas que entraram em processo de desativação, (iii) programas que mantiveram a nota, (iv) programas com elevação da nota, (v) programas candidatos às notas 6 e 7 e (vi) programas recém aprovados. No caso da subcomissão dos programas candidatos as notas 6 e 7, uma nova avaliação foi realizada, onde foram indicados com nota 6 programas que tiveram clara distinção dos demais programas que receberam nota 5, e foram indicados para nota 7 os programas com clara distinção aos que ficaram com nota 6. Os resultados de cada subcomissão foram apresentados novamente ao pleno do comitê com a presença dos 32 consultores e três coordenadores para aprovação e deliberação final, com a recomendação de nota de cada programa para o CTC-ES. O processo de homologação dos pareceres/notas de cada programa pela Coordenação da Área ocorreu na plataforma Sucupira de forma aberta por meio da plataforma Teams para todos os membros da comissão, sempre com a presença do Coordenador de Área e de um dos seus adjuntos, com pelo menos mais um membro da comissão de avaliação.

A área contou com uma subcomissão composta por seis consultores de diferentes regiões do país e de programas, de maneira geral, com notas distintas para avaliar o impacto do COVID nas ações dos programas da área durante o ciclo avaliativo de 2017-2020. Esta análise considerou os dados da plataforma Sucupira a partir das informações disponíveis em: Impacto do COVID nas ações do programa. Dentre os impactos negativos listados, os mais recorrentes foram a suspensão de atividades acadêmicas e laboratoriais e o cancelamento/adiamento de processos seletivos. Apesar dos efeitos negativos, foram relatadas ações dos programas para mitigar as dificuldades e dar continuidade às atividades acadêmicas e administrativas. Há que se destacar que programas também se engajaram na busca de soluções para problemas decorrentes da COVID dando sua contribuição para a sociedade. O relatório desta subcomissão foi apresentado, discutido e aprovado durante avaliação quadrienal pelos 32 consultores do comitê avaliador do quadriênio 2017-2020 das Engenharias III. Concluiu-se que “Considerando-se que medidas para conter a pandemia aconteceram a partir de meados de março de 2020, não foram identificados comprometimentos nos índices constantes na ficha de avaliação das Engenharias III para o período de 2017 a 2020. Porém, os impactos do COVID-19 nos programas da área das Engenharias III, poderão trazer repercussões nos anos subsequentes. Assim recomenda-se a monitoração dos efeitos da pandemia na avaliação dos PPGs no período de 2021-2024.”

Distribuição de notas por ano

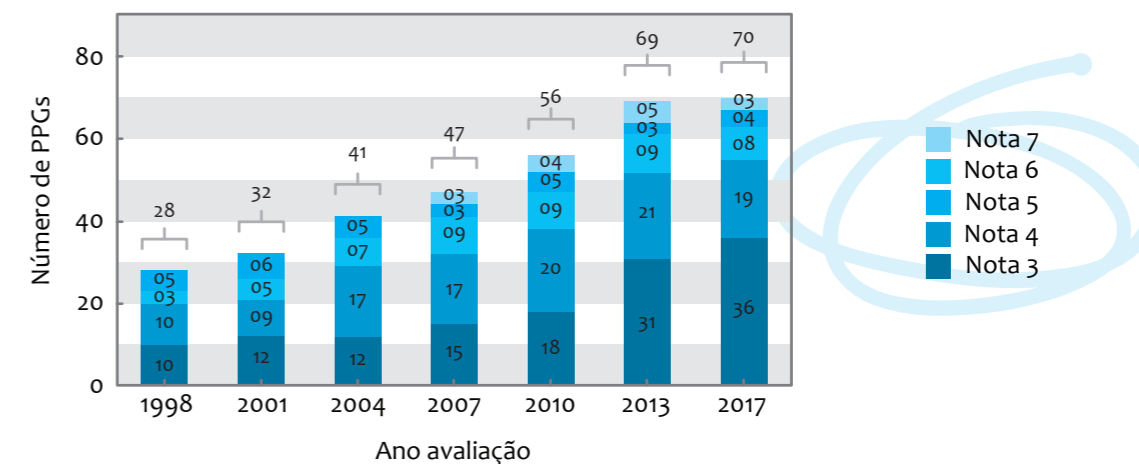


Figura 1: Evolução do número de PPGs na área de Engenharias III. (fonte <https://geocapes.capes.gov.br/geocapes/>).

A análise dos cenários das avaliações passadas revela elevação significativa do número de programa da área de Engenharias III, evoluindo de 42 PPGs em 1998, para aproximadamente 120 PPGs em 2017, conforme ilustrado na Figura 1. Verifica-se ainda nesta figura a ausência de programas nota 7 até a avaliação de 2004. Esse cenário que se altera a partir do triênio 2005-2007, com o número de programas com nota máxima se elevando consecutivamente para 3, 4 e 5, nas duas últimas avaliações.

A Figura 2 traz os números das subáreas afeitas diretamente à ABCM. Verifica-se que a taxa de incremento no mesmo período se assemelha, com o número de PPGs variando de 28 para 70. No entanto, apesar de um crescimento no número de programas nos três últimos ciclos avaliativos de 56 para 70, observa-se uma queda no número de PPGs com notas 6 e 7. O número de programas com estas notas em 2010 era 9, caindo para 8 em 2013 e para 7 em 2017. Outro fato relevante nesta análise

Distribuição de notas por ano

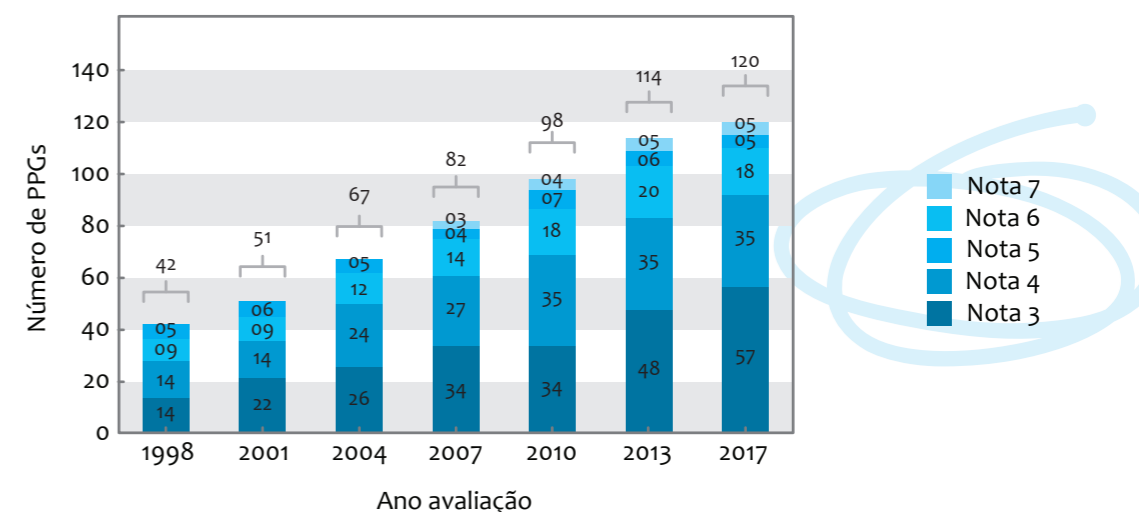


Figura 2: Evolução do número de PPGs nas subáreas ligadas a ABCM. (fonte <https://geocapes.capes.gov.br/geocapes/>).



é a elevação em 20 anos da parcela de programas com nota 3 de 33% para aproximadamente 50% do total de programas existentes. A compreensão da razão para estes números se faz necessária para garantir o crescimento com maturidade da área. Uma visão mais ampla poderá ser obtida com a divulgação dos números do ciclo avaliativo de 2017-2020, o que poderá subsidiar uma maior reflexão da área em pró de seu avanço. Espera-se que os resultados finais do ciclo avaliativo de 2017-2020 sejam divulgados no final do ano de 2022. Com esses resultados será possível ter um retrato atual da área de Engenharias III da CAPES, permitindo uma maior reflexão sobre o seu amadurecimento. Isso também será um suporte para a avaliação do Aplicativo para Propostas de Cursos Novos (APCN) a ser feita no primeiro semestre de 2023. A expectativa é que o próximo ciclo avaliativo de 2021-2024 siga na mesma linha que o atual. Eventuais ajustes na ficha são desejados de forma a facilitar o preenchimento por parte dos coordenadores e a avaliação por parte dos consultores, mas a filosofia geral deverá ser mantida, assim como a diretriz de avaliação com foco na qualidade da formação de doutores e mestres.

Neste sentido, espera-se uma maior maturidade da área no que tange aos planejamentos estratégicos e processos e procedimentos de autoavaliação dos programas. O mesmo é esperado para a produção técnica/tecnológica, com uma evolução nas aplicações de conhecimentos científicos, técnico e expertises das tecnologias geradas pelos programas, demonstradas em um impacto econômico e social ainda maior que do quadriênio avaliado. Esta evolução no desenvolvimento de tecnologias é particularmente esperada para os programas profissionais. A área considera o desenvolvimento de tecnologias como sendo muito importante para os programas profissionais. Para este novo ciclo avaliativo espera-se também uma maior atenção por parte dos programas no monitoramento de seus egressos, facilitando assim a identificação de seus casos de sucesso, assim como das premiações e reconhecimentos de destaque associados a formação de recursos humanos. Finalmente, conforme já mencionado, o impacto da pandemia na área deverá ser monitorado para avaliar seu desdobramento nas atividades dos programas no quadriênio em andamento de 2021-2024.

## Efemérides

### Resumo dos principais acontecimentos da ABCM desde o COBEM 2021

#### 22 de novembro de 2021 Abertura do 26<sup>th</sup> ABCM International Congress of Mechanical Engineering, o COBEM 2021

O evento celebrou os 50 anos do primeiro COBEM, então denominado Primeiro Simpósio Nacional de Engenharia Mecânica, organizado pelo Prof. Caspar Erich Stemmer em junho de 1971 em Florianópolis, Santa Catarina, nas dependências da Universidade Federal de Santa Catarina | UFSC.



Seção Plenária do Primeiro Simpósio Nacional de Engenharia Mecânica, em primeiro plano, o Prof. Stemmer.

#### 22 de novembro de 2021

#### Estréia do filme: ABCM > da Fundação à Consolidação

O documentário apresenta depoimentos dos Presidentes da ABCM dos 25 primeiros anos da Associação.



As entrevistas foram realizadas nas seguintes datas e cidades:

20 de agosto, Porto Alegre, **Luiz Bevilacqua**;

27 de agosto, Teresópolis, **Sidney Stuckenbruck**;

28 de agosto, Rio de Janeiro, PUC|Rio, **Carlos Alberto de Almeida e Hans Ingo Weber**;

9 de setembro, São José dos Campos, **Euclides de Carvalho Fernandes (Domingos Rade)**;

11 de setembro, Florianópolis, **Arno Blass e Nelson Back**.

#### 26 de novembro de 2021

#### Falece em Taubaté o Professor Giorgio Eugênio Oskare Giacaglia



Formado em Engenharia Metalúrgica na Poli e em Física pelo Instituto de Física da USP, o Prof. Giacaglia fez seu Doutorado na *Yale University*. Foi Chefe do Departamento de Engenharia Mecânica por vários mandatos, até sua aposentadoria na USP na década de 1990. Foi também Diretor do IAG da USP. Foi membro da Academia Brasileira de Ciências e fundador da Academia de Ciências do Estado de São Paulo. Foi Professor Emérito da USP.

Após sua aposentadoria da USP, radicou-se em Taubaté, tendo sido, até recentemente, Pró-Reitor de Pesquisa da UNITAU, a Universidade de Taubaté.

Fonte: <https://www.abcm.org.br/news/view/1315>.

03 de março de 2022

Falece no Rio de Janeiro o Professor Luiz Pinguelli Rosa



Professor emérito e titular do Programa de Planejamento Energético da Coppe, foi professor do Programa de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da UFRJ, além de secretário executivo do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, organismo científico do Governo do Brasil para estudar o problema do aquecimento global em suas implicações para o país, auxiliar na criação e promoção de políticas. Além disso, Pinguelli foi fundador da Associação de Docentes da UFRJ (Adufrj), tendo sido seu primeiro presidente.

O Prof. Pinguelli tinha 80 anos. Ele estava internado em um hospital da Zona Sul do Rio por complicações da Covid-19 havia quase um mês. Pinguelli dedicou-se à defesa da Ciência até o final de sua vida. A UFRJ definiu-o como um defensor nato da universidade brasileira e da difusão da ciência e da tecnologia.

Fontes: <https://ufrj.br/2022/03/adeus-a-luiz-pinguelli-rosa/>, <https://www.abc.org.br/membro/luiz-pinguelli-rosa/> | <https://oeco.org.br/noticias/morre-aos-80-anos-luiz-pinguelli-rosa-um-dos-maiores-especialistas-em-energia-do-pais/>.

22 de abril de 2022

Divulgado o resultado da quarta edição do Programa de Bolsa de Iniciação Científica da ABCM

Foram submetidos 13 pedidos para o programa de bolsa de iniciação científica da ABCM, neste quarto ano de atuação com o edital 2022.

O comitê avaliador foi composto por:

01. Aline Souza de Paula (Professora da UnB)
02. Americo Cunha Jr. (Professor da UERJ)
03. Rafaela de Oliveira Novaes (Aluna da UFGD e Presidente da ABCM Jovem)

Os classificados, em ordem alfabética, foram:

01. Aluno: André Henrique Barth  
Orientador: Cristiano José Scheuer  
Instituição: UFSM
02. Aluno: Bárbara Maciel Ribeiro  
Orientador: Carlos Henrique Lauro  
Instituição: UFSJ
03. Aluno: Carlos Eduardo Brasil Mendonça Rocha  
Orientador: Arthur V. S. Oliveira  
Instituição: EESC|USP
04. Aluno: Kevin Cohim Hereda De Freitas Marinho  
Orientador: Murilo Sartorato  
Instituição: UNESP

05. Aluno: Kevin de Almeida Mesquita Maciel  
Orientador: Lucas Lisbôa Vignoli  
Instituição: UFRJ- Macaé

06. Aluno: Nandara da Silva Alves  
Orientador: André Rocha Pimenta  
Instituição: IFRJ

07. Aluno: Nathan Oliveira Assis  
Orientador: Daniel Sampaio Souza  
Instituição: UNESP

08. Aluno: Renan Rissato  
Orientador: Daniel Milbrath De Leon  
Instituição: UFRGS

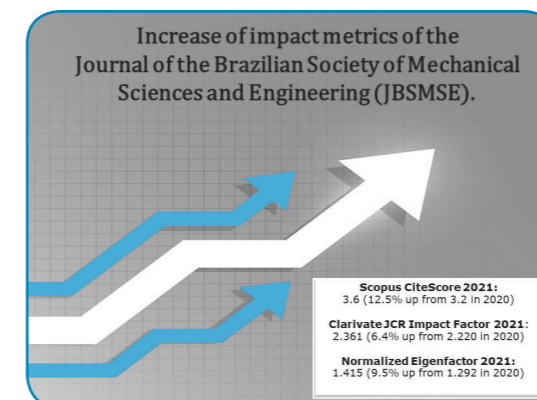
09. Aluno: Thiago de Oliveira Santos  
Orientador: Leonardo Rosa Ribeiro da Silva  
Instituição: UFU

10. Aluno: Vítor Naveira Figueiredo  
Orientador: Kleber Marques Lisboa  
Instituição: UFF

11. Aluno: Vinicius Souza de Jesus  
Orientador: Paulo Vinicius Trevizoli  
Instituição: UFMG

07 de Julho de 2022

Crescimento dos índices de impacto do *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering (JBSMSE)*



- Scopus CiteScore 2021: 3.6 (crescimento de 12.5% de 3.2 em 2020)
- Clarivate JCR Impact Factor 2021: 2.361 (crescimento de 6.4% de 2.220 em 2020)
- Normalized Eigenfactor 2021: 1.415 (crescimento de 9.5% de 1.292 em 2020)

A *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering* publica manuscritos sobre pesquisa, desenvolvimento e projeto relacionados à ciência e tecnologia em Engenharia Mecânica. É uma revista interdisciplinar com interfaces com outros ramos da Engenharia, como Aeroespacial, Automotiva e Engenharia Industrial e de Manufatura, bem como com Física e

Matemática Aplicada. A revista aceita manuscritos em quatro formatos diferentes: artigos completos, artigos de revisão, resenhas de livros e cartas ao editor. Editores do JBSMSE: Marcelo A. Trindade e Jader Barbosa.

11 de agosto de 2022

Falece no Rio de Janeiro o Prof. Arthur Palmeira Ripper Neto, ex-Presidente da ABCM



O Prof. Arthur Ripper se formou em engenharia mecânica pela PUC|RIO em 1958. Depois de atuar como engenheiro mecânico na KELLOGG do Brasil, onde trabalhou com projetos de vasos de pressão, transferiu-se em 1961 para os Estados Unidos para cursar o mestrado na Universidade de Houston com bolsa da OEA. Retornou ao Brasil em 1963, voltando a atuar na indústria (Metalon Indústria e Comércio SA) na área de projetos de máquinas e equipamentos acessórios à produção de tubos mecânicos e amortecedores hidráulicos automotivos. Em 1965, como bolsista da CAPES, retornou à Universidade de Houston para cursar o doutorado, cujo título foi obtido em 1968. Desde então, o Prof. Arthur Ripper não perdeu mais seu vínculo com o Departamento|Programa de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica (antiga Escola de Engenharia) e da COPPE, na Universidade Federal do Rio de Janeiro. No Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da UFRJ, foi professor de diferentes disciplinas, incluindo Dinâmica, Vibrações Mecânicas, Projeto de Máquinas, Dinâmica do Corpo Rígido e Monitoração e Diagnóstico de Máquinas. O Prof. Arthur Ripper foi eleito professor homenageado,

paraninfo ou patrono pelos formandos em engenharia mecânica incontáveis vezes desde 1968. Na COPPE, o Prof. Arthur Ripper foi um dos primeiros coordenadores do Programa de Engenharia Mecânica, bem como o orientador de uma das primeiras teses de mestrado defendidas, além de ter ministrado diversas cadeiras de mestrado e doutorado. No período de 1974 a 1991, manteve vínculo parcial com o Departamento de Engenharia Mecânica, devido a sua atuação no CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. Atuou no CEPEL desde a sua fundação, onde implantou o Laboratório de Propriedades Mecânicas.

Em reconhecimento à sua contribuição na formação de engenheiros, assim como no desenvolvimento da pesquisa e ensino de pós-graduação em engenharia, o Programa de Engenharia Mecânica da COPPE|UFRJ já em 2006 havia denominado "SEMINÁRIOS EM ENGENHARIA MECÂNICA ARTHUR PALMEIRA RIPPER NETO" aos seus seminários visando à difusão de conhecimentos na área de Engenharia Mecânica.

O Prof. Arthur Ripper faleceu na véspera de completar 88 anos. Ele foi Presidente da ABCM nos biênios 1992-1993 e 1994-1995, bem como seu vice-presidente no biênio 1996-1997. Fonte: <https://abc.org.br/news/view/836>.



22 de agosto de 2022

Falece em Uberlândia o Professor José Lúcio Gonçalves Júnior



No dia 22/08/2022 (segunda-feira) faleceu o professor Dr. José Lúcio Gonçalves Júnior, da Escola de Engenharia Elétrica Mecânica e de Computação da Universidade Federal de Goiás (EMC|UFG). Ele obteve sua Graduação, Mestrado e Doutorado pela Faculdade de Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Uberlândia. Ingressou na Universidade Federal de Goiás em 2016 no curso de Engenharia Mecânica, se dedicando a projetos de ensino, extensão e pesquisa e auxiliou na abertura do Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica (PPGMEC).

29 de agosto de 2022

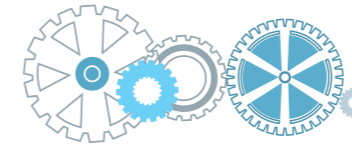
Falece em Uberlândia o Professor Francisco Paulo Lé pore Neto



O Prof. Francisco Paulo Lé pore Neto deixa um legado importante para a Universidade Federal de Uberlândia e, especialmente, para a Faculdade de Engenharia Mecânica. Foi ex-aluno, tendo se formado pela Faculdade Federal de Engenharia de Uberlândia em 1971. Concluiu seu mestrado na COPPE|UFRJ em 1974 e seu doutorado na UNICAMP em 1980, quando retornou para a UFU em caráter definitivo, como docente. Seu trabalho ajudou a consolidar diversas disciplinas do Curso de Graduação, tendo lecionado muitas das disciplinas da área de dinâmica e de projetos. É um dos fundadores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, do qual foi também Coordenador. Sua atuação competente permitiu a consolidação da pesquisa científica no antigo Departamento de Engenharia Mecânica, para que fosse possível almejar a criação do Mestrado (1985) e, posteriormente, do Doutorado (1994). Este reitor, enquanto professor da Faculdade

de Engenharia Mecânica, é testemunha da qualidade de seu trabalho, seu profissionalismo e forte espírito institucional. No plano pessoal, foi com o Prof. Lé pore que, como professor, me beneficiei de sua experiência em gestão de projetos científicos, estruturação e submissão de projetos e organização de eventos científicos. O Prof. Lé pore foi ainda Diretor do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia e Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação, onde deixou marcos importantes de seu trabalho persistente e cuidadoso. Finalmente, o Prof. Lé pore foi um dos fundadores da Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas - ABCM, associação que congrega a comunidade acadêmica e científica da engenharia mecânica e ciências afins em nosso país. Um colega e amigo que fará muita falta pela clareza de suas manifestações e defesa intransigente da UFU. Muito obrigado por tudo! Eterno reconhecimento!

Nota elaborada pelo Professor Valder Steffen Jr., Reitor da Universidade Federal de Uberlândia e ex-Presidente da ABCM.



## Eventos ABCM > 2023



**DINAME 2023**

XIX International Symposium on Dynamic Problems of Mechanics

Data: 26 de fevereiro a 03 de março de 2023

Local: Pirenópolis | GO

<http://eventos.abcm.org.br/diname2023/>.



**COBEF 2023**

12º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação

Data: 10 a 12 de maio de 2023

Local: Brasília | DF

<https://eventos.abcm.org.br/cobef2023/>.



**CREEM 2023**

13º Congresso Nacional dos Estudantes de Engenharia Mecânica

Data: 12 a 16 de junho de 2023

Local: Goiânia | GO



**COBEM 2023**

27<sup>th</sup> International Congress of Mechanical Engineering

Data: de 4 a 12 de dezembro de 2023

Local do Evento: Centro de Convenções de Florianópolis  
Florianópolis | SC

# Expediente

## Revista ABCM Engenharia

publicação impressa | ISSN 2237-9851

Volume 25, número 1, 2022

## 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

Tel: (0 xx 21) 2221 0438

Fax: (0 xx 21) 2509 7128

[abcm@abcm.org.br](mailto:abcm@abcm.org.br)

<http://www.abcm.org.br>

## Diretoria Biênio 2019-2021

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

## Conselho 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 2021 > 2023

Carolina Palma Naveira Cotta > COPPE|UFRJ

Simone dos Santos Hoefel (vice) > UFPI

Victor E.C. Baptistella (repr. alunos no conselho) > 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 E.C. Baptistella (repr. alunos no conselho) > EESC

Intercâmbio Institucional

Francis Henrique Ramos França > UFRGS

João Luiz Filgueiras de Azevedo > ITA

Renato Machado Cotta > UFRJ

## Projeto Gráfico

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

**Fotos e vetores:** banco de imagens:

freepik | depositphotos



