



volume 22 . número 1 . 2019 . ISSN 2237-9851

ABCM

Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas

Palavras do Presidente

Gherhardt Ribatski

Novas Tecnologias para Segurança e Eficiência da Indústria

Tânia Cosentino

NR 12 - Segurança no Trabalho com Máquinas e Equipamentos: cenário, avanços e desafios

Roque Mion Puiatti

Novas Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia

Álvaro Toubes Prata

Avaliação da qualidade dos Programas de Pós-Graduação na área das Engenharias III: uma abordagem baseada em qualidade, resultados e impacto

Edgar Nobuo Mamiya

ENCIT 2018 Highlights e Estatísticas

Erick de Moraes Franklin

Marcelo Leite Ribeiro

Efeitos Climáticos e Previsão da Geração em Parques Eólicos Brasileiros

Jhoseny Santos | Lucas Willrich

William Radünz | Mônica Machuca

Reinaldo Haas | Yoshiaki Sakagami

Júlio César Passos

O Trabalho: Economia e Física 1780|1830, Parte 3

François Vatin

Tradução:

Agamenon

R. E. Oliveira

Efemérides

Eventos ABCM

Editorial

Sergio Viçosa Möller



Este Volume 22 da Revista ABCM Engenharia inicia, como de praxe, com as “Palavras do Presidente”, onde Gherardt Ribatski, Presidente da ABCM faz um relato das atividades da Diretoria.

A seguir, Tânia Cosentino nos fala sobre os desafios da quarta revolução industrial, em suas palavras, a Revolução da Inovação, a chamada indústria 4.0 que traz o poder dos dados. Tânia Cosentino é Engenheira Eletricista e CEO da Microsoft do Brasil. O texto é um excerto da sua brilhante palestra apresentada na abertura da COTEQ 2019, Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos, no Rio de Janeiro.

Visando garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores, temos em nosso país um elenco de normas voltadas para a segurança do

trabalho, as NR, Normas Regulamentadoras, sendo a NR-12 (Segurança no Trabalho com Máquinas e Equipamentos) a que trata de critérios de segurança para o projeto e operação de máquinas na indústria e em outros setores da economia. Roque Mion Puiatti, Engenheiro Mecânico e de Segurança do Trabalho, Mestre em Segurança de Processos e Prevenção de Perdas, Auditor Fiscal do Trabalho do Ministério do Trabalho por mais de 30 anos, agora aposentado, Professor Universitário e Colunista da Revista Proteção, faz uma apresentação da NR-12, com considerações sobre sua importância e as principais características.

Os temas abordados nos remetem ao perfil do engenheiro capaz de vencer os novos desafios através do desenvolvimento de novas competências

focadas no ser humano e não mais apenas em produtos e equipamentos. Álvaro Toubes Prata (UFSC) apresenta e discute os propósitos e efeitos das Novas Diretrizes Curriculares do Curso de Graduação em Engenharia, DCNs, preconizados pela Resolução CNE/CES 2/2019, fazendo, ao final, uma reflexão sobre o papel da Academia e de cada um de seus atores nesse processo.

Os textos apresentados levam-nos à sempre presente questão do impacto da pós-graduação no desenvolvimento científico e tecnológico. Com esse foco, Edgar Mamiya (UNB), Coordenador de Área, Engenharia III, CAPES, mostra o papel da formação de novos doutores na produção de ciência, novas tecnologias e inovações. A renovação dos processos de avaliação continuada dos programas de pós-graduação é um dos pilares da qualidade da formação dos pós-graduandos e, conseqüentemente, no desenvolvimento científico.

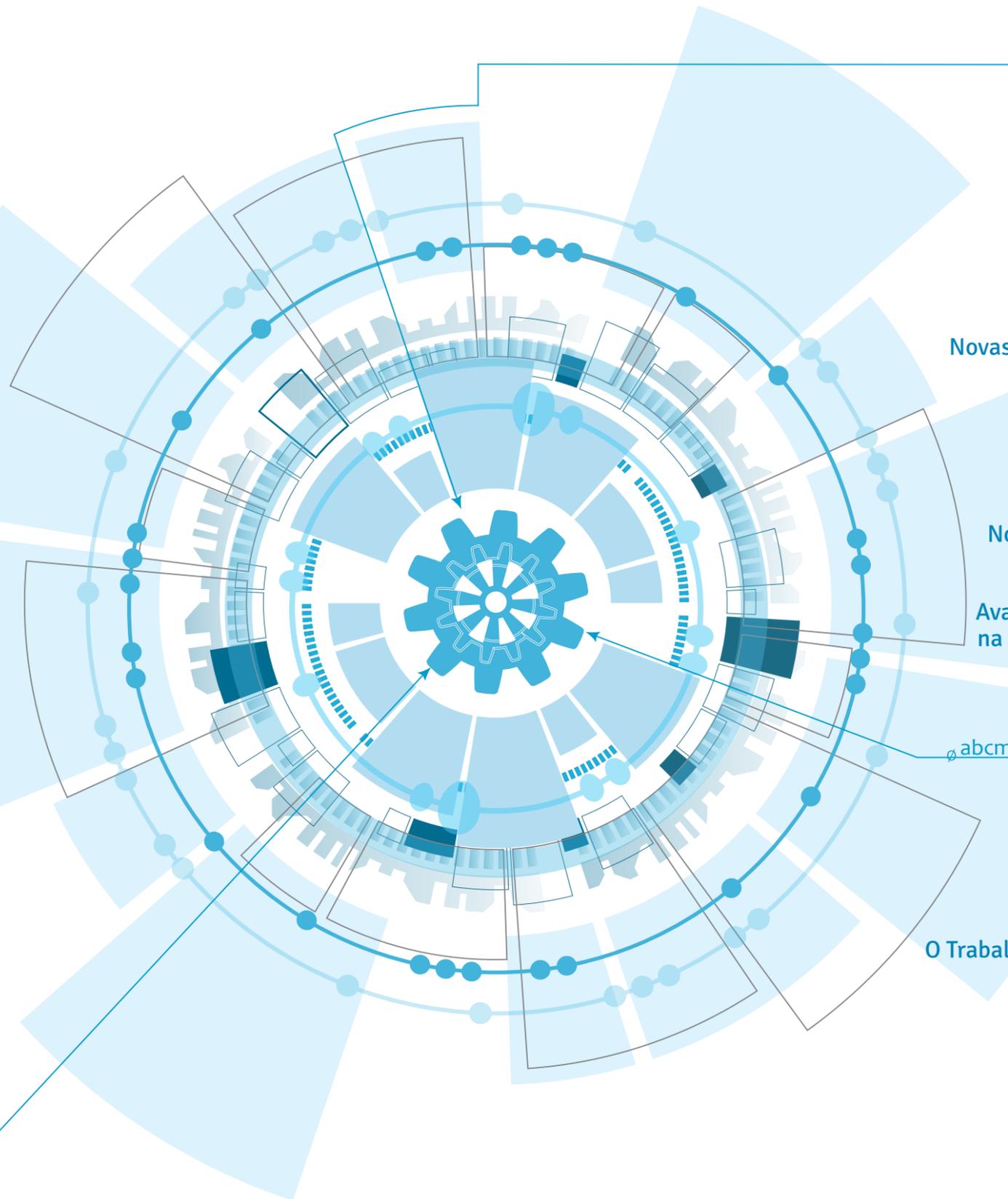
Dando continuidade ao olhar sobre nossos principais eventos, Erick de Moraes Franklin (UNICAMP) e Marcelo Leite Ribeiro (EESC-USP), Co-Presidentes do ENCIT 2018, nos trazem uma avaliação daquele evento ABCM, realizado nas dependências do Hotel Majestic em Águas de Lindóia, SP, de 25 a 28 de novembro de 2018.

A matriz energética vem se modificando rapidamente. Nela, o papel das energias renováveis, mormente a energia eólica, tem crescido ano a ano. Não se tratando de energia 'firme', as previsões do comportamento climático são fundamentais para a confiabilidade do sistema. Júlio Passos (UFSC) nos dá uma visão panorâmica dos modelos e programas desenvolvidos no Brasil.

Trazemos aos leitores neste número, a terceira parte do livro *Le Travail: Economie et Physique 1780-1830*, de autoria do filósofo e pensador francês François Vatin, Professor da Universidade de Paris, com tradução do Prof. Agamenon de Oliveira. Em *Navier e as "Notas sobre Bélidor"*, Vatin analisa o trabalho de Claude Louis Navier em notas e adições ao trabalho do Engenheiro Hidráulico Bernard de Bélidor.

Nas páginas finais da ABCM Engenharia, temos as Efemérides com um resumo dos principais fatos em nossa Associação desde a Assembleia Geral no ENCIT 2018 até o fechamento desta Edição, os eventos de 2020, e as informações de Expediente, produzidas com a colaboração de nossa Secretária Executiva Débora Estrella.

Desejamos a todos uma boa leitura.

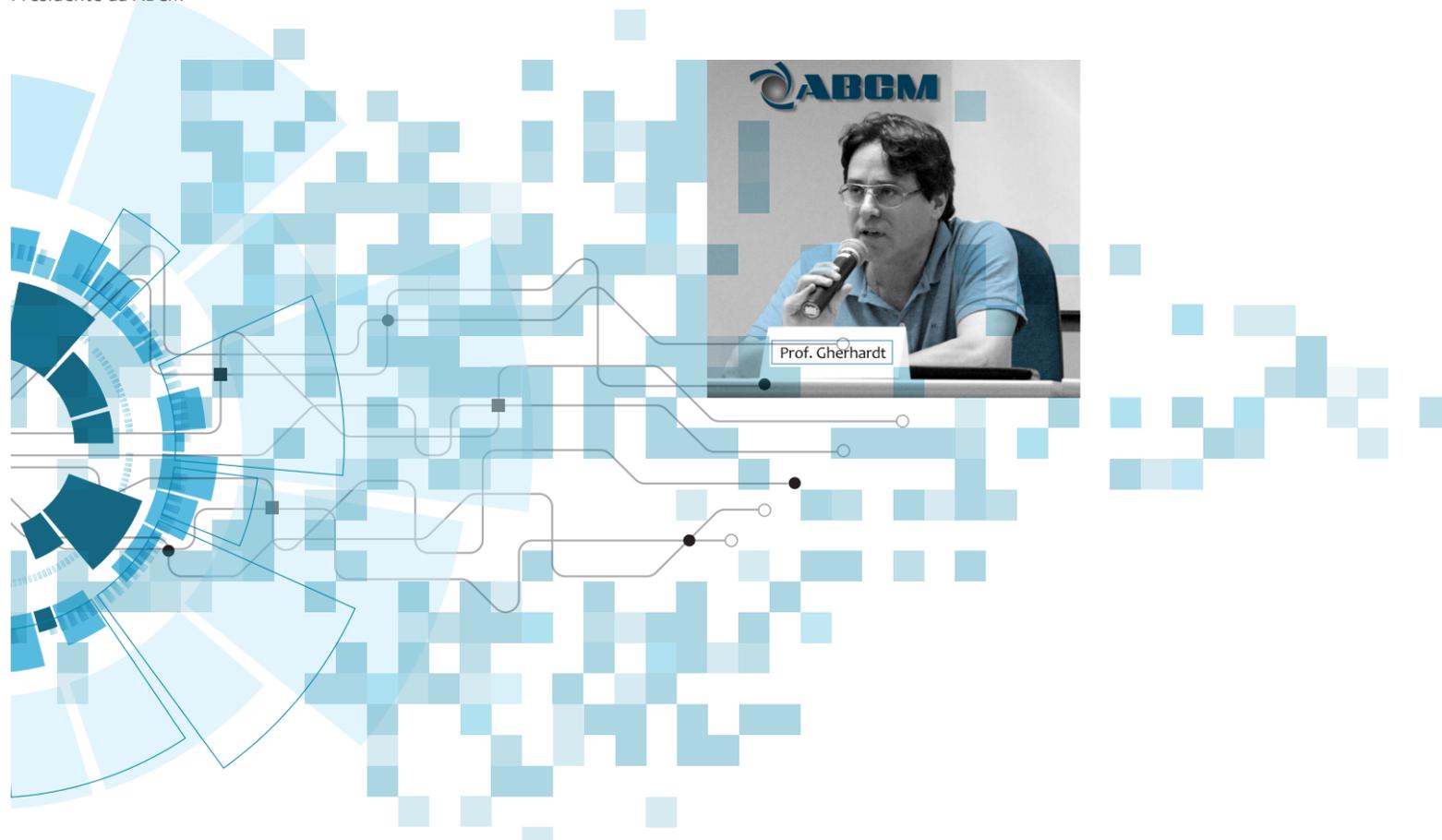


Sumário

Editorial Sergio Viçosa Möller	01
Palavras do Presidente Gherhardt Ribatski	04
Novas Tecnologias para Segurança e Eficiência da Indústria Tânia Cosentino	06
NR 12 - Segurança no Trabalho com Máquinas e Equipamentos: cenário, avanços e desafios Roque Mion Puiatti	08
Novas Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia Álvaro Toubes Prata	14
Avaliação da qualidade dos Programas de Pós-Graduação na área das Engenharias III: uma abordagem baseada em qualidade, resultados e impacto Edgar Nobuo Mamiya	21
ENCIT 2018 - Highlights e Estatísticas Erick de Moraes Franklin e Marcelo Leite Ribeiro	25
Efeitos Climáticos e Previsão da Geração em Parques Eólicos Brasileiros Jhoseny Santos Lucas Willrich William Radünz Mônica Machuca Reinaldo Haas Yoshiaki Sakagami Júlio César Passos	27
O Trabalho: Economia e Física 1780/1830, Parte 3: Navier e as "Notas sobre Bélidor" (1819) François Vatin Tradução: Agamenon de Oliveira	32
Efemérides	38
Eventos ABCM 2020	42
Expediente	45

Palavras do presidente

Gherhardt Ribatski
Presidente da ABCM



Caros colegas, apesar de no âmbito da ABCM ter-se muito a comemorar, em geral, o ano de 2019 mostrou-se difícil para as Ciências do Brasil. Foi um ano com corte de recursos, congelamento e redução do número de bolsas de estudo e uma notória fuga de cérebros para o exterior. Reconhece-se a difícil situação econômica em que se encontra o estado brasileiro, o qual precisando ser fortemente reformulado, aprender a fazer mais com menos e até mesmo avaliar a importância relativa de políticas públicas e benefícios mantidos até então. Vivenciou-se em período recente uma forte expansão do ensino superior e da pós-graduação no país, sem, no entanto, a devida atenção à qualidade e à divulgação do impacto desta política para a sociedade. Apesar da escassez de recursos disponíveis, é imperativo ser criativo e desenvolver políticas públicas inovadoras que primem por elevar a qualidade do nosso ensino e pesquisa. É necessário trabalhar com ênfase na disseminação entre os brasileiros da importância do ensino e da pesquisa para o desenvolvimento social

e econômico do país. Deve-se atuar com veemência na divulgação dos resultados dos trabalhos de nossa comunidade, de forma que a sociedade venha a reconhecer a importância para o país de possuir uma área de Ciências forte e internacionalmente competitiva. Precisa-se também operar junto aos nossos representantes no executivo e legislativo, de forma que reconheçam a importância e, assim, atuem em favor do ensino e da pesquisa de qualidade, entre as inúmeras demandas a eles apresentadas.

Apesar das dificuldades indicadas, é com muita alegria e satisfação que a diretoria ao final do segundo ano de sua gestão anuncia a aquisição de uma sala comercial, visando o estabelecimento de sede própria. O imóvel adquirido possui área de 180 m² e situa-se na Praça Tiradentes no 10/910, no Centro da cidade do Rio de Janeiro. Buscou-se, por meio da aquisição de uma sede própria, reforçar a identidade da ABCM e consolidar seu patrimônio atrelado ao mercado de imóveis, que se constituirá em segurança adicional

para a Associação no caso de inversão prolongada dos resultados financeiros positivos observados nos últimos anos. É dever reconhecer que tal iniciativa só foi possível graças às gestões que nos precederam e aos membros da nossa Associação que trabalharam na construção da ABCM e proporcionaram à nossa gestão uma situação financeira propícia.

Neste ano ocorreu a primeira edição do Prêmio Prof. Leonardo Goldstein Jr., destinado a premiar docentes e pesquisadores com notáveis contribuições para o desenvolvimento da engenharia e ciências mecânicas no Brasil, com periodicidade bianual. Uma comissão composta por membros proeminentes de nossa comunidade indicou o Professor Luiz Bevilacqua para ser laureado com o Prêmio Prof. Leonardo Goldstein Jr. na edição de 2019. A comissão fez sua indicação destacando o amplo, diversificado e duradouro legado em prol da Ciência brasileira deixado pelo Prof. Bevilacqua. A comissão ainda ressaltou o notório pioneirismo deste legado, do qual muitas gerações se beneficiaram e ainda virão a se beneficiar.

No ano de 2019 deu-se início ao programa de Bolsas de Iniciação Científica da ABCM, com a indicação de cinco bolsistas orientados por jovens professores. Os objetivos deste programa são apoiar professores em início de carreira, fomentar nos nossos estudantes de engenharia o gosto pela ciência e divulgar a nossa Associação entre os alunos de graduação. Neste ano foram criadas em nosso portal áreas específicas para os secretários dos comitês técnicos, a partir das quais eles poderão administrar o comitê e estabelecer um canal de interlocução com seus membros. Em breve estas áreas serão disponibilizadas aos secretários.

Neste ano, a ABCM esteve presente em fóruns de definição de políticas públicas de educação, ciência, inovação e tecnologia por meio da participação de seu diretor presidente, como representante do setor acadêmico, no Conselho Gestor do programa ROTA 2030, junto ao ministério da Economia. Membros de sua diretoria, junto com seus pares da ABEPRO e ANPEPRO, participaram de reunião convocada pelo atual Coordenador da Área de Engenharias III da CAPES, nosso Colega Edgar Mamiya, na qual se tratou dos critérios e possíveis índices para a avaliação dos programas de pós-graduação na área de Engenharias III. É importante destacar que a diretoria atual compartilha da principal diretriz adotada na reformulação do processo de avaliação da CAPES que consiste em focar na qualidade do egresso, sem, no entanto, desprezar a contribuição científica do programa, pois, é fato que parcela significativa da pesquisa realizada no país é conduzida pelos nossos pós-graduandos.

No ano de 2019 ocorreu em Florianópolis a EVR, durante a qual os Professores Álvaro Prata e Cláudio Melo foram homenageados por suas contribuições ao ensino, à ciência e à engenharia. Em São Carlos ocorreram o MECSOL e o COBEF, em Búzios o DINAME e na cidade do Rio de Janeiro o JEM, eventos regulares da ABCM que obtiveram grande sucesso, cumprindo satisfatoriamente seus objetivos. Mantendo sua tradição de percorrer todas as regiões do Brasil, neste ano o CREEM foi realizado com enorme êxito no Nordeste, na cidade de Ilhéus.

Destaca-se ainda, entre os eventos, a 10th *International Conference on Multiphase Flow - ICMF* promovida pela ABCM em parceria com a ERCOFTAC que contou com a participação de 683 congressistas de 31 países, entre eles 111 brasileiros. O sucesso desse congresso demonstra a consolidação no Brasil da área de pesquisa em Escoamentos Multifásicos, que contou, a partir da década de 80, com fomento adequado e contínuo, vindo a atender as demandas tecnológicas do país.

Em outubro, tem-se pela terceira vez uma edição do COBEM em Uberlândia, organizada por nossos colegas da UFU, que muito tem contribuído para a nossa Associação.

Em relação às publicações ABCM, tivemos um novo aumento do fator de impacto da BMSE de 1,627 em 2018 para 1,743 em 2019. Em 2019 os Profs. Jader Riso Barbosa Jr. e Marcelo Areias Trindade foram designados Editores-chefes da BMSE, dando continuidade ao excelente trabalho executado Prof. Francisco Ricardo Cunha e editoriais anteriores. Destaca-se também o importante papel de divulgação técnica e científica cumprido pelas demais publicações da ABCM (ABCM Engenharia, ABCM *Symposium Series*, RETERM), reconhecendo a dedicação e excelência do trabalho executado por seus editores.

Ao finalizar, em nome da Diretoria Gestão 2018-2019 agradeço aos membros do Conselho, Secretários e Membros de Comitês Técnicos, Editores-Chefes e Associados de nossos periódicos, organizadores de eventos e toda comunidade ABCM que contribuíram para o fortalecimento da nossa Associação e possibilitaram que os resultados relatados fossem alcançados. Gostaria também de expressar que, neste segundo biênio, esperamos contar com o apoio de todos novamente para que os compromissos assumidos em nosso programa de gestão sejam alcançados, e, assim, possamos continuar contribuindo para o progresso da Engenharia e Ciências Mecânicas no Brasil, ampliando a valorização e reconhecimento da ABCM nos cenários nacional e internacional.

Novas tecnologias para segurança e eficiência da indústria

Tânia Cosentino
Presidente da Microsoft Brasil



Hoje vivemos a 4ª Revolução Industrial, conhecida também como a Revolução da Inovação. Esta nova era é guiada pela transformação digital, que traz o poder dos dados, da computação em nuvem e do aprendizado de máquina para os negócios, levando a um novo patamar de inteligência. Para acompanhar esta evolução é essencial que as empresas entendam a importância da jornada da transformação digital.

Segundo a consultoria McKinsey, novas tecnologias podem gerar até \$3,7 trilhões do PIB global até 2025 quando totalmente integradas, sendo que 50% das companhias que adotarem Inteligência Artificial (IA) nos próximos cinco a sete anos podem dobrar seu fluxo de caixa. A chamada Indústria 4.0

está transformando os negócios para melhorar a experiência do cliente, agilizar a inovação e transformar operações.

E esta transformação sobre a qual tanto falo será movida por dados. O mundo produz cada vez mais dados - mas o mercado precisa aprender a extrair valor deles. 90% dos dados mundiais foram criados nos últimos dois anos. Mas apenas 10% dos dados das empresas são utilizados, mostrando que a riqueza dos dados é perdida sem uma estratégia eficiente. Quando associamos IA e dados na indústria, podemos explorar um grande volume de informações com alto poder computacional, acelerando o ritmo da inovação. Para nós da Microsoft a IA amplia a

engenhosidade humana. Muitas das nossas grandes invenções - e as soluções para os nossos maiores problemas - foram o resultado da tecnologia combinada com a engenhosidade humana. E é isto que o futuro reserva.

Falando especificamente sobre a indústria de petróleo e gás, por exemplo, vemos a importância dos dados para transformar os modelos de negócio. Neste ciclo, é importante repensar o uso dos dados sempre orientados aos resultados; reinventar processos de saúde, segurança, extensão da vida útil dos ativos e excelência operacional; e desenvolver uma plataforma de tecnologia confiável, com segurança, conformidade, privacidade e transparência.

Neste segmento, a adoção de Internet das Coisas (IoT) é uma alternativa fundamental. A conexão entre objetos físicos que permite a comunicação entre eles e com o usuário, por meio de sensores inteligentes e softwares que transmitem dados para uma rede é uma tecnologia prioritária para a competitividade da indústria. Para o uso de vídeos analíticos nas plataformas, como se trata de um ambiente remoto

(no meio do mar) e sem uma conectividade robusta à internet, com a IoT é possível levar algoritmos de IA para a plataforma, capazes de analisar os vídeos e enviar para fora da plataforma somente os dados de alertas e situações de risco, reforçando a segurança e evitando interrupções da operação. Esse é somente um dos vários exemplos de como a tecnologia pode ser utilizada a favor do negócio.

Nosso objetivo na Microsoft é possibilitar que todas as organizações não apenas utilizem tecnologia, mas também construam a sua intensidade tecnológica, ou seja, impulsionem seu crescimento desenvolvendo a sua própria tecnologia. Temos uma missão de empoderar cada pessoa e cada organização no planeta a conquistar mais. Por isso, nosso compromisso não é apenas expandir o acesso à tecnologia, mas ajudar todos a construir sua própria capacidade tecnológica, desde uma pequena empresa que deseja ser mais produtiva até uma multinacional que busca ser mais competitiva no seu setor de atuação.

A sua empresa está pronta para a esta nova era da tecnologia?



Tânia Cosentino durante sua palestra na abertura da COTEQ 2019.

Imagem gentilmente cedida pelo Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP)

NR 12 > Segurança no Trabalho com Máquinas e Equipamentos: cenário, avanços e desafios



• **Roque Puiatti**
Auditor Fiscal do Trabalho do Ministério do Trabalho
>aposentado<



NR 12 (2010): ponto de inflexão

No ano de 2010 o mundo da segurança no trabalho com máquinas e equipamentos no Brasil teve um ponto (histórico) de inflexão. Mais precisamente, no dia 24 de dezembro daquele ano, com a publicação no Diário Oficial da União - Portaria SIT n.º 197, do Ministério do Trabalho - da revisão da Norma Regulamentadora (NR) n.º 12, renomeada com o título de **Segurança no Trabalho com Máquinas e Equipamentos**, a prevenção de acidentes com maquinários, sejam eles de pequena gravidade ou até mutilantes ou fatais, passou a ter uma importante aliada.

Trágico cenário

Dados do Observatório Digital de Segurança e Saúde no Trabalho do MPT (Ministério Público do Trabalho) e da OIT (Organização Internacional do Trabalho) demonstram o cenário trágico da acidentalidade com máquinas e equipamentos no Brasil (<https://smartlabbr.org/sst>):

- de 2012 a 2018, máquinas e equipamentos provocaram 528.473 acidentes de trabalho, 2.058 mortes acidentárias notificadas e 25.790 amputações no Brasil;
- com isso, se tornaram o principal agente causador de acidentes de trabalho, ocupando 15,19% dos registros feitos no período, pelo não atendimento da NR 12, conforme exemplificado na Figura 1;
- no mesmo período, o montante de gastos previdenciários com amputações causadas por máquinas foi de R\$ 131 milhões, 69% do total das despesas com amputações no trabalho.

Tal realidade também tem repercussões negativas na eficiência empresarial e econômica das empresas, com impactos financeiros no que tange a produtividade, qualidade, absenteísmo, prejuízos trabalhistas decorrentes de indenização acidentárias, penalizações administrativas, ações regressivas previdenciárias e paralização da produção por interdição de máquinas.

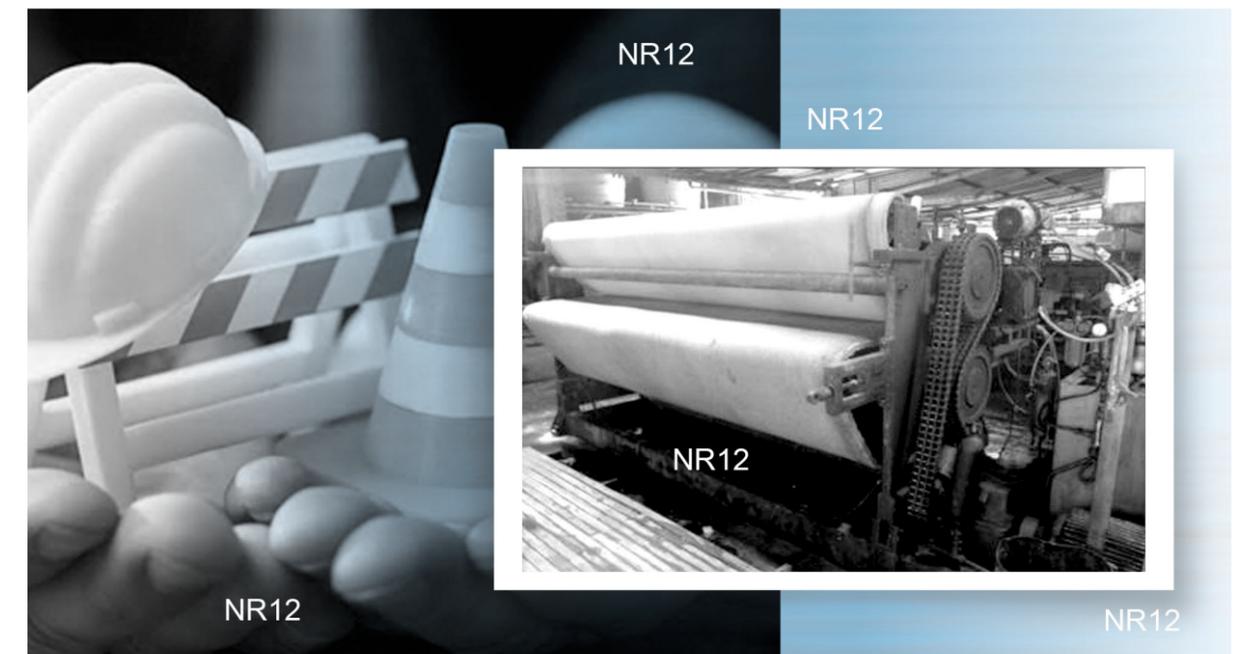


Figura 1 > máquina do setor coureiro com partes móveis sem adequada proteção contra acidentes.
> foto do autor.

Estruturada e sistematizada

A NR 12, construída de maneira tripartite, ou seja, com a participação de representações de governo, empregadores e trabalhadores, seguindo princípios recomendados pela OIT e com mais de décadas de aplicação desta abordagem regulatória no país, inovou com a agregação de conceitos e princípios fundamentais de prevenção sobre o assunto e em elementos técnico-normativos utilizados por países desenvolvidos, com detalhamento de cada tópico atinente a segurança, nomeadamente relacionados com layout, instalações elétricas, sistemas de segurança, meios de acesso, ergonomia, inspeção e manutenção, capacitação, dentre outros.

Estruturada de forma sistêmica, apresenta um corpo principal e é complementada por 12 Anexos, que detalham aspectos específicos da NR. Na forma de sumário (Tabela 1), os tópicos são:

Corpo da NR 12	Anexos da NR 12
Princípios gerais	Anexo I - Distâncias de segurança e requisitos para o uso de detectores de presença opto eletrônicos
Arranjo físico e instalações	
Instalações e dispositivos elétricos	Anexo II - Conteúdo programático da capacitação
Dispositivos de partida, acionamento e parada	Anexo III - Meios de acesso permanentes
Sistemas de segurança	Anexo IV - Glossário
Dispositivos de parada de emergência	Anexo V - Motosserras
Meios de acesso permanentes	Anexo VI - Máquinas para panificação e confeitaria
Componentes pressurizados	Anexo VII - Máquinas para açougue e mercearia
Transportadores de materiais	Anexo VIII - Prensas e similares
Aspectos ergonômicos	Anexo IX - Injetora de materiais plásticos
Riscos adicionais	Anexo X - Máquinas para fabricação de calçados e afins
Manutenção, inspeção, preparação, ajuste, reparo e limpeza	Anexo XI - Máquinas e implementos para uso agrícola e florestal
Sinalização	Anexo XII - Equipamentos de guindar para elevação de pessoas e realização de trabalho em altura
Manuais	
Procedimentos de trabalho e segurança	
Projeto, fabricação, importação, venda, locação, leilão, cessão a qualquer título, exposição e utilização.	
Capacitação	
Outros requisitos específicos de segurança	
Disposições finais	

Tabela 1 > Sumário da NR 12

Ciclo de vida

A NR 12 apresenta uma nova forma de compreender a segurança com máquinas, trazendo, de forma subliminar, o conceito de Ciclo de Vida da máquina ou equipamento, conforme descrito em documento da OIT denominado *Safety and health in the use of machinery* (2013), visualizado na Figura 2.

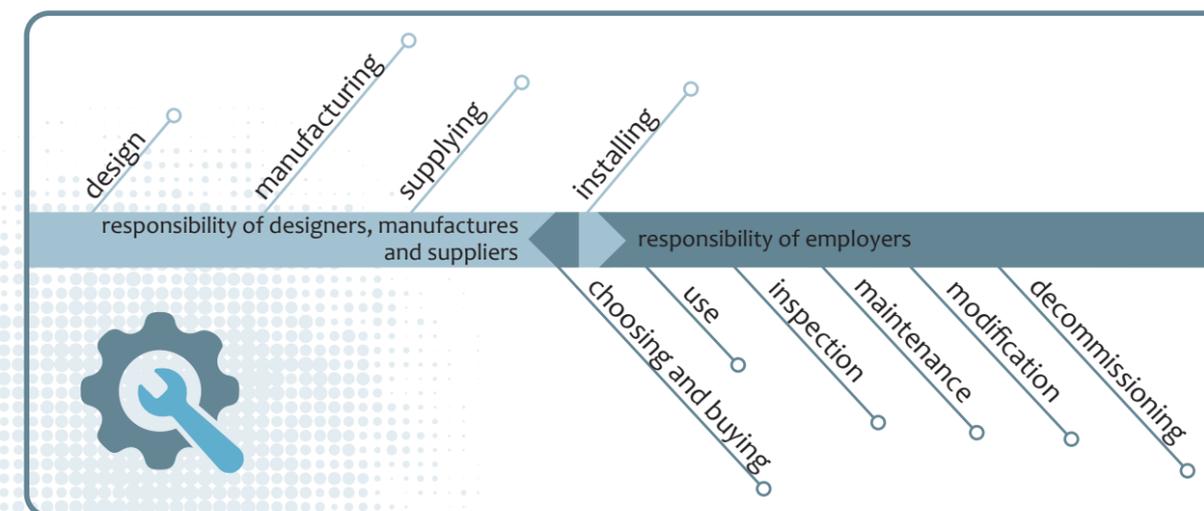


Figura 2 > Division of responsibilities for ensuring safety in the use of machinery during its life cycle

www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/normative-instruments/code-of-practice/WCMS_164653/lang-en/index.htm

Neste conceito, a segurança começa no *design*, ou seja, nas fases conceituais do projeto do equipamento, cuja responsabilidade é do fabricante, passando por aspectos de fabricação e fornecimento, e com responsabilidades da empresa adquirente na escolha do fornecedor, operação, inspeção e manutenção, gestão de mudanças e até o descomissionamento.

O item 12.1.1, da NR 12, refere com amplitude o tópico citado e também sua abrangência: “... para resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas **fases de projeto e de utilização** de máquinas e equipamentos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título...”.

Sob o ângulo da engenharia, profissionais engenheiros e projetistas que atuam na concepção - ou mesmo *retrofitting* - passam a ter uma grande responsabilidade: conhecer e compreender os princípios, conceitos e exigências normativas constantes ao texto da NR 12.

A título de exemplo, e incorporado em atualização da NR 12 no ano de 2015, estes profissionais devem considerar o que é denominado como “estado da técnica”, que substituiu o conceito “falha segura”.

http://abimaq.org.br/Arquivos/HTML/Documentos/NR12/Nota%20T%C3%A9cnica%20DSSTSIT%20n%C2%BA%2048_2016.pdf

Abrangência

A NR 12 abrange todas as atividades econômicas: desde uma pequena padaria com seus equipamentos para panificação, uma forjaria de médio porte com suas prensas, até grandes empresas, sejam do setor urbano ou rural, com seu maquinário das mais variadas complexidades.

No item 12.1.4, refere que somente NÃO se aplica:

“a. às máquinas e equipamentos movidos ou impulsionados por força humana ou animal;



- b. às máquinas e equipamentos expostos em museus, feiras e eventos, para fins históricos ou que sejam considerados como antiguidades e não sejam mais empregados com fins produtivos, desde que sejam adotadas medidas que garantam a preservação da integridade física dos visitantes e expositores;
- c. às máquinas e equipamentos classificados como eletrodomésticos;
- d. aos equipamentos estáticos;
- e. às ferramentas portáteis e ferramentas transportáveis (semiestacionárias), operadas eletricamente, que atendam aos princípios construtivos estabelecidos em norma técnica tipo 'C' (parte geral e específica) nacional ou, na ausência desta, em norma técnica internacional aplicável;
- f. às máquinas certificadas pelo INMETRO, desde que atendidos todos os requisitos técnicos de construção relacionados à segurança da máquina."

Neste ponto, é bom ressaltar a incorporação em recente atualização da NR 12 de "máquinas certificadas pelo INMETRO", na busca de alinhamento internacional com processo existente havia décadas na União Europeia: certificação de máquinas e equipamentos.

Multidisciplinariedade

Convém destacar o papel multidisciplinar da NR 12, visto a necessidade de várias áreas da engenharia estarem envolvidas: profissionais de segurança do trabalho na apreciação dos riscos, na definição de sistemas de segurança e na capacitação de trabalhadores; da área elétrica, eletrônica e automação, no que tange as instalações e dispositivos elétricos; da mecânica, inspeção e manutenção envolvidos com a continuidade operacional segura das máquinas e equipamentos, bem como, por exemplo, da área da ergonomia.

Este conjunto de profissionais, dos mais diferentes matizes, atuando de maneira articulada e tendo como referência os fundamentos da NR, tem o potencial de proporcionar a mais qualificada eficiência ao processo de implantação, implementação e manutenção da segurança em máquinas e equipamentos na empresa. Tais profissionais podem ser diretos da empresa ou contratados, na forma de assessoria e consultorias.

NR 12, Normas Técnicas da ABNT, ISO e IEC

A recente atualização da NR 12, ocorrida de julho de 2019, reitera no item 12.1.1 que a NR deve ser complementada com a adoção de normas técnicas nacionais e internacionais: "...nas **normas técnicas oficiais** ou nas **normas internacionais aplicáveis** e, na ausência ou omissão destas, opcionalmente, nas normas Europeias tipo "C" harmonizadas."

Para tanto, quando da concepção da máquina ou equipamento ou decorrente de adequação a NR 12, os profissionais devem ter informação e conhecimento sobre as normas técnicas aplicáveis. Neste sentido, é importante destacar a incorporação, por exemplo, da NBR ISO 13849-1:2019, Segurança de Máquinas - Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Parte 1: Princípios gerais de projeto e da NBR ISO 13849-2:2019, Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Parte 2: Validação, bem como sobre sistemas robóticos: ABNT ISO 10218-1, ABNT ISO 10218-2 e ISO/TS 15066.

NR 12: Gestão e Indústria 4.0

Gestão é uma palavra-chave quando se pensa em implementar a NR 12 na empresa, seja ela de pequeno, médio ou grande porte. Neste contexto é impensável não incorporar a lógica PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), com a definição de uma política para segurança no trabalho com máquinas e equipamentos, estabelecimento de um planejamento, delineamento dos fundamentos para organização e a realização de auditorias periódicas, como foco na busca da melhoria contínua.

No contexto (atual) de uma Indústria 4.0 é inadmissível a existência de descumprimentos e fragilidades na gestão para a prevenção de acidentes com o maquinário. O alto grau de controle exigido pela 4.0 incorpora a obrigatoriedade de eficiente atendimento dos requisitos da NR 12, como sinônimo de continuidade operacional.

Avanços relevantes

A despeito de críticas e polêmicas nos últimos anos por parte de segmentos e representantes empresariais quanto às obrigações da NR 12, especialmente quanto a custos e prazos para adequação em certos setores econômicos, são indiscutíveis os avanços produzidos pela sua implementação no país, dentre os quais devem ser citados:

- adequação de centenas de milhares de máquinas e equipamentos aos requisitos preventivos estabelecidos pela NR, conforme exemplo na Figura 3, com redução dos patamares acidentários em empresas que realizaram uma implantação eficaz;
- consolidação de uma "massa crítica" de expertise nacional sobre o tema, especialmente de profissionais da área de engenharia, com a geração de qualificado conhecimento e informação;
- estruturação de um expressivo número de empresas nacionais habilitadas a fornecer de maneira adequada serviços para adequação de máquinas e equipamentos a NR 12;
- alinhamento do país aos requisitos normativos internacionais, especialmente para com as normas europeias atinentes ao tema;
- valorização e compreensão da importância de máquinas adequadas a NR 12 por boa parte de fabricantes, importadores e setores de

- suprimentos das empresas,
- agregação de valor no mercado de máquinas e equipamentos adequados a NR 12;
- centena de milhares de trabalhadores capacitados em temas atinentes a NR 12, com um aprimoramento da consciência para a prevenção de acidentes com o maquinário;
- redução do valor de dispositivos de segurança nos últimos anos, como relés de segurança, cortinas de luz, scanners, etc., oportunizando que empresas de menor porte também tenham a possibilidade de adequar seu maquinário a NR 12.
- órgãos e atores públicos com estruturação e implementação de ações educativas e fiscalizatórias sobre o tema, com capacitação também de suas equipes internas (educadores, auditores fiscais, pesquisadores, analistas periciais) sobre estratégias de atuação e avaliação de resultados.



Figura 3 > máquina do setor gráfico com atendimento aos requisitos da NR 12. > foto do autor.

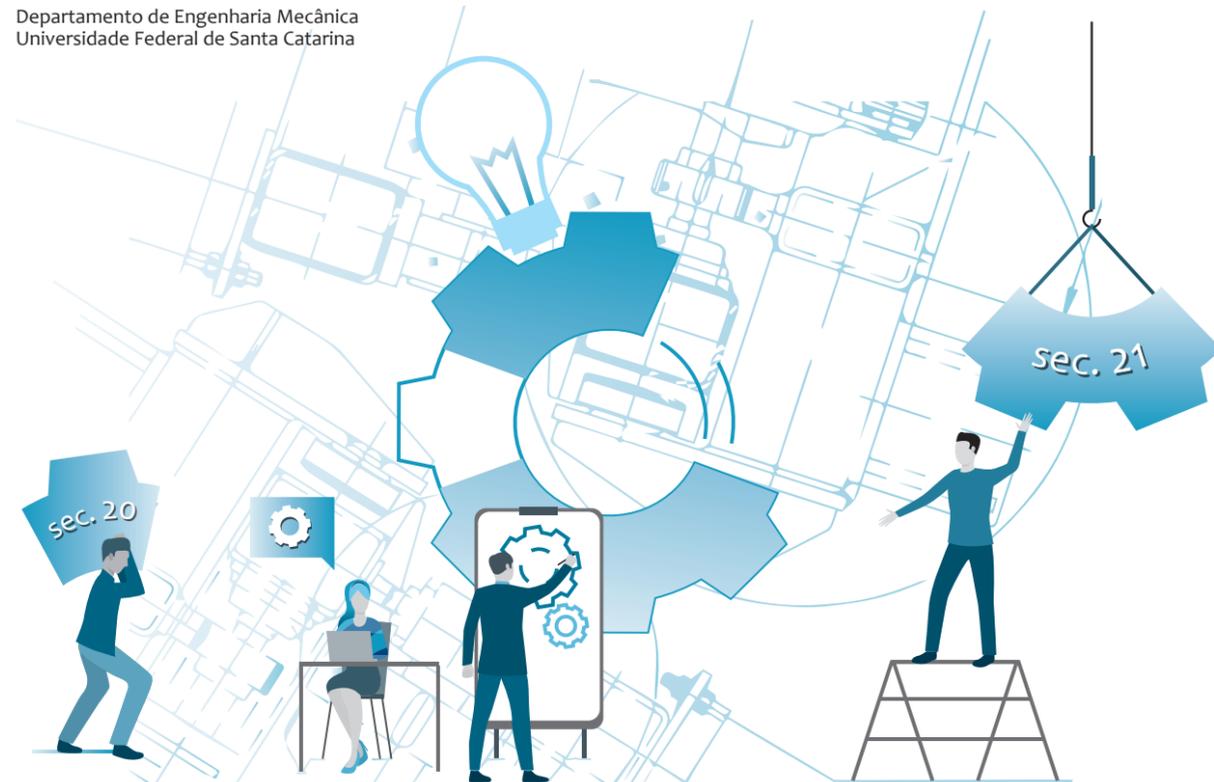
Conclusão

A segurança no trabalho com máquinas e equipamentos, com a redução significativa da acidentalidade - seja de acidentes de menor gravidade ou graves e fatais -, somente será efetivamente alcançada quando o conjunto de atores estatais de normatização, de fiscalização, de pesquisa, da iniciativa privada e suas organizações, das universidades, das organizações de profissionais, entidades de pesquisa e das representações sindicais laborais, bem como órgãos de financiamento e fomento, estiverem engajadas e articuladas compreendendo que a segurança no trabalho com máquinas e equipamentos é um instrumento de agregação de valor, continuidade operacional, eficiência econômica e empresarial e que a implementação da NR 12 é estratégica para resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores.

Novas Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia

Alvaro T. Prata

Departamento de Engenharia Mecânica
Universidade Federal de Santa Catarina



Introdução

A Resolução CNE/CES 2/2019 de 24 de abril de 2019¹, instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, DCNs. Ela está dividida em seis capítulos e dezoito artigos. Os capítulos I e VI, tratam das disposições preliminares, e das disposições finais e transitórias, respectivamente. Os capítulos II a V cobrem as diretrizes que se materializam em quatro aspectos: (i) perfil e competências esperadas do egresso; (ii) organização do curso de graduação em engenharia; (iii) avaliação das atividades; (iv) corpo docente. A partir da data de sua publicação os cursos de Engenharia em funcionamento têm o prazo de três anos para implantação destas diretrizes.

A resolução surpreende pela sua amplitude e abrangência, e foi elaborada a partir das seguintes premissas: (i) elevar a qualidade do ensino em Engenharia no país; (ii) permitir maior flexibilidade na estruturação dos cursos de Engenharia, para facilitar

que as instituições de ensino inovem seus modelos de formação; (iii) reduzir a taxa de evasão nos cursos de Engenharia, com a melhoria de qualidade; e (iv) oferecer atividades compatíveis com as demandas futuras por mais e melhores formação dos engenheiros. O parecer da comissão que elaborou as diretrizes² manifesta suas expectativas de que “...as DCNs devem ser capazes de estimular a modernização dos cursos de Engenharia, mediante a atualização contínua, o centramento no estudante como agente de conhecimento, a maior integração empresa-escola, a valorização da inter e transdisciplinaridade, assim como do importante papel do professor como agente condutor das mudanças necessárias, dentro e fora da sala de aula”. As diretrizes aprovadas substituem as diretrizes vigentes que foram estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação através da Resolução CNE/CES 11/2002 de 11 de março de 2002.

1 Resolução CNE/CES 2/2019. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de abril de 2019, Seção 1, pp. 43 e 44.

2 Parecer CNE/CES 01/2019 de 23 de janeiro de 2019. Processo 23001.000141/2015-11, MEC/CNE.

Os Cursos de Graduação em Engenharia no Brasil

Considerando a primeira denominação do curso (Mecânica, Civil, Elétrica, Química, etc.) o ensino da engenharia no país é realizado a partir de sessenta habilitações. Quando se considera a segunda denominação (Elétrica de Potência, Mecânica Automobilística, etc.) mais de 250 opções são oferecidas por 1.200 instituições.

Presentemente, de acordo com a base de dados do INEP³, são oferecidos 5.816 cursos de engenharia presenciais no país dos quais 4.449 cursos são oferecidos por instituições privadas (76,5%); civil, produção, elétrica e mecânica são os cursos mais oferecidos. Adicionalmente, já existem 290 cursos de engenharia na modalidade de Ensino a Distância, EaD. Ainda que o número de cursos na modalidade EaD representem apenas 5% dos cursos oferecidos, esta modalidade abriga 30% do total das vagas oferecidas. Menos de 50% das vagas oferecidas para os cursos de Engenharia presenciais são atualmente ocupadas. Em grandes números, o total de concluintes nos cursos de Engenharia em 2018 foi 120 mil dos quais 86 mil em instituições privadas (72%) e 34 mil em instituições públicas (28%).

Os estudantes demoram entre 5,5 a 6,5 anos em média para finalizar o curso de engenharia e estima-se que dos ingressantes 54,8% abandonam o curso sem concluir⁴. Esta evasão é mais acentuada em instituições privadas (55,9%) do que em instituições públicas (46,3%). Verifica-se que a evasão ocorre principalmente nos dois primeiros anos do curso.

A Engenharia no Século XX

O século XX experimentou desenvolvimentos tecnológicos sem precedentes que resultaram em grandes transformações na prática e no ensino da engenharia. As vinte maiores conquistas da engenharia no século passado, conforme a percepção da Academia Nacional de Engenharia dos EUA, nos ajudam a apreciar como as realizações tecnológicas associadas à engenharia mudaram e moldaram nossa vida no planeta⁵.

Maiores Conquistas da Engenharia no Século XX

Eletrificação 01	11 Rodovias
Automóvel 02	12 Veículos Espaciais
Avião 03	13 Internet
Fornecimento e Distribuição de Água 04	14 Processamento de Imagem
Eletrônica 05	15 Eletrodomésticos
Rádio e Televisão 06	16 Tecnologias para Saúde
Mecanização Agrícola 07	17 Petróleo e Petroquímica
Computador 08	18 Laser e Fibra Ótica
Telefone 09	19 Tecnologias Nucleares
Refrigeração e Condicionamento de Ar 10	20 Materiais de Alto Desempenho

Tabela 1 > Maiores Conquistas da Engenharia no Século XX

3 INEP, Instituto de Estudo e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira; www.inep.org.br

4 Conforme Vanderli Fava de Oliveira, em Parecer CNE/CES 01/2019 de 23 de janeiro de 2019.

5 “Greatest Engineering Achievements of the 20th Century”, National Academy of Engineering, www.greatachievements.org

Cada uma das conquistas listadas na tabela anterior causou grande impacto na maneira que vivemos, com muitas implicações sociais e econômicas. A importância da engenharia e o advento de novas áreas resultaram em diferentes formas de se organizar o conhecimento tecnológico e com isto surge a engenharia científica no século XXI. O ensino da engenharia foi profundamente afetado^{6,7,8} e muito se refletiu sobre a formação do engenheiro^{9,10}. Grandes mudanças que ocorreram durante o último século no que se refere à educação em engenharia fortaleceram a ciência da engenharia e a ênfase em uma visão analítica de problemas nos cursos de engenharia. Adicionalmente, o projeto em engenharia passou a ser enfatizado e o uso crescente do conhecimento associado às áreas de educação e ciências comportamentais passou a ser introduzido no ensino da engenharia¹¹. Mais recentemente o uso das novas tecnologias de informação e comunicação têm sido introduzidas na educação em engenharia¹¹.

No contexto brasileiro as mudanças no ensino da engenharia têm sido introduzidas mais lentamente do que seria necessário para fazer frente às novas demandas e às novas oportunidades. As instituições universitárias e as escolas de engenharia, elas próprias têm se tornado obsoletas e uma reforma na educação superior têm sido propagada de forma crescente¹². Mudanças nas instituições de ensino superior no país e valorização das áreas tecnológicas poderão contribuir também para o aumento de profissionais com formação em engenharia. Se comparado a outros países o Brasil apresenta um número baixo de engenheiros por habitantes, com cerca de 2,8 engenheiros por 10 mil habitantes. Exemplo de alguns países com números significativamente maiores incluem Coreia do Sul (19,2), Portugal (14,6), Espanha (10), Japão (9,8), Reino Unido (9,5), Alemanha (8), México (7,7) Holanda (6,5), e Estados Unidos (5,2). De maneira a perseguir com mais segurança e consistência nosso desenvolvimento econômico e social é necessário criar políticas e incentivos para

6 L.E. Grinter, "Summary of the report on the evaluation of engineering education", Eng. Edu., vol. 46, pp. 25-60, 1955.

7 V. A. Babits, "Science and engineering education: Europe-USA", IRE Trans. Edu., vol. 1, pp. 110-116, 1958.

8 G. Murphy, "New demands on engineering education", IRE Trans. Educ. Vol. 1, pp. 116-119, 1958.

9 R. M. Felder and L. K. Silverman, "Learning and teaching styles in engineering education", Eng. Edu. Vol. 78, pp. 674-681, 1988.

10 C. L. Newport and D. G. Elms, "Effective engineers", Int. J. Eng. Educ. Vol. 15, pp. 325-332, 1997.

11 J. E. Froyd, P. C. Wankat and K. A. Smith, "Five major shifts in 100 years of engineering education", Proc. IEEE, vol. 100, pp.1344-1360, 2012.

12 "Subsídios para a Reforma da Educação Superior", Estudos Estratégicos da Academia Brasileira de Ciências, 40 p., 2004.

aumentar o número e a qualificação de profissionais da área de engenharia¹³.

O Brasil possui relevância e amadurecimento científico e se coloca entre os países que mais geram ciência no mundo. Não obstante, e apesar de apresentar competitividade e maturidade tecnológica em algumas áreas (exemplos incluem extração de petróleo em águas profundas, indústria aeronáutica, automação bancária, e biocombustível) o país não persegue uma política de inovação e competitividade tecnológica consistente capaz de assegurar que nosso conhecimento científico seja efetivamente aproveitado para gerar riqueza e bem estar social. Estimular o empreendedorismo tecnológico e a criação de empresas inovadoras emergentes (*start-ups*) envolvendo alunos, pesquisadores e professores no contexto das atividades de pesquisa desenvolvidas pelas universidades é uma das tarefas que precisam ser absorvidas pelos cursos de engenharia¹³.

Há uma forte correlação entre a produção científica em engenharia e os indicadores econômicos de cada país¹⁴. Com exceção do Brasil e do México, as quinze maiores economias do mundo são as que mais publicam em engenharia. Apesar de o Brasil estar entre as dez maiores economias do mundo, é o 18o na produção de conhecimento científico em engenharia. Da mesma forma há uma forte correlação entre a produção de conhecimento em engenharia e a produção industrial e os produtos manufaturados. Novamente o Brasil é uma exceção, pois apesar de estar na 18a posição na produção de conhecimento em engenharia, é o 6o país em produção industrial e o 8o na produção de produtos manufaturados¹⁴, indicando a desvinculação entre nosso setor produtivo e o conhecimento de engenharia produzido no país. Neste contexto, a aproximação entre nossos ambientes acadêmicos e industriais, sobretudo a partir das nossas escolas de engenharia, segue sendo um desafio a ser vencido.

A Engenharia no Século XXI

Se o século XX trouxe muitas transformações para a engenharia, o século XXI parece indicar transformações ainda maiores e mais disruptivas. Um recente relatório preparado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico,

13 "Repensar a Educação Superior no Brasil – Análise, Subsídios e Propostas", Estudos Estratégicos da Academia Brasileira de Ciências, 124p., 2018.

14 L. Grochocki, J. Guimarães, A. T. Prata and J. F. G. Oliveira, "Engineering and development in Brazil, challenges and prospects: a new perspective on the topic", Innovation & Management Review, vol. 15, pp. 41-57, 2018.

OCDE, analisa tendências em ciência, tecnologia e inovação nos países membros da OCDE bem como nas principais economias não-membros. Em curto prazo, de acordo com o relatório, nos próximos dez anos há expectativa de que experimentaremos grandes mudanças sociais, econômicas, políticas, ambientais e tecnológicas¹⁵. Tais mudanças deverão trazer impactos em ciência, tecnologia e inovação sobretudo associadas às seguintes áreas temáticas¹⁵: demografia, recursos naturais e energia, meio ambiente e mudanças climáticas, globalização, papel dos governos, economia, emprego, produtividade, sociedade, saúde, desigualdade e bem-estar. Adicionalmente, segundo o documento da OCDE, teremos grandes avanços nas seguintes tecnologias emergentes¹⁵: internet das coisas, análise de grandes dados, inteligência artificial, neurotecnologias, nano e microssatélites, manufatura aditiva, tecnologias avançadas de estocagem de energia, biologia sintética e tecnologia de blocos encadeados. Considerando que estamos apenas iniciando o século é de se esperar que o exercício da engenharia e seu escopo de atuação sofrerão grandes transformações. O ensino da engenharia deverá acomodar e se antecipar às transformações por vir.

A Academia Nacional de Engenharia dos Estados Unidos, NAE, ao refletir sobre os grandes desafios para a engenharia no século XXI, apresentou em 2008 a seguinte visão explicitando o que a engenharia precisa proporcionar a todas as pessoas do planeta neste século: "Continuidade da vida no planeta, tornando nosso mundo mais sustentável, seguro, saudável e alegre". Surpreende aqui o compromisso assumido de tornar o nosso mundo mais alegre. Com esta visão há expectativa que a engenharia possa avançar em áreas mais afetas às ciências humanas, sociais e da vida. Na sequência, e após uma ampla consulta pública, a NAE publicou um relatório onde apresenta quatorze desafios para as engenharias no século XXI¹⁶. Tais desafios estão listados na Tabela 2.

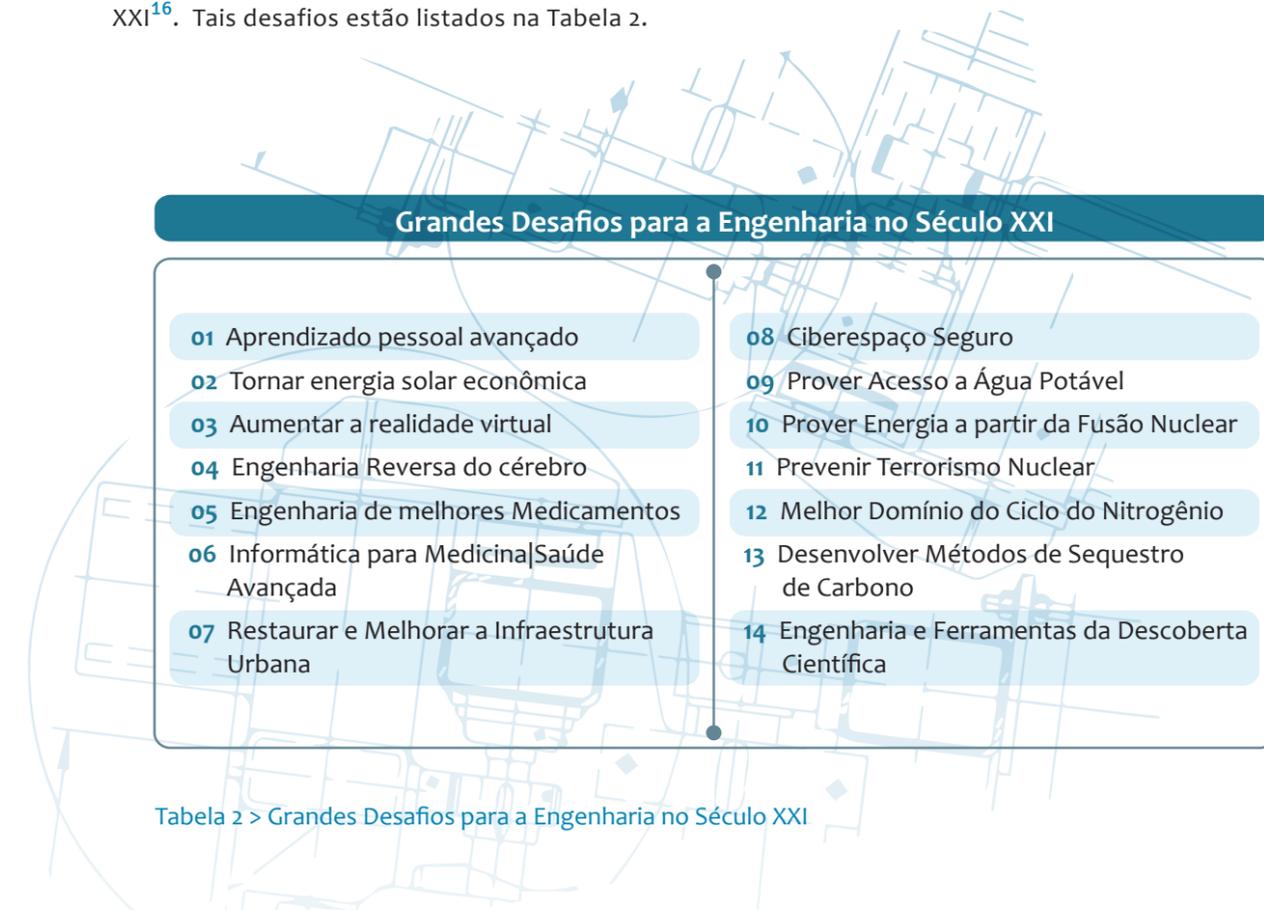


Tabela 2 > Grandes Desafios para a Engenharia no Século XXI

15 "OECD Science, Technology and Innovation Outlook", December, 2016.

16 "Grand Challenges for Engineering", National Academy of Engineering, <http://engineeringchallenges.org/challenges.aspx>

Aos se comparar as realizações da engenharia no século XX apresentadas na Tabela 1 com os desafios para o século XXI da Tabela 2 observa-se que saímos de produtos e equipamentos tecnológicos bem definidos para transformações e tendências mais focadas nos seres humanos. O comitê da NAE que apontou os desafios listados sugeriu que estes se enquadram em quatro grandes temas: sustentabilidade, saúde, segurança e alegria de viver.

A publicação do relatório da Academia Nacional de Engenharia dos EUA suscitou uma preocupação das escolas de engenharia norte-americanas associada ao envolvimento de alunos de engenharia nos desafios do século XXI. Novas competências precisariam ser incorporadas à formação dos egressos dos cursos de engenharia e cinco foram listadas como necessárias¹⁷: (i) talento para lidar com os desafios do século XXI; (ii) multidisciplinaridade; (iii) empreendedorismo; (iv) competência multicultural; (v) consciência social.

Ao final do século passado a perspectiva de fortalecer a engenharia nacional e melhorar e ampliar a formação do engenheiro e o ensino da engenharia no país com vistas às novas demandas da sociedade deu origem ao Programa de Desenvolvimento das Engenharias, PRODENGE, e dos subprogramas Reengenharia do Ensino da Engenharia, REENGE, e Redes Cooperativas de Pesquisa, RECOPE¹⁸. A percepção nacional de que competências adicionais precisariam ser agregadas à formação do engenheiro passou a ser amplamente discutida e influenciada pelos desenvolvimentos ocorridos sobretudo na Europa e Estados Unidos¹⁹.

Mudanças são Necessárias

As experiências vividas pelas transformações ocorridas no século XX e as perspectivas para o século XXI justificam novas diretrizes curriculares nacionais para a graduação em engenharia. A formação dos egressos exige novos atributos e competências e as escolas de engenharia precisam responder aos desafios e às oportunidades que já se fazem presentes. Mudanças se fazem necessárias.

A Resolução CNE/CES 2/2019 de 24 de abril de 2019 explora em detalhes dois aspectos: o perfil dos egressos e a organização do curso. De uma forma mais superficial trata da avaliação das atividades e do corpo

17 “NAE Grand Challenges Scholars Program”, <http://engineeringchallenges.org/GrandChallengeScholarsProgram.aspx>

18 W. Pirró e Longo, “O Programa de Desenvolvimento das Engenharias”, Revista Brasileira de Inovação, vol. 3., pp. 417-447, 2004.

19 M. A. da Silveira, “A Formação do Engenheiro Inovador: Uma Visão Internacional”, 145p., 2005.

docente. O perfil do egresso exigido compreende, entre outras, as seguintes características:

- I. Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
- II. Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;
- III. Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
- IV. Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
- V. Considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;
- VI. Atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

Ainda, de acordo com a resolução, o curso deve proporcionar aos seus egressos as seguintes competências gerais:

- I. Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto:
 - a. ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos;
 - b. formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas;
- II. Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação:
 - a. ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras.
 - b. prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;
 - c. conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo.
 - d. verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;
- III. Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos:

- a. ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;
 - b. projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;
 - c. aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;
- IV. Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia:
 - a. ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia.
 - b. estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação;
 - c. desenvolver sensibilidade global nas organizações;
 - d. projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas;
 - e. realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental;
 - V. Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica:
 - a. ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis;
 - VI. Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares:
 - a. ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;
 - b. atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede;
 - c. gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;
 - d. reconhecer e conviver com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua (globais/locais);
 - e. preparar-se para liderar empreendimentos em todos os seus aspectos de produção, de finanças, de pessoal e de mercado;

VII. Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão:

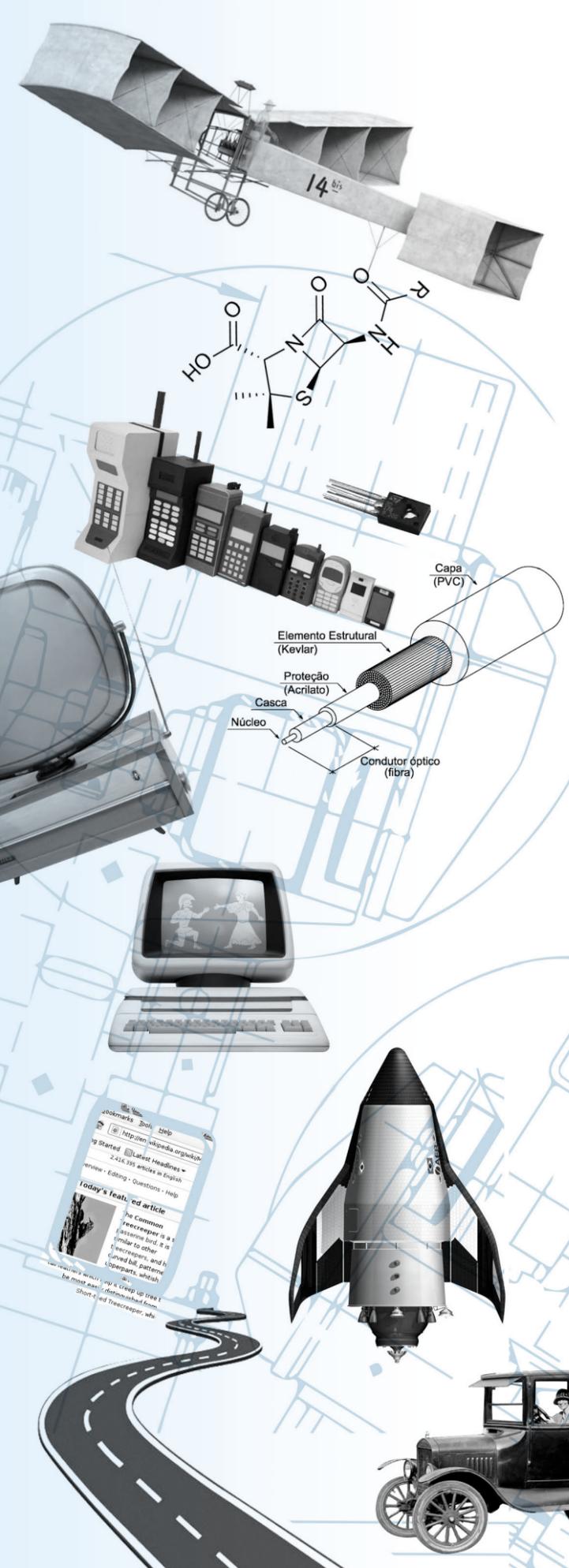
- a. ser capaz de compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente.
 - b. atuar sempre respeitando a legislação, e com ética em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando;
- VIII. Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação:
 - a. ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.
 - b. aprender a aprender.

Ufa! As características e competências listadas anteriormente são por demais extensas e ambiciosas. Não parece ser viável esperar dos egressos tal maturidade e qualificação. Muitos engenheiros, mesmo exitosos na profissão, não conseguem adquirir ao longo das suas vidas profissionais a totalidade das características e competências listadas. Os próprios docentes, na sua maioria, não reúnem o que está sendo esperado dos egressos. Há um exagero em relação ao perfil e competências esperadas do egresso.

A organização do curso, conforme estabelecido nas diretrizes aprovadas, deve contemplar atividades que assegurem o desenvolvimento das competências anteriormente apresentadas. Assim, o projeto pedagógico requerido necessariamente se mostrará complexo e muito provavelmente inatingível. Surge ainda a dúvida se haverá tempo suficiente na estrutura curricular para que os estudantes sejam expostos aos conteúdos mínimos necessários de matemática, física, química, materiais, computação, informática, etc., as ditas ciências duras.

Ao refletir sobre as principais mudanças que poderão melhorar a formação dos egressos e minimizar os problemas e as dificuldades enfrentadas nos cursos de engenharia, inclusive a elevada evasão de alunos nos primeiros anos, a realidade parece indicar que é urgente focar na relação entre o ambiente acadêmico e o setor industrial. Desta forma os seguintes aspectos precisam ser explorados:

- I. Universidade> precisa facilitar a relação com as empresas e com o setor industrial e se envolver com grandes projetos nacionais;



- II. Departamento> deve ampliar sua parceria com as empresas e trabalhar conjuntamente com estas na realização de projetos de interesse científico e tecnológico;
- III. Curso> necessita aumentar a ênfase em atividades orientadas por projetos, com a participação de empresas;
- IV. Corpo Docente> precisa fortalecer seu envolvimento com projetos de desenvolvimento tecnológico e inovação;
- V. Alunos> durante o curso precisam se envolver com empresas e com a solução de problemas industriais.

A importância dos professores não deve ser minimizada e parece que é neste aspecto onde as principais transformações poderão ocorrer. Mais e mais os professores precisam atuar como empreendedores conciliando interesses científicos e tecnológicos, tanto no ambiente acadêmico como empresarial. Cabe aos professores exercerem forte liderança nas suas áreas de competência resolvendo problemas estruturais do país e buscando oportunidades para a geração de riqueza. A qualificação dos docentes como pesquisadores e engenheiros focados na solução de problemas tecnológicos em parceria com o setor industrial alavancará mudanças curriculares que impactarão positivamente os alunos.

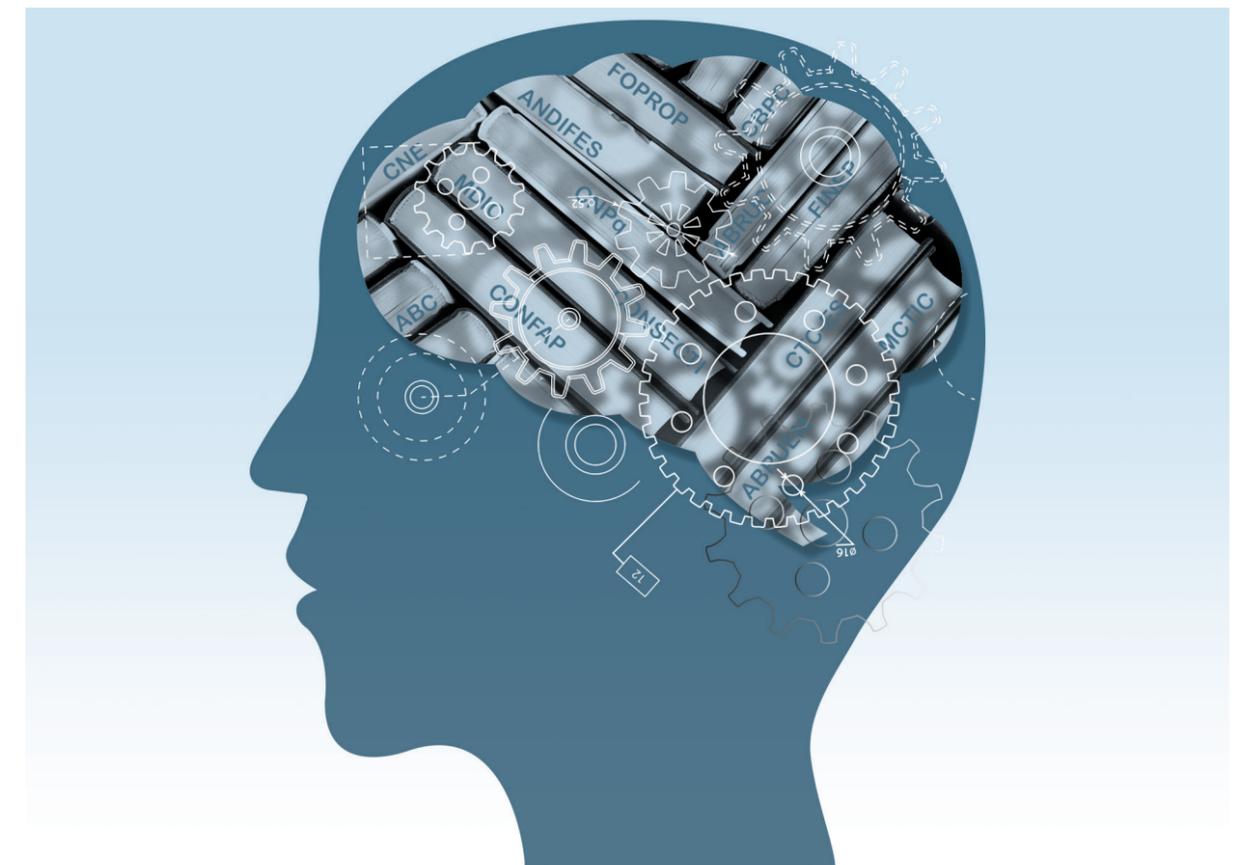
A atuação do docente no processo de aprendizagem é reafirmada em um recente estudo que indica ser a instrução direta, onde o docente comanda o processo de aprendizagem, mais eficaz do que metodologias onde o aluno é protagonista na construção do conhecimento²⁰, ou seja, abordagens construtivistas. Este é um aspecto controverso e que precisa ser melhor analisado e explorado nos cursos de engenharia.

As novas diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia precisarão ser implementadas por todos os cursos em funcionamento. O processo de implantação suscitará muitas discussões que certamente trarão benefícios e amadurecimentos. A efetividade das mudanças introduzidas precisará ser avaliada e então haverá espaço e oportunidade para novas propostas e correções de rumo.

20 J. Stockard, T. W. Wood, C. Coughlin and C. R. Khoury, "The Effectiveness of Direct Instruction Curricula: A Meta-Analysis of a Half Century of Research", Review of Educational Research, January 7, 2018, <https://doi.org/10.3102/0034654317751919>

Avaliação da qualidade dos Programas de Pós-Graduação na área das Engenharias III: uma abordagem baseada em qualidade, resultados e impacto

Edgar Nobuo Mamiya
Departamento de Engenharia Mecânica
Universidade de Brasília



O protagonismo de doutores na produção de ciência, novas tecnologias e inovações é imprescindível para o desenvolvimento econômico e social. Neste contexto, a formação de pós-graduados com formação sólida se reveste de caráter estratégico. A pós-graduação brasileira é relativamente jovem, mas tem exibido passos consistentes rumo aos padrões internacionais de qualidade. A evolução do número

de titulados ocorreu naturalmente em decorrência do crescimento e da consolidação da pós-graduação brasileira: enquanto, em 1996, o número de doutores titulados por ano era inferior a 3 mil (considerando-se todas as áreas do conhecimento), em 2018 foram formados mais de 22 mil novos doutores. Como a pós-graduação stricto sensu é o principal ambiente de produção do conhecimento científico no Brasil,

seu crescimento foi acompanhado por um aumento expressivo das publicações, por autores brasileiros, em periódicos científicos de alcance internacional listados nas principais bases. No caso específico das Engenharias, observou-se evolução significativa da produção científica, por brasileiros, ao longo das últimas duas décadas. De fato, o número de artigos publicados em periódicos indexados na base Scopus evoluiu de 1561 artigos, em 1998, para 9934 artigos, em 2018. Resultados similares podem ser recuperados de outras bases indexadoras, como a Journal Citation Reports (Clarivate Analytics). Como consequência, o Brasil evoluiu do 22º lugar em 1998 para o 17º lugar em 2018 entre os países que mais publicou em temas das Engenharias, de acordo com o *Scimago Journal & Country Rank*.

O sucesso da pós-graduação (e da capacidade de produção de ciência) no Brasil está fortemente associado ao processo de avaliação conduzido pela CAPES desde o início dos anos 80. A evolução da metodologia de avaliação tem acompanhado o amadurecimento da pós-graduação. O modelo que atribui notas de 1 a 7 aos programas, com periodicidade trienal, foi implementado em 1998. A ficha de avaliação continha, então, sete quesitos – (1) Proposta do programa, (2) Corpo docente, (3) Atividades de pesquisa, (4) Atividades de formação, (5) Corpo discente, (6) Teses e dissertações e (7) Produção. Em seguida, nas avaliações referentes ao período entre 2004 e 2016 (três triênios e um quadriênio), uma nova ficha foi empregada, agora contendo cinco quesitos: (1) Proposta do programa, (2) Corpo docente, (3) Corpo discente, teses e dissertações, (4) Produção intelectual e (5) Inserção social. Ao final dos trabalhos da avaliação quadrienal 2013-2016, em fevereiro de 2018, o CTC-ES apresentou um conjunto de sugestões visando aperfeiçoar o processo de avaliação dos programas de pós-graduação. Em outubro de 2018, o Conselho Superior da CAPES aprovou a “Proposta de Aprimoramento de Avaliação da Pós-Graduação” apresentada pela Comissão Nacional de Acompanhamento do Plano Nacional de Pós-graduação (PNPG), visando contribuir para o aperfeiçoamento do sistema de avaliação e do processo de indução da qualidade da pós-graduação brasileira. A comissão concluiu, com base em contribuições de entidades importantes relacionadas com o SNPG (ABC, ANDIFES, ABRUEM, ABRUC, CNE, CONFAP, CONSECTI, CNPq, CTC-ES, FINEP, FOPROP, MCTIC, MDIC, SBPC, etc.), que “apesar dos excelentes resultados obtidos até o presente, o atual sistema avaliativo atingiu um ponto de esgotamento e deve ser conceitual e objetivamente repensado e aprimorado. São novas demandas da comunidades acadêmica, científica, tecnológica e de inovação, que sinalizam sobre a atualização dos

procedimentos e critérios do modelo de avaliação”. Em dezembro de 2018, o Conselho Técnico Científico da Educação Superior (CTC-ES) da CAPES aprovou a nova ficha, para avaliação dos programas de pós-graduação *stricto sensu* no quadriênio 2017-2020, contendo três quesitos: 1. Proposta, 2. Formação e 3. Impacto na Sociedade. Os quesitos e itens da nova ficha de avaliação, comuns às 49 áreas de avaliação, estão disponíveis no portal da CAPES, no endereço: <https://www.capes.gov.br/36-noticias/9370-mudancas-na-ficha-de-avaliacao-valorizam-qualidade-dos-programas>. O novo instrumento: (i) privilegia indicadores que avaliem a qualidade da formação de doutores e mestres, (ii) dá maior ênfase aos indicadores de resultado do que aos de processo e (iii) avalia, em todos os programas, os impactos acadêmico, econômico e social, além dos indicadores de internacionalização e visibilidade.

O quesito 1, *Proposta*, tem diversos elementos já considerados nos ciclos avaliativos anteriores: analisa como as áreas de concentração, linhas de pesquisa, projetos de pesquisa em andamento, estrutura curricular e infraestrutura se articulam e são aderentes à missão, aos objetivos e à modalidade (acadêmica ou profissional) do programa. O quesito analisa também o perfil do corpo docente quanto à aderência de sua atuação acadêmica recente às atividades de formação de doutores e mestres no programa. A *Autoavaliação* e o *Planejamento Estratégico* surgem como novos itens de avaliação deste quesito, que compõem uma parte da nota do quesito *Proposta*. Observe-se que, nos próximos ciclos, estes dois itens devem ganhar pesos crescentes no sistema avaliativo da CAPES.

Por sua vez, o quesito 2, *Formação*, prioriza a avaliação dos resultados e está focado na *qualidade dos recursos humanos formados*, levando em conta: (i) a qualidade das teses e dissertações e das produções intelectuais correspondentes, (ii) as iniciativas de melhoria da formação dos pós-graduandos, (iii) a sustentabilidade das linhas de pesquisa por meio de projetos financiados, (iv) a produção intelectual do corpo docente e (v) destino e atuação dos egressos do programa. No caso específico da área das Engenharias III, os indicadores consideram apenas as produções intelectuais em que *discentes ou egressos sejam autores ou coautores*, visando um diagnóstico mais preciso da qualidade dos doutores e mestres que os programas de pós-graduação estão formando. Este enfoque resultou da constatação de que menos da metade das publicações qualificadas informadas pelos programas de pós-graduação têm incluído discentes ou egressos como autores ou coautores. A Figura 1 ilustra esta situação no biênio 2017-2018.

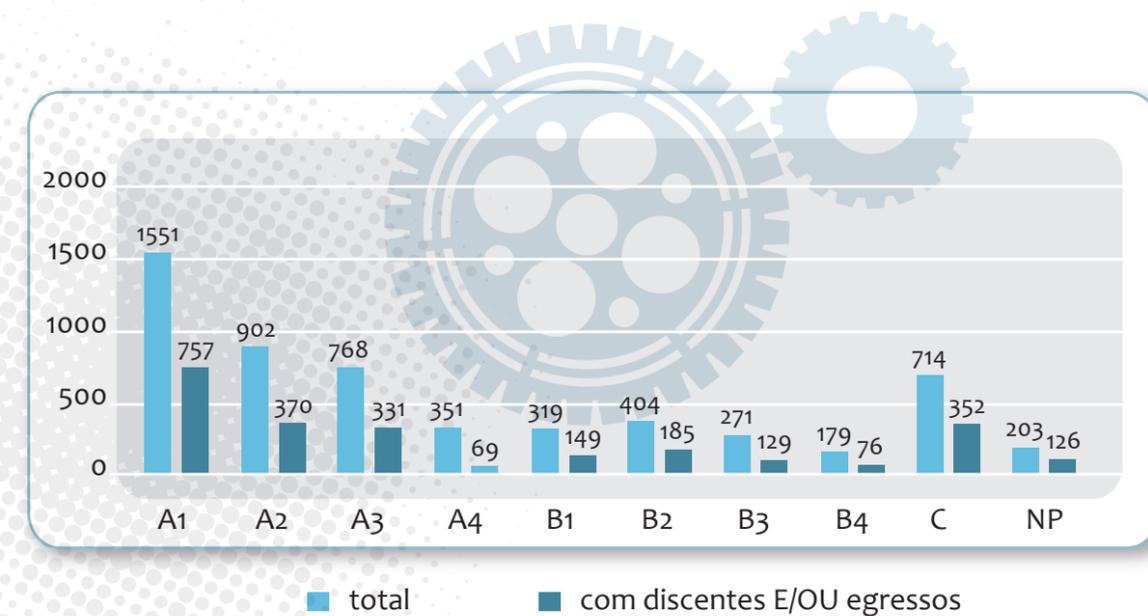


Figura 1 > Número de publicações em periódicos indexados, registrados pelos programas de pós-graduação das Engenharias III na Plataforma Sucupira em 2017 e 2018, em função dos estratos Qualis.

O quesito 3, *Impacto na Sociedade*, aborda os impactos resultantes das atividades de formação de recursos humanos. São considerados os *impactos de natureza acadêmica* (por meio das citações às publicações), econômica e social. É importante salientar que o impacto, econômico ou social, deve ser perceptível extramuros à academia. A tecnologia que gerou o impacto deve estar relacionada com as linhas de pesquisa do programa e ter envolvido discentes em seu desenvolvimento. A introdução dos itens de impacto na nova ficha leva o programa de pós-graduação a evidenciar, em seus relatórios, a relevância de sua atuação para a sociedade como um todo, e não apenas para a academia. Este quesito avalia também os níveis reconhecidos de notoriedade e de visibilidade do programa, em níveis nacional e internacional. Assim, os indicadores de internacionalização e visibilidade, que eram considerados anteriormente na avaliação dos programas considerados para as notas 6 e 7, passam a ser analisados em todos os programas de pós-graduação a partir deste quadriênio.

Alguns aspectos adicionais devem ser destacados: a área das Engenharias III optou pela definição de indicadores baseados nas melhores produções ou produções indicadas, em consonância com a Comissão Nacional de Acompanhamento do PNPG, que observa: “O impacto de um programa é determinado, não pela totalidade de seus produtos,

mas por seus produtos mais significativos”. A ênfase na definição de indicadores de resultado e de impacto não implica na desvalorização dos processos. Ao contrário, com a nova ficha, o programa de pós-graduação e a instituição que o abriga passam a ter maior liberdade para definir os processos internos que conduzam aos melhores resultados e impactos. Por outro lado, os novos indicadores verificam a aderência dos resultados e de seus impactos à missão do programa, a seus objetivos, às linhas de concentração e às linhas de pesquisa, filtrando aqueles desatrelados à proposta do programa.

O Qualis Periódicos recebeu melhorias importantes, visando classificar a produção intelectual dos programas de pós-graduação do quadriênio em curso e das propostas de cursos novos. No Qualis de Referência, cada periódico recebe apenas uma classificação, calculada por meio de indicadores bibliométricos. A classificação é baseada em indicadores objetivos: o CiteScore (*base Scopus*) e o Fator de Impacto - FI (*base Web of Science – Clarivate Analytics*). Para cada periódico, verifica-se o valor de seu indicador e o respectivo percentil dentro de cada categoria de área. Considera-se, para fins de estratificação, o maior valor de percentil entre eles. Em seguida, o estrato é definido por intervalos iguais (12,5%) do maior percentil, resultando em 8 classificações:

17th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering

ENCIT 2018

25 a 28 de novembro de 2018
Águas de Lindóia | São Paulo | Brasil

Estrato	Maior percentil	Estrato	Maior percentil
A1	$87,5 \leq \text{pctil}$	B1	$37,5 \leq \text{pctil} < 50,0$
A2	$75,0 \leq \text{pctil} < 87,5$	B2	$25,0 \leq \text{pctil} < 37,5$
A3	$62,5 \leq \text{pctil} < 75,0$	B3	$12,5 \leq \text{pctil} < 25,0$
A4	$50,0 \leq \text{pctil} < 62,5$	B4	$\text{pctil} < 12,5$

Tabela 1 > Estratos do novo Qualis de referência

O Qualis de Referência permite que a comunidade científica estime o estrato de um periódico, mesmo que este não esteja entre aqueles classificados em uma edição do Qualis. Uns poucos ajustes foram realizados nos casos em que periódicos de sociedades científicas com escopo nacional ainda não possuem CiteScore ou FI. Nestes casos, atribuiu-se o estrato B4. O mesmo tratamento foi dado a periódico de sociedade científica internacional que iniciou sua publicação recentemente, não possuindo ainda indicadores de citação. Deve-se lembrar que o Qualis constitui ferramenta com a função estrita de classificar a produção científica dos programas de pós-graduação. Qualquer outro uso fora do contexto da avaliação dos programas de pós-graduação pode levar a resultados equivocados. De fato, ao consultar a base na Plataforma Sucupira, a edição mais recente do Qualis se refere à “Classificação de Periódicos Quadriênio 2013-2016”. Aquela estratificação foi produzida com base em metodologias e indicadores bibliométricos que atendiam essencialmente às necessidades e aos conceitos do quadriênio passado. Critérios baseados “... no estrato B2 ou superior...”, por exemplo, perdem o sentido, uma vez que B2 se refere a estrato com significado totalmente distinto do que aquele atribuído no ciclo avaliativo anterior.

É importante alertar para o fato de que a nova ficha avaliará os programas de pós-graduação apenas no quadriênio em curso, estabelecendo transição para uma *avaliação multidimensional*, a ser adotada a partir do próximo quadriênio. No modelo multidimensional, o programa recebe uma nota final para cada dimensão de avaliação que aborda, por exemplo: (1) formação de recursos humanos, (2) produção científica, (3) internacionalização, (4) inovação e transferência de

conhecimento e (5) impacto e relevância econômica e social. Observe-se, por outro lado, que a ficha vigente para o presente quadriênio já contempla estas dimensões de avaliação.

Na área das Engenharias III, a nova ficha de avaliação é resultado de trabalho coletivo. Os indicadores estão sendo definidos por comissão composta por cientistas consolidados, com visão institucional de futuro e larga experiência no processo de avaliação. As sociedades científicas com atuação na área – ABCM, ABEPRO, ANPPEPRO e SOBRAPO – estão representadas na comissão e têm apresentado contribuições fundamentais para a concepção e o aprimoramento da ficha. Os programas de pós-graduação também têm exercido papel importante no aprimoramento dos indicadores, apresentando críticas e sugestões nas reuniões com a coordenação, em eventos científicos da área ou por correspondência. Deve-se destacar o engajamento dos programas de pós-graduação no trabalho intenso de coleta e envio de informações complementares necessárias para o teste do novo modelo de avaliação.

A nova ficha inova ao focar nos indicadores com envolvimento direto dos discentes e egressos, priorizar os indicadores de resultado e proceder à avaliação com base na análise dos melhores produtos. Mas talvez o aspecto de destaque da nova ficha seja a inclusão do quesito *Impacto na Sociedade*, que avalia os benefícios das atividades da pós-graduação aos setores extramuros à academia. Espera-se que esta nova abordagem contribua para que a pós-graduação brasileira continue dando passos significativos rumo à excelência dos recursos humanos, da ciência e da tecnologia que produz.

ENCIT 2018 - Highlights e Estatísticas

Erick de Moraes Franklin e Marcelo Leite Ribeiro

1. Apresentação

O ENCIT - Congresso Brasileiro de Ciências Térmicas e Engenharia - é um dos maiores eventos regulares da ABCM. Sua 17ª edição foi realizada de 25 a 28 de novembro de 2018, na cidade de Águas de Lindóia - SP, e foi organizada pelos professores Erick Franklin, William Wolf e Marcelo Castro da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP e pelos professores Marcelo Ribeiro, Cristiano Tibiriçá e Luben Cabezas da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo - USP.

O ENCIT2018 teve como objetivo fortalecer a comunidade científica brasileira trabalhando em Ciências Térmicas. Para tal, o referido evento realizou 48 sessões técnicas nas diversas sub-áreas das Ciências Térmicas, propiciando aos pesquisadores apresentarem seus trabalhos para a comunidade, e também promovendo o encontro entre os mesmos. O evento contou ainda com 6 sessões plenárias, onde palestrantes convidados apresentaram o estado da arte de seus trabalhos em determinada sub-área do evento. O evento também teve como preocupação fomentar a participação de alunos de graduação e pós-graduação e jovens doutores, para tanto as inscrições para estes grupos tiveram valores reduzidos.

2. Principais números do evento

O público foi composto de professores, pesquisadores, estudantes (graduação e pós-graduação) e representantes da indústria interessados nas

diversas áreas das Ciências Térmicas. O evento teve 48 sessões nas seguintes sub-áreas: Mecânica dos Fluidos e Aeroespacial, Simulações Numéricas em Transferência de Calor, Fundamentos de Transferência de Calor, Aplicações em Transferência de Calor, Refrigeração, Termodinâmica, Termo-economia, Bioengenharia, Engenharia Nuclear, Biocombustíveis e Bioenergia, e Combustão. O número de pessoas presentes no evento foi de 430 e o número final de trabalhos foi 565, o que significa um recorde para o ENCIT. Em particular, o número de ausências (no-shows) foi bastante baixo, contabilizando um total de 26. Estes números representam um aumento expressivo na participação da comunidade, que respondeu de forma bastante positiva às chamadas do evento.

3. Palestrantes convidados

Além das sessões técnicas, o ENCIT2018 contou com 6 sessões plenárias, realizadas pelos seguintes palestrantes brasileiros e estrangeiros:

- Matteo Bucci, MIT > Massachusetts Institute of Technology, EUA
- Jerzy Maciej Floryan, University of Western Ontario, Canada.
- Christian Johann Losso Hermes, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
- Sergey Alekseenko, Novosibirsk State University, Russia.
- Luís Fernando Figueira da Silva, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil
- Moran Bercovici, Technion > Israel Institute of Technology, Israel



Público durante uma das sessões plenárias

4. Participação de membros da Global Energy Association

Devido ao *Global Energy Prize*, concedido em 2018 a Sergey Alekseenko, dois representantes da *Global Energy Association*, baseada na Rússia, estiveram presentes no evento. Uma palestra ministrada pela engenheira Maria Zelenyak expôs a possibilidade de cooperação entre docentes e pesquisadores brasileiros e a associação russa.

5. Divulgação dos trabalhos

Os trabalhos foram divulgados eletronicamente em pendrives distribuídos aos participantes, e também no *website* da ABCM. Além disso, foi acordado com o Editor Chefe do *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering* um *Special Issue* do periódico com os melhores trabalhos apresentados. A seleção e o convite de trabalhos

para submissão ao periódico foram realizados com base nos manuscritos assim como nas apresentações realizadas durante o evento, esta última com a participação ativa dos Chairpersons das sessões. A etapa de seleção e convite dos trabalhos já foi realizada, e as submissões no sistema do periódico estão em andamento.

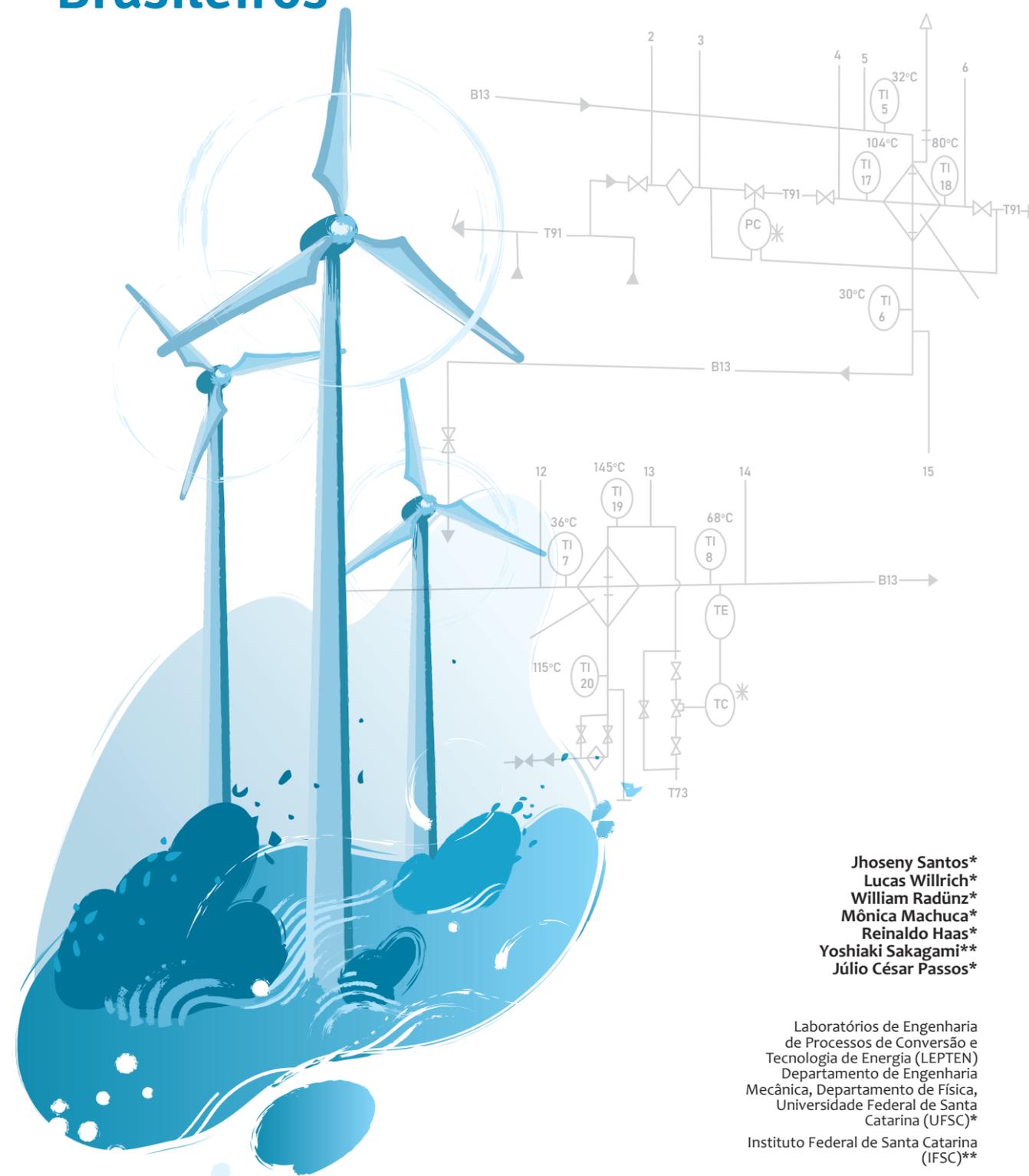
6. Considerações finais

A comunidade científica atendeu ao chamado e o ENCIT2018 teve uma participação bastante expressiva, superando as expectativas do comitê organizador. O evento foi formatado para 3 dias de sessões técnicas e plenárias, tendo sido realizado em uma cidade relativamente pequena, com fácil deslocamento entre os diversos hotéis e o centro de eventos. Isto permitiu que grande parte dos participantes estivesse presente em os todos os dias de evento e propiciou uma grande interação entre os palestrantes convidados e demais participantes.



Participantes do ENCIT 2018

Efeitos Climáticos e Previsão da Geração em Parques Eólicos Brasileiros



Jhoseny Santos*
 Lucas Willrich*
 William Radünz*
 Mônica Machuca*
 Reinaldo Haas*
 Yoshiaki Sakagami**
 Júlio César Passos*

Laboratórios de Engenharia de Processos de Conversão e Tecnologia de Energia (LEPTEN) Departamento de Engenharia Mecânica, Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)* Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)**

A energia proveniente dos ventos assumiu no início do ano a segunda posição na matriz elétrica brasileira em termos de capacidade instalada, ficando atrás somente das fontes hídricas (Abeeolica, 2019). Os mais de 15 GW de potência instalada equivalem aos da Usina Hidrelétrica de Itaipu (Valor, 2019). A crescente expansão da energia eólica na matriz elétrica acentua ainda mais o desafio da intermitência dos ventos no gerenciamento da matriz elétrica por meio do Operador Nacional do Sistema (ONS). Operadores de parques eólicos têm o dever de informar a geração de energia elétrica prevista semanalmente por meio de modelos numéricos ao ONS para realização do controle do Sistema Interligado Nacional (SIN). Além disso, a previsão pode ser utilizada para o gerenciamento das manutenções em dias de pouco vento, bem como para fins estratégicos na comercialização de energia.

Neste contexto, foi firmado um consórcio de Pesquisa e Desenvolvimento envolvendo o Laboratório de Engenharia de Processos de Conversão e Tecnologia de Energia (LEPTEN), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), o Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e a Atlantic Energias Renováveis S.A., desenvolvedora e operadora de parques eólicos. O projeto visa a desenvolver uma ferramenta para a previsão semanal da geração através da simulação numérica do vento e redes neurais artificiais, e analisar o impacto de fenômenos de longo-prazo, como o El Niño, nos Complexos Eólicos de Santa Vitória do Palmar (RS) e Morrinhos (BA). Os avanços obtidos vêm sendo divulgados nos principais eventos nacionais e internacionais do setor, Farias et al. (2019), Machuca et al. (2019), Coimbra et al. (2018).

Previendo o futuro

Estudos do projeto realizam simulações com horizonte de previsão de até 120 h baseadas em uma abordagem híbrida com a combinação de modelos físicos e ferramentas estatísticas de previsão que incluem, além do modelo atmosférico de mesoescala Weather Research and Forecasting (WRF), o emprego de técnicas de aprendizagem computacional, como Redes Neurais Artificiais (RNA) e Deep Learning.

Da mesma forma que temos modelos meteorológicos de previsão do tempo em escala global (ou macroescala atmosférica), existem modelos numéricos regionais de maior resolução que simulam a evolução no espaço e no tempo dos campos de velocidade do vento, pressão, umidade, além de processos físicos como a formação de nuvens. Modelos numéricos globais, como o Global

Forecast System (GFS), utilizam como entrada dados observacionais de satélites, boias offshore, aviões, dentre outras fontes, para simular o clima global. Se por um lado o domínio de simulação destes modelos abrange o planeta inteiro, por outro lado pecam em termos de resolução espacial e temporal. Assim, modelos numéricos de mesoescala, como o WRF, utilizam como entrada dados de modelos globais para simular a física da atmosfera com maior grau de detalhamento da topografia e modelagem da turbulência. A Figura 1 ilustra este fluxo de informação da maior escala para uma menor escala denominado redução dinâmica de escala (dynamical downscaling).

O WRF atende a aplicações meteorológicas de mesoescala, possuindo diversos esquemas de parametrizações para processos físicos na camada limite atmosférica. A simulação adequada da velocidade do vento, variável de maior interesse para a previsão da geração, na região dos complexos eólicos requer estudos de sensibilidade e validação do modelo com observações de torres anemométricas que contém sensores tipicamente na faixa de 50 a 120 m de altura.

A potência dos aerogeradores é proporcional ao cubo da velocidade do vento incidente, de modo que até mesmo uma estimativa otimista de 10% de incerteza na velocidade do vento simulada causaria uma incerteza de mais de 30% em termos de potência. O grupo de energia eólica do LEPTEN vem sistematicamente realizando estudos de sensibilidade do modelo WRF às parametrizações associadas ao tratamento da camada limite atmosférica em parques eólicos brasileiros visando à mitigação destas faixas de incerteza. Ainda assim, a previsão da geração situa-se na faixa de incerteza entre 30 e 50%, o que é inaceitável em termos operacionais. Devido à característica complexa do vento, há um claro indicativo de que a modelagem numérica por si só é insuficiente para solucionar essa questão.

Parques eólicos geram e armazenam quantidades significativas de dados através de Sistemas de Aquisição e Supervisão de Dados (SCADA), ao longo de anos de operação, incluindo a potência média produzida por cada aerogerador em intervalos de 10 min. O nosso grupo estuda o emprego de redes neurais artificiais (RNA) e Deep Learning para obter uma melhor previsão da geração de eletricidade treinando as redes com as saídas do modelo WRF e os dados obtidos por SCADA.

A pesquisa envolvendo a parte de previsão pode ser caracterizada pelo esquema da Figura 1, onde

o processo de dynamical downscaling acontece dos modelos globais para o WRF, esses por sua vez são comparados com valores reais de variáveis climáticas e validados para serem utilizados nas redes neurais. Com a rede neural calibrada em termos de potência, ela prevê a energia produzida pelos parques eólicos em um panorama de 5 dias de previsão (120 horas). Resultados obtidos pela pesquisa apresentam valores de NRMSE abaixo de 23% com desvios padrões abaixo de 6% para a geração de energia eólica utilizando abordagens de validação cruzada ou previsão da soma de geração do parque como saída direta da RNA (Farias et al., 2019).

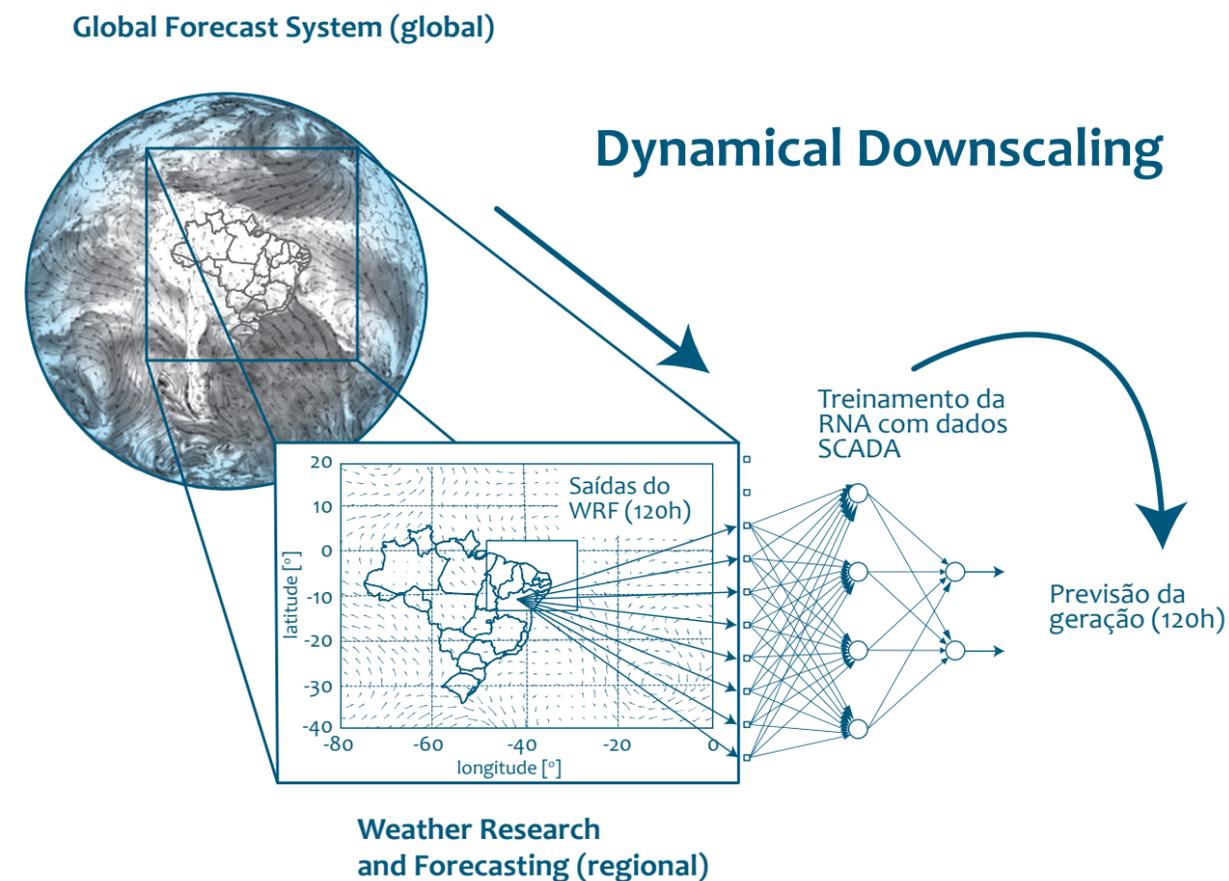


Figura 1 > Fluxograma da pesquisa realizada no LEPTEN e processo ilustrativo de dynamical downscaling.

Efeitos climáticos

Da mesma forma que o clima regional (mesoescala), o clima global (macroescala) também impacta diretamente a geração dos parques eólicos. A nossa área de previsão de longo-prazo investiga a forma com que fenômenos climáticos, como o El Niño - Oscilação Sul (ENOS), o Dipolo do Atlântico, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e as frentes frias afetaram, afetam e como ainda irão afetar as condições de vento nos complexos eólicos em escalas de tempo sazonais, anuais e interanuais.

O fenômeno ENOS é caracterizado por anomalias positivas (El Niño) ou negativas (La Niña), na temperatura da superfície do mar (TSM) na região Equatorial do Oceano Pacífico decorrentes do enfraquecimento dos ventos alísios. O ENOS também é caracterizado como neutro quando a TSM apresenta valores típicos. Machuca (2019) encontrou que a velocidade média anual tanto para um período de EN quanto para LN foi de 4% abaixo da média dos oito anos de dados medidos no complexo eólico da Bahia.

Já a ZCIT está fortemente associada à uma banda de nuvens convectivas, próxima à Linha do Equador, ao longo de todo o globo terrestre (Figuras 2c e 2d). A parte inicial da nossa pesquisa consistiu em correlacionar precipitação com a velocidade do vento no Nordeste, uma vez que a ZCIT é um dos principais mecanismos causadores de chuvas na região (Melo et al., 2000). Foi encontrada uma correlação negativa entre as variáveis, isto é, ventos são menos intensos em períodos de altas precipitações e mais intensos em períodos de baixas precipitações.

A partir deste resultado, foi feito o estudo da modulação, isto é, da posição do sistema ZCIT, já que seu movimento sazonal em relação à linha do Equador é dependente da TSM (Figuras 2.a e 2.b), de forma que ela tende a permanecer posicionada na região mais quente do Oceano Atlântico. Por conta desta variação, o fenômeno denominado Dipolo

do Atlântico, também foi nosso objeto de estudo. Este sistema desenvolve-se na região tropical do Atlântico na configuração dipolar de TSM, isto é, o dipolo é dito positivo quando o Atlântico Tropical Sul possui anomalias negativas e o Atlântico Tropical Norte anomalias positivas; no caso oposto, o dipolo é denominado negativo (ARAGÃO, 1998).

Sabendo da relação entre ZCIT e TSM, analisou-se o primeiro semestre de 2009, período em que foi constatada, visualmente, a ocorrência de um Dipolo Negativo (Figura 2.a). Em condições normais, a ZCIT atinge sua posição mais ao sul entre os meses de março e abril (Carvalho e Oyama, 2013), mas a persistência da anomalia positiva na porção sul do Atlântico Tropical foi responsável por mantê-la mais próxima da costa do NEB por mais tempo, ocasionar baixas velocidades de vento e ampliar a região de precipitação (Figura 2.c).

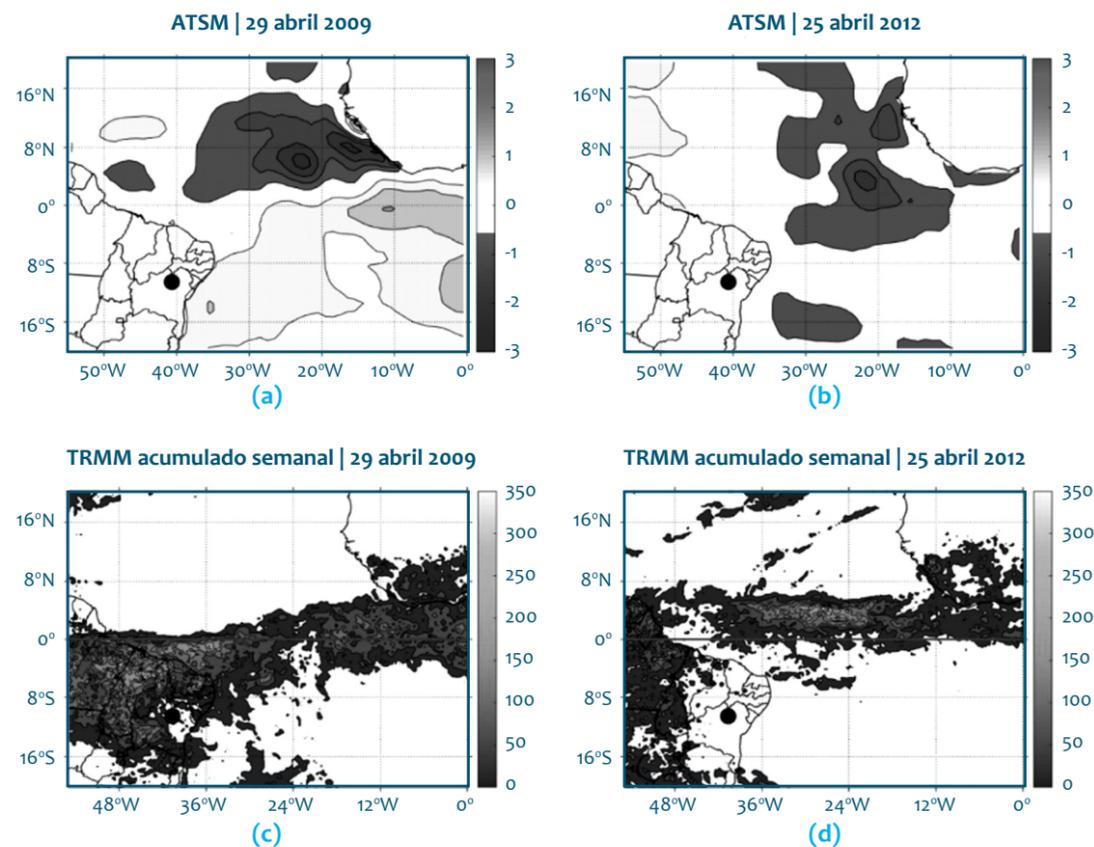


Figura 2 > Mapa de precipitação acumulada em mm/mês (c) e (d) e mapa de anomalia de TSM em °C (a) e (b). O círculo preto representa a localização do Complexo Eólico de Morrinhos (BA) e a linha vermelha a Linha do Equador. Fonte: Machuca et al. (2018).

As consequências dos fenômenos Dipolo e ZCIT afetam, sobretudo, o NEB, região onde se encontra um dos complexos eólicos em estudo. O segundo fica localizado no extremo sul do Rio Grande do Sul, que por sua vez situa-se em uma área com alto desenvolvimento de sistemas frontais. Uma frente, em geral, é uma região

de encontro de duas massas de ar com diferentes características.

Como a literatura indica comportamentos distintos para cada estágio de desenvolvimento da frente fria, um dos nossos objetivos foi verificar essa informação. O ponto de partida foi definir uma climatologia, isto é, uma média anual de frentes para o parque. O algoritmo desenvolvido pelo grupo detectou quase 90% das frentes frias registradas pelas cartas sinóticas no período de julho a dezembro de 2018. Com este resultado, foi elaborada uma climatologia da quantidade e do intervalo das frentes que chegam ao parque de Santa Vitória do Palmar (RS).

Adicionalmente, foi construída uma climatologia da velocidade do vento com o objetivo de reduzir a incerteza na variação interanual do recurso eólico. Para tanto, estão sendo utilizados tanto dados de reanálises (simulações computacionais em escala global corrigidas com dados observacionais) fornecidos pela National Observatory Atmospheric Administration (NOAA) e pelo European Center for Modeling and Weather Forecast (ECMWF), quanto os dados das torres anemométricas instaladas nos parques eólicos. Com relação ao dado proveniente de reanálise, foi verificada uma subestimação da velocidade do vento, provavelmente associada à sua baixa resolução espacial (da ordem de 30 - 50 km) e a diferença de altura existente entre os dados de reanálise e os dados medidos pelos anemômetros.

Em paralelo com as análises de climatologias, são feitos estudos de casos de eventos importantes, como aqueles em que a velocidade ficou muito abaixo da média, por exemplo. A partir destas pesquisas, foi verificada a importância da posição de outros sistemas atmosféricos atuantes no Hemisfério Sul, como a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que por sua vez, passarão a ser alvos das pesquisas durante os próximos meses.

Embora os fenômenos atmosféricos possuam suas diversas escalas espacial e temporal, todos eles estão relacionados, ou seja, a energia presente no movimento de grande escala pode chegar até a microescala. Apesar da complexa tarefa, estes muitos meses de pesquisa permitiram um embasamento teórico que trouxe avanços no que tange à caracterização dos fenômenos climáticos passados e presentes, assim como seus respectivos impactos nos complexos eólicos brasileiros estudados. Por último, é importante destacar que as pesquisas aqui relatadas puderam ser realizadas

graças à reunião de pesquisadores e alunos de diferentes áreas: engenharias (mecânica, elétrica, automação, ambiental), física e meteorologia, em parceria com a indústria.

Referências

- [1] ABEEOLICA, www.abeolica.org.br, 2019, Associação Brasileira de Energia Eólica, Disponível em: <<http://www.abeolica.org.br/noticias/eolica-ja-e-a-segunda-fonte-da-matriz-eletrica-brasileira-com-15-gw-de-capacidade-instalada/>> Acesso em: 11 de Abr. de 2019.
- [2] Valor, www.valor.com.br, 2019, Valor Econômico, Disponível em: <<https://www.valor.com.br/empresas/5990777/brasil-ja-tem-producao-de-energia-eolica-equivalente-uma-itaipu>> Acesso em: 8 de Jun. de 2019.
- [3] ARAGÃO, José Oribe Rocha de. O impacto do ENSO e do Dipolo do Atlântico no Nordeste do Brasil. *Bulletin de l'institut français d'études andines*, v. 27, n. 3, p.111-222, out. 2015.
- [4] CARVALHO, Miguel Ângelo Vargas De; OYAMA, Marcos Daisuke. Variabilidade da largura e intensidade da zona de convergência intertropical atlântica: aspectos observacionais. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 28, n. 3, p. 305-316, set. 2013.
- [5] FARIAS, J.G., HAAS, R., PASSOS, J.C., DIAS, E.V., LIMA, M.M., 2019, Geração no Médio Prazo em um Parque Eólico no Rio Grande do Sul utilizando o GFS e Redes Neurais Artificiais. In: *Brazil Wind Power*, 2019, Rio de Janeiro - RJ.
- [6] COIMBRA, I.L., SAKAGAMI, Y., MACHUCA, M.N., HAAS, R., PASSOS, J.C., DIAS, E.V., LIMA, M.M., 2018, Análise de Ventos Atípicos no Interior da Bahia em Julho e Setembro de 2017: Resultados Preliminares. In: *Brazil Wind Power*, 2018, Rio de Janeiro - RJ
- [7] MACHUCA, M. N., 2019, Influence of large-scale atmospheric systems on Morrinhos Wind Farm, Bahia-Brazil, Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC.
- [8] MACHUCA, M. N. et al.. Estudo de caso do evento de baixa geração de energia eólica em 2009 no Nordeste Brasileiro: possíveis influências climáticas regionais. In: *X Congresso Nacional de Energia Mecânica*, 2018, Salvador - BA.
- [9] MELO, A. B. C. et al.. Climatologia da Zona de Convergência Intertropical. In: *XI Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 2000, Rio de Janeiro-RJ. *Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 2000.

O Trabalho: Economia e física 1780 | 1830

Parte 3: Navier e as “Notas sobre Bélidor” (1819)

Autor: François Vatin
Tradução: Agamenon R. E. Oliveira

A contribuição de Navier à elaboração do conceito físico-econômico de trabalho figura em um texto marcadamente curto intitulado Sobre os princípios do cálculo e do estabelecimento das máquinas e sobre os motores. Trata-se de uma das numerosas notas e adições redigidas por Navier para sua reedição, em 1819, da Arquitetura Hidráulica de Bernard Forest de Bélidor. Essa obra, publicada inicialmente entre 1737 e 1739, constituía um manual de referência dos engenheiros hidráulicos. Portanto, desde meados do século XVIII, os resultados apresentados naquele manual estavam já cientificamente ultrapassados e, em 1781, Coulomb já vislumbrava atualizá-lo com uma edição revisada.

Navier retomou, trinta anos mais tarde, o projeto de Coulomb como uma demanda do editor Firmin Didot. Seu trabalho é considerável: ele escreve praticamente um segundo livro, paralelo ao de Bélidor, integralmente redigido. Além de discutir cada raciocínio e revisar numerosos resultados, ele multiplica as notas, fazendo dobrar o volume da obra inicial. Sobre alguns pontos particularmente importantes, ele redige verdadeiros artigos autônomos, os quais ele denomina “adições”. O texto que nos interessa é uma dessas adições e tem certamente a maior importância dentre elas pela história da mecânica industrial.

Nós vamos analisar de maneira mais desenvolvida esse texto, fazendo-o em dois tempos: de início, apresentaremos o argumento pelo qual Navier funda o conceito de trabalho como medida da produção maquinica, ou seja, seguindo sua própria expressão, como “moeda mecânica”. Em seguida, veremos como ele retoma a problemática da

maximização do rendimento desenvolvido por Coulomb, distinguindo a medida do produto (trabalho útil) e o do dispêndio (trabalho total).

O trabalho, “moeda mecânica”

Navier põe explicitamente nesse texto um problema econômico. Como seu título indica, trata-se de elaborar os princípios para avaliar a eficácia das máquinas e dos motores. Para isso, é necessário dispor de um instrumento de medida da produção de um sistema maquinico, ou seja, de uma “maneira de avaliar em mecânica o trabalho ou o efeito das máquinas” (p. 376)¹. Como veremos, o termo trabalho intervém primeiro, como sinônimo do efeito (de uma máquina). Não se trata de um conceito físico claramente determinado, mas de uma noção do senso comum cujo significado é econômico. O trabalho significa a obra, o produto efetuado, ou seja, em termos propriamente econômicos, a produção.

Por que a medida da produção põe por si própria o problema? Podemos facilmente dispor de medidas físicas em pesos ou em volume, mas, como os

¹ Lembremos que, segundo a terminologia mecânica clássica que emprega ainda Navier, como mais tarde também Coriolis e Poncelet, uma “máquina” designa um sistema de transmissão de forças por oposição a um motor, que é um agente produtor de força. Navier restringe seu campo de investigação somente às máquinas que “estão submetidas à ação permanente de um motor, produzindo um trabalho contínuo, e cujas diferentes partes têm um movimento uniforme, ou movimentos variáveis, mas periódicos, nos quais a velocidade (...) oferece um valor médio constante” (p. 376).

peuvent lever les schémas pour l'action, si c'est ainsi que vous interprétez la notion de « figuration ». Mais ce n'est pas mon problème, sauf quand je suis moi-même acteur. Je n'hésite pas alors à mobiliser mes instruments analytiques

[2] O De ud A aille F vati Reto der lU iversite Comme dans mon intervention dans le débat actuel sur l'Université [1] ou les instruments de la sociologie économique m'ont été précieux pour comprendre et en conséquence pour tenter de peser sur les choses.

Le Ph... En quoi consisterait alors une critique renouvelée du travail? Mon sentiment est qu'elle serait d'abord à vous lire: une sociologie des façons de produire. Contre H. Aren... le travail peut contribuer à former le citoyen, à nourrir une culture publique. Si l'on suit votre définition générique du travail comme rapport opératoire au monde, ce cours l'activité est bien propice à l'émergence... du moins de bribes de solidarités... Mais pourrait-on imaginer qu'elles concernent un jour... les relations de travail ou hiérarchiques... ont nous le transformons en nous... les extensions de nos activités que sont les dispositifs techniques.

PHILOSOPHIES

Le travail

Economie et physique

1780-1830

F V... l'éprouve toujours des réserves vis à vis du terme le « critique » quant à l'objet de la critique n'est pas... On peut critiquer une théorie, comme quand Marx critique l'économie politique pour fonder sa propre conceptualisation des rapports sociaux. On peut critiquer une forme sociale par exemple le salariat, mais on est alors dans une sociologie normative. Que signifie critiquer le travail? C'est là pour moi, dans le sillage de la définition de Marx, une dimension universelle de la vie humaine. On peut, de même, critiquer la prostitution, mais que signifierait critiquer la sexualité? Si maintenant « critique » désigne le regard instrumentel qui sait prendre la bonne distance pour le critiquer, le phénomène... « pensée critique » est un pléonasm... Toi te pensee est « critique » l'espere en tous cas que la mienne l'est



Le problème de cette dimension anthropologique du travail est qu'elle apparaît sur un mode individuel à travers nous dit Gilbert Simondon l'expérience de la

... continua

24

25

26

... continua

economistas sabem bem, essas grandezas são incomensuráveis.

Ou essa medida econômica ordinária lhe parece em certos casos insuficiente por uma razão que ele chega a exprimir através de um exemplo: “Suponhamos uma pessoa que possua um moinho de trigo e que desejasse por meio de algumas mudanças em seu mecanismo transformá-lo em um moinho para serrar. Ele não poderia julgar da vantagem ou da desvantagem desta operação, quanto mais que ele não avaliar, depois que a quantidade de farinha produzida por seu moinho, a quantidade de madeira que ele terá para o caso do débito. Ou esta avaliação é uma coisa absolutamente impossível, a menos que se tenha encontrado uma medida comum para os dois trabalhos de natureza tão diferentes” (p. 376).

O problema é, então, encontrar um instrumento de avaliação a priori da produção, o que permitiria, por exemplo, para uma máquina dada, definir o equivalente em madeira da farinha produzida ou reciprocamente. Mediríamos, assim, a capacidade de trabalho (de produção) de uma máquina independentemente da natureza deste trabalho, e se disporia, então, de uma medida comum das produções que não passaria pelo preço de mercado².

A questão posta recoloca a teoria econômica: trata-se de definir um padrão de valor. Navier formula com uma consciência impressionante seu objetivo: “Estabelecer uma sorte de moeda mecânica, se pudermos exprimir assim. Com ela, podemos efetuar toda espécie de fabricação” (p. 376; sublinhado por Navier).

É neste estágio da análise que intervém a teoria física, pois, para Navier, a ciência mecânica pode fornecer essa medida comum. Com efeito, para ele, bem como para os outros autores de seu tempo, toda produção consiste em vencer uma resistência

² O raciocínio apresenta uma fraqueza. Não pode se tratar da mesma máquina. Navier especifica que para produzir madeira com um moinho de trigo seria necessário proceder “algumas mudanças”. Devemos supor que as modificações são suficientemente fracas para que se possa raciocinar economicamente com a máquina constante. Nós teremos de fato uma mesma máquina (um mesmo capital) suscetível de produzir dois resultados (dois retornos) diferentes. A questão então é: sendo os preços dos produtos conhecidos, qual é seu uso ótimo. Será mais lógico neste sentido considerar não um trabalho transmitido para uma máquina, mas um trabalho fornecido por um motor, que pode efetivamente ser utilizado em produções diversas, mas Navier não pode raciocinar assim, pois ele ainda não tinha introduzido a noção de trabalho-motor.

mecânica (deslocamento ou deformação de um corpo), o que pode recair no modelo geral de elevação de um corpo pesado:

Existe sempre na ação de uma máquina um esforço ou pressão exercida contra um ponto, enquanto um espaço é percorrido por este ponto. Essa observação leva naturalmente ao reconhecimento de que o gênero de trabalho mais adequado a servir para a avaliação de todos os outros é a elevação vertical dos corpos pesados. Com efeito, independentemente de se isso é suscetível (...) de uma expressão numérica precisa, invariável e de exemplo arbitrário, podemos sempre, qualquer que seja a natureza do trabalho executado por uma máquina dada, não somente no pensamento e por meio de uma abstração do espírito, substituir pelo trabalho de elevação de um peso; (...) A elevação desse peso representará o trabalho da máquina e uma máquina será considerada fazendo mais trabalho ao elevar um peso maior a uma altura também maior (p. 377).

O trabalho efetuado por uma máquina pode, assim, sempre se exprimir pelo produto de um peso por uma distância e se medir em quilogramas-metro. Navier encontrou, então, sua “moeda mecânica”: é o “trabalho”, conceito já claramente definido pelos mecanicistas do século XVIII para os quais ele adota a expressão de Coulomb (“quantidade de ação”). Se o problema propriamente físico pode parecer, a esse estágio, regulado, o problema econômico permanece, em grande parte, em aberto: a “moeda” proposta por Navier constitui uma boa medida do valor?

A questão se apresenta, de início, de um ponto de vista formal. Uma medida de valor deve ser dotada da propriedade de aditividade e ser um escalar; ou nós temos uma medida em duas dimensões: o peso e a altura. Para se cair em um escalar, é necessário efetuar um produto, que é o que propõe Navier bem como seus predecessores. No entanto, isso introduz uma simetria funcional entre o peso (ou, mais genericamente, a força) e a distância, o que é economicamente muito discutível. Navier apresenta muito claramente o problema para resolver imediatamente: “Não se trata mais de poder submeter ao cálculo esta nova espécie de quantidade senão de poder avaliar em números. Ao examinarmos o que é elevar um peso, vemos que entram nesta operação dois elementos que são a grandeza do peso e a altura a qual ele se eleva. Porém, reconhecemos facilmente que é a mesma coisa que elevar um peso de um quilograma a dois metros, ou um peso de dois

quilogramas a um metro, pois significa, nos dois casos, elevar duas vezes um quilograma a um metro” (p. 378).

Navier se desembaraça, de fato, rapidamente de um problema espinhoso, tanto do ponto de vista físico como do ponto de vista econômico: a questão do tempo. A aditividade é obtida por eliminação do tempo do sistema de equações. A escolha do produto (peso pela altura) significa que medimos a quantidade de trabalho produzida independentemente do tempo, ou, dito de outra forma, que supomos a potência da máquina estável no tempo³. Se abandonarmos essa simplificação, como Navier o faz posteriormente, a medida do trabalho torna-se algebricamente mais complexa (deve-se passar do cálculo de um produto ao de uma integral), porém, calculável. Em compensação, podemos perguntar se o sentido econômico sobre o qual essa medida era fundada ainda perdura.

Logo, se abstratamente podemos mostrar a transmissão de certa quantidade chamada “trabalho de uma força” exclusivamente ligada a essa força e cuja independência do tempo se faz necessária à realização de sua ação, parece difícil, economicamente, de desprezar o tempo. Dois trabalhos realizados com velocidades diferentes são economicamente comparáveis e adicionáveis; ou, para dizer de outra forma: se duas máquinas que podem, com uma força dada, elevar o mesmo peso à mesma altura, são elas equivalentes se uma dispense, para essa operação, duas vezes mais de tempo que a outra? Esse problema corresponde à célebre crítica desenvolvida por Ricardo sobre sua própria teoria do valor-trabalho: a duração do processo de produção contribui para a definição do valor dos bens independentemente da quantidade de trabalho incorporado, pois uma duração mais longa imobiliza o capital durante um tempo mais longo. Coriolis aprofunda essa questão e conduz-nos-á mais longe no capítulo que a ele é consagrado.

O dispêndio e o rendimento

Na primeira parte de sua demonstração, Navier

³ Navier tem, lembremos, explicitamente feito essa hipótese simplificadora no começo de seu texto supondo uma máquina produzindo um trabalho contínuo. Do ponto de vista físico, o problema é duplo: a distância é uma função do tempo; ela é linear se a velocidade é constante (movimento uniforme); mas podemos supor, também, que a força não é constante ao longo do tempo.

nos explica que podemos medir todo trabalho (toda produção) graças a uma moeda mecânica e que ela corresponde a uma grandeza física bem determinada: a quantidade de ação, sendo o “trabalho” no sentido moderno. De posse desse resultado, ele vai, em seguida, dedicar-se à análise do dispêndio. Para isso, ele introduz a noção de motor, que ele não havia apresentado antes. A quantidade de ação, que serviu até o presente para medir o efeito de uma máquina, pode também medir o que ela consome ou, dito de outra forma, o efeito do motor: “A ação exercida pelos motores sobre as máquinas para colocá-las em movimento e fazê-las trabalhar deve se estimar, em mecânica, da mesma maneira e na mesma espécie de unidade que o trabalho efetuado pelas máquinas. Logo, o motor atua sobre a máquina como ele age sobre a resistência: existe sempre, no ponto de aplicação do motor como no da resistência, pressão exercida e espaço percorrido” (p. 379).

Parece que estamos em física pura e, portanto, algumas linhas mais à frente a argumentação econômica ressurgem. De forma análoga, Navier demonstrou precedentemente que a quantidade de ação é uma justa medida do produto (no sentido econômico do termo): ele quer provar que é uma justa medida do dispêndio, do preço pago⁴:

Não será inútil, para mostrar com qual razão a quantidade de ação consumida em um trabalho é considerada como fornecendo sua verdadeira medida, observar aqui que é sempre proporcionalmente a esta quantidade de ação que se estabelecem os preços em dinheiro pagos por diferentes espécies de trabalhos.

Portanto, quando pagamos por um trabalho, é verdadeiramente o tempo do operário que se paga; somente esse tempo se estima mais ou menos caro, seguindo que o trabalho de que se trata exige da parte do operário mais ou menos vigor, inteligência ou conhecimentos adquiridos. Ou se, como deve ser, concebemos um operário empregando suas forças de uma maneira constante e regulada, ele exercerá constantemente um mesmo esforço atuando com uma velocidade constante e, como consequência, produzirá quantidades de ação que serão iguais em tempos iguais. Assim, o preço de um trabalho

⁴ Navier se valeu, sobre esse ponto, de um adágio proferido por Montgolfier e que, comumente admitido pelos mecanicistas do século XVIII, conclui de qualquer maneira, com um argumento prático, sobre a querela das forças vivas: “A força viva é aquela que se paga”. Nós encontraremos esse adágio citado por Coriolis mais à frente.

é proporcional ao tempo que ele exige: é também a quantidade de ação que o representa (p. 380).

A argumentação de Navier torna-se aqui particularmente discutível. O termo trabalho, que até o presente designava o produto de uma máquina (sem que se saiba como ela operava ou, de outra forma, qual era o motor), designa agora o trabalho humano. Trata-se do mesmo trabalho? É bem possível medir o trabalho produzido pela máquina humana como o produzido por uma máquina inanimada. É o que fez Coulomb, a quem Navier se refere manifestamente, definindo a “quantidade total de ação”. No entanto, essa grandeza é, como vimos, completamente ambígua tanto do ponto de vista físico quanto do ponto de vista econômico. Ela não constitui o efeito útil, pois uma máquina animada com uma parte do trabalho produzido serve necessariamente para o deslocamento da massa da máquina propriamente; mas isso não é, de fato, mais uma expressão do dispêndio total (fadiga animal) para a qual teríamos que ter em conta o que os fisiologistas chamarão posteriormente de “trabalho interior” dos músculos e o qual Coulomb avalia, lembrando-lhe por experiência de mercado.

Assim, mesmo se aceitarmos, a título de modelo, o quadro hipotético proposto por Navier do operário ideal atuando com velocidade constante de sorte que o trabalho que ele produz (sua quantidade total de ação) seja proporcional ao tempo de sua ação, não se disporá de uma grandeza suscetível de uma avaliação econômica direta. A “quantidade total de ação” (no sentido de Coulomb) não pode ser o que é pago ao operário como salário. As duas representações do salário são, com efeitos, contraditórias com esta hipótese. A primeira é a de um salário por tarefa, pagando o trabalho realizado. Nesse caso, o salário deverá se fixar somente sobre o trabalho útil e não sobre o trabalho total produzido. A segunda representação é a de um salário sobre a penosidade que remunera a fadiga produtiva: é a concepção adotada notadamente por Coulomb. Ela deveria, então, pagar a totalidade do trabalho dispendido pela máquina humana e não somente pelo trabalho produzido (quantidade de ação) ou, como Coulomb insistia, a quantidade de ação não é proporcional à fadiga, posto que a fadiga constante varia, segundo o tipo de trabalho.

Sobre este ponto, o pensamento de Navier aparece paradoxalmente em atraso em relação ao de Coulomb. Para tentar clarificar as coisas, ele apresenta um exemplo que fornece uma visualização completa do problema, mesmo se

ele leva a privilegiar a segunda interpretação do salário em conformidade com a economia geral de seu texto e inspiração que ele achou em Coulomb: “Esta aproximação tornar-se-á talvez mais sensível através de um exemplo. Seja um homem retirando água de dois poços dos quais um é duas vezes mais profundo do que o outro. É claro, supondo que esse homem emprega suas forças de uma maneira uniforme, que ele empregará duas vezes mais tempo para elevar a água do primeiro poço do que do segundo. Então, se nós lhe pagarmos esse trabalho por tarefa, é necessário pagar a mesma quantidade d’água duas vezes mais caro quando ela é tirada do primeiro poço do que quando ela sai do segundo e é evidente que sua elevação exige também, no primeiro caso, uma quantidade de ação duas vezes maior do que no segundo” (p. 380).

Se examinarmos atentamente esse exemplo, veremos que ele não é formalmente contraditório com a hipótese de um salário fundado sobre o trabalho útil produzido; ele é, do estrito ponto de vista físico, o dobro para o caso de um poço duas vezes mais profundo. Contudo, dificilmente podemos interpretar, do ponto de vista da utilidade, como uma produção duas vezes mais importante, posto que se trata da mesma quantidade de água. Em compensação, a interpretação da diferença de valor é muito mais satisfatória se nós a relacionamos à penosidade produtiva. Essa interpretação está de acordo com a economia do texto, posto que ele aparece claramente nessa passagem de Navier em que nós apresentamos a questão do dispêndio após ter examinado a questão do produto: ela está também de acordo com a concepção do salário em Coulomb, onde se inspira Navier. Contudo, é necessário concluir que Navier não compreendeu Coulomb sobre um ponto essencial de sua demonstração, pois ele admitiu implicitamente que uma quantidade de ação produzida em dobro corresponderia a uma dupla fadiga, o que, precisamente, Coulomb procurou contradizer⁵.

Nós teremos ocasião de voltar, no último capítulo, a discutir essas dificuldades encontradas na assimilação do trabalho do homem e das

⁵ Observemos bem que esse enunciado é aceitável, no sentido de Coulomb, no exemplo que Navier dá, pois se trata do mesmo trabalho (das mesmas condições de considerar as forças humanas). O problema é que isso não é generalizável para trabalhos de natureza diferente. Sendo a quantidade de ação não proporcional à fadiga, não pode constituir uma medida do salário.

máquinas e a interpretação econômica das noções de produção e de dispêndio saídas do texto. Se deixarmos de lado essas diferentes armadilhas (como o fará uma leitura de “físico”), podemos considerar que, no fim do segundo parágrafo, Navier atingiu seu objetivo essencial. Ele dispõe de uma medida do produto e de uma medida do dispêndio feitas na mesma unidade. Resta a ele, então, precisar a noção de efeito útil para calcular o rendimento.

Para apresentar claramente a noção do efeito útil, é necessário levantar a ambiguidade que ele deixou em aberto desde então sobre a relação entre trabalho motor e trabalho resistente. Ele retorna à hipótese, feita no começo do texto, de uma máquina em movimento uniforme. Para ele, se não levarmos em conta os períodos de partida e parada, podemos admitir que o trabalho motor é igual ao trabalho resistente, pois a velocidade, sendo constante, não gera perda de força viva. Dito de outra forma, para tal máquina, o produto é igual ao dispêndio. Como pode existir, então, um resultado líquido, um “efeito útil”? Para explicar, Navier deve precisar a noção de trabalho resistente, distinguindo o trabalho útil do trabalho perdido. Fazendo aparecer a noção de perda, ele levanta a ambiguidade que manteve, até então, tão difícil a interpretação de seu texto:

É necessário, agora, examinar de uma maneira mais particular a ideia que devemos associar à palavra resistência empregada abaixo. Aquilo que se apresenta naturalmente é o obstáculo ao movimento da máquina resultante do trabalho que ela deve efetuar. Porém, é muito importante observar que não existe nenhuma máquina e que não podemos conceber nenhuma que não tenha vários obstáculos em movimento, independentemente daquele sobre o qual acabamos de falar. (...) É necessário, então, para toda máquina, conceber a pressão exercida pelo motor dividida em duas partes, onde uma produz o equilíbrio da resistência propriamente dita resultando no trabalho a ser efetuado, e a outra as resistências provenientes da máquina, e a quantidade de ação que o motor dispende em seu ponto de aplicação dividido também em duas partes, onde uma é consumida em pura perda por essas últimas resistências, e a outra produz o que chamamos ordinariamente o efeito útil da máquina (p. 381-382).

É, então, possível definir o rendimento e comparar a eficiência das máquinas: “Vemos, então, que a quantidade de trabalho efetuada por uma máquina, onde seu efeito é útil, não é senão

uma parte da quantidade de ação fornecida pelo motor e que, bem longe de poder ultrapassar esta quantidade de ação, ela não pode mesmo igualar. Uma máquina é ainda mais perfeita quando seu efeito útil se aproxima mais da quantidade de ação que ela consome e é principalmente em direção a esse ponto de perfeição que seu estabelecimento deve ser dirigido. O meio de atingir é, em geral, tornar o mecanismo simples e evitar todo choque entre corpos duros e toda mudança brusca das velocidades” (p. 382).

Ressaltemos que a “quantidade de trabalho efetuada por uma máquina” designa, atualmente, sem ambiguidade, tão somente o “efeito útil”. O efeito útil é, então, a justa medida do produto, assim como a quantidade total de ação é a do dispêndio e o rendimento mecânico é o de uma máquina, levando em conta a sua eficiência econômica. É essa razão que devemos maximizar: “O verdadeiro objeto que nos propomos no estabelecimento de uma máquina é que o retorno em dinheiro que ela procura, o qual é proporcional a seu efeito útil, seja o maior possível em relação ao dispêndio que ocasiona o motor. Ou o efeito útil, sempre menor que a quantidade de ação fornecida pelo motor, aumente e diminua com ele. Dessa forma, que a quantidade de ação fornecida pelo motor custe o menos possível, ou de tirar do motor a maior quantidade de ação possível” (p. 383).

Nós terminaremos nossa análise do texto de Navier, pois em seguida, ele não acrescenta nada em relação ao de Coulomb, introduzindo sutilidades físicas um pouco secundárias. A conclusão de nosso estudo poderá parecer paradoxal. O texto, contrariamente ao que se poderia pensar em vista de sua notoriedade na história das ciências, não aporta nenhum elemento novo do estrito ponto de vista físico. O objetivo de Navier não é, aqui, definir o conceito de trabalho dentro do quadro da mecânica racional (ele toma esse conceito tal qual lhe foi legado pelos mecanicistas do século XVIII, e retorna a algumas precisões técnicas sobre o teorema da conservação das forças vivas para outra nota de sua reedição de Bélidor). Seu objetivo é mostrar que a “quantidade de ação” é o trabalho no sentido moderno, sendo um bom instrumento de avaliação do produto, como do dispêndio, das máquinas. Assim, como o de Coulomb, o texto de Navier não pode se compreender senão dentro de um quadro de interpretação econômico.

Não é por acaso, nesse sentido, se Navier, como Coulomb, não emprega o “termo” trabalho no sentido físico que empregará Coriolis. Para um e

outro, trata-se agora de um conceito econômico emprestado do senso comum, estando mais próximo desse conceito ordinário de trabalho e que os físicos pensam poder colocar seu saber a serviço da indústria. Passando do homem às máquinas, Navier, contudo, se equivoca um pouco na polissemia do conceito de trabalho marcadamente controlado por Coulomb. Sucessivamente ele nos mostra que o que as máquinas produzem é “trabalho” (porque é a obra como produto do trabalho humano), pois o que eles gastam é devido ao trabalho (o homem sendo um motor produtor de “trabalho” entre outros). Ele pode, assim, propor uma medida comum do dispêndio e do produto e definir o rendimento mecânico no sentido moderno.

Essas duas concepções econômicas do trabalho, que Navier explora sucessivamente, são largamente incompatíveis desde que entramos em uma sociedade salarial. Assim, como Marx brilhantemente demonstrou, a partir do momento onde o trabalho é uma mercadoria comprada pelo empregador em vista da realização de um lucro não se pode ter idêntidade entre o dispêndio e o produto. Voltaremos, no último capítulo, a essa questão que retorna a certos problemas mais fundamentais da teoria econômica. Não seria interessante, contudo, sublinhar desde agora como uma tensão não resolvida do pensamento socioeconômico pode se depreender de um modelo físico coerente. Iremos ver, agora, como Coriolis retoma alguns anos mais tarde as questões postas por Navier.

Efemérides

Resumo das principais notícias da ABCM desde o COBEM 2018

27 de novembro de 2018

Diretoria da ABCM lança o Programa ABCM de Bolsas de Iniciação Científica

Na Plenária da ABCM realizada durante o ENCIT 2018 nas dependências do Hotel Majestic em Águas de Lindóia, a Diretoria anunciou o Edital do Programa ABCM de Bolsas de Iniciação Científica, visando fomentar uma maior integração entre os jovens estudantes de engenharia mecânica do nosso país e a comunidade científica que a ABCM representa.

15 de janeiro de 2019

Diretoria da ABCM envia manifestação à CAPES sobre pós-graduação a distância

A Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas - ABCM, por intermédio de sua diretoria, manifestou profunda preocupação à Coordenação de Avaliação de Área de Engenharias III da CAPES a respeito da regulamentação de programas de pós-graduação stricto sensu na modalidade a distância. Em carta, a Diretoria enfatiza os princípios que norteiam uma pós-graduação modalidade stricto sensu em um contexto de busca de excelência. Nela, destaca-se o fato, do Art. 1º do Decreto

nº 9.057, de 25 de maio de 2017, que define a educação à distância, tratar, exclusivamente, da dimensão ensino-aprendizagem não fazendo nenhuma menção ao processo de geração de novos conhecimentos.

19 de fevereiro de 2019

Divulgada a lista dos contemplados no Programa ABCM de Bolsas de Iniciação Científica

ABCM divulga o primeiro grupo de bolsistas do Programa de Bolsas de Iniciação Científica da ABCM, edital 2018.

Os classificados foram, em ordem alfabética:

Aluno: Bernardo Lorini Letsch
Orientador: Guilherme Henrique Fiorot | UFRGS

Aluno: Ítalo Sanches Arantes
Orientador: Carlos Henrique Lauro | UFSJ

Aluno: Lucas Pinheiro Moraes
Orientador: Rogério Sales Gonçalves | UFU

Aluno: Lucas Cavalcanti Silva
Orientador: Gustavo Charles P. de Oliveira | UFPB

Aluno: Vinícius Soares Medeiros
Orientador: Arthur H. Pontes Antunes | UFU

22 de março de 2019

Apresentação do novo Presidente do CNPq

Tomou posse no dia 22 de fevereiro, em Brasília, o novo presidente do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o pesquisador em Engenharia Aeroespacial e Aeronáutica, João Luiz Filgueiras de Azevedo. Em seu discurso, apontou os desafios do órgão ligado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) com relação ao déficit orçamentário - estrangulado nos últimos anos -, à necessidade de urgentemente recompor quadros de servidores na casa e de modernizar os sistemas informatizados para “dar conta da demanda crescente da comunidade”.

Azevedo iniciou seu discurso ressaltando o compromisso do CNPq com a pesquisa básica e com os pesquisadores. “Se somos capazes de fazer inovação hoje, é porque a pesquisa já foi realizada no passado, a ciência foi feita, e o conhecimento já foi gerado e/ou dominado. Não há inovação sem

pesquisa prévia que gere o conhecimento necessário para o desenvolvimento do produto ou processo inovador. Assim, embora o CNPq esteja investindo cada vez mais em inovação, o que está alinhado com as necessidades do País e com as diretrizes de atuação atuais do MCTIC, o apoio ao pesquisador vai continuar como tradicionalmente esta Instituição sempre se ocupou”, declarou.

Sobre a recomposição do orçamento em 2019 - que sofreu uma redução de cerca de R\$ 300 milhões com relação a 2018 -, ele disse que este é um assunto que já está na pauta do Ministério, que solicitou ao CNPq que seja realizada uma avaliação dos dispêndios e o “alinhamento das linhas de fomento com as prioridades claramente expressas do MCTIC”, bem como gerar indicadores objetivos sobre os resultados dos recursos investidos em fomento e bolsas.



29 de março

SBPC divulga manifesto em defesa da educação, da ciência e da democracia.

O documento foi produzido por ocasião da Reunião Regional da SBPC em Sobral, no Ceará, realizada, entre 27 e 30 de março, evento que reuniu mais de 3 mil pessoas com apoio de pesquisadores, professores, estudantes e Prefeitura e instituições.

“Queremos que todos os cidadãos, em especial as crianças e os jovens, tenham garantidos seus direitos educacionais e sociais. Motivos justos para comemorações intensas pelo conjunto dos brasileiros, nos próximos anos e décadas, serão a superação do analfabetismo e da miséria, o avanço significativo na educação, na ciência e na tecnologia, uma melhor qualidade de vida para todos, a redução das desigualdades, a preservação do meio ambiente e de nossas riquezas naturais, que estão em causa neste momento, e o desenvolvimento sustentável do País”.

Fonte: SBPC

29 de maio

Falece o professor Cláudio Melo da UFSC



O professor Cláudio Melo faleceu em decorrência de câncer no dia 29 de maio de 2019. Deixa esposa e dois filhos.

Cláudio Melo possuía graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1977), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1980) e doutorado em Applied Thermal Engineering -

Cranfield University (1985), tendo recebido o prêmio Outstanding Ph.D. Student, Cranfield University.

Foi professor titular da Universidade Federal de Santa Catarina, com experiência na área de Engenharia Mecânica, ênfase em Refrigeração, atuando principalmente nos seguintes temas: trocadores de calor, dispositivos de expansão, controles, simulação de sistemas de refrigeração, novos ciclos de refrigeração. Atuou ainda como Coordenador do Laboratório Polo (EMC/UFSC), da Unidade EMBRAPPII Tecnologias Inovadoras em Refrigeração (Polo/UFSC) e do INCT em Refrigeração e Termofísica, tendo orientado 50 dissertações de mestrado e nove de doutorado. Em 2016, ele recebeu uma homenagem da Embraco pelos mais de 30 anos de liderança da atuação conjunta do Polo e Embraco.

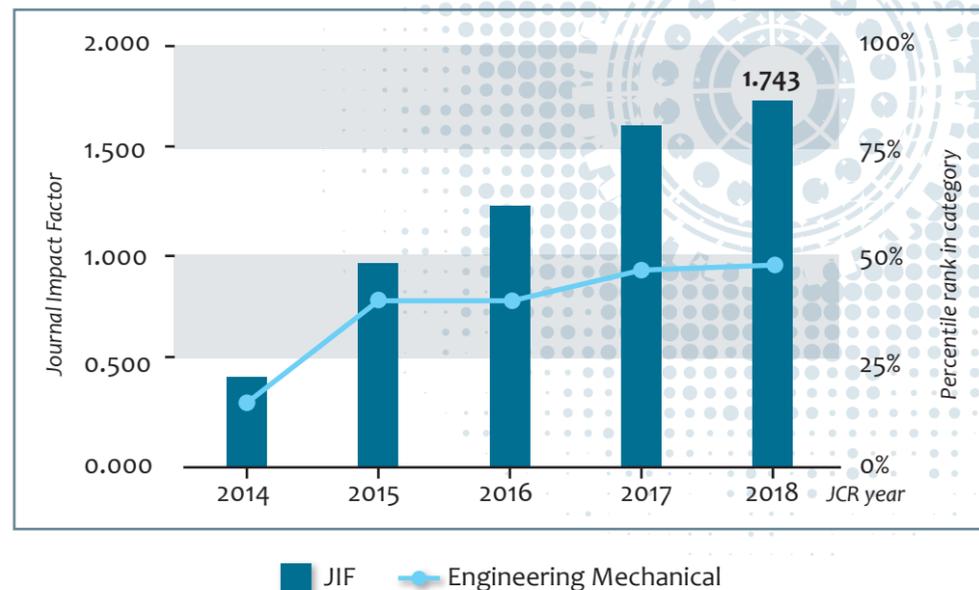
Nas palavras do Prof. Edson de Pieri, Diretor do CTC-UFSC, ...”um professor extremamente competente, exigente, um pesquisador ímpar e um colega que engrandece as engenharias e que sempre nos orgulhou”.

Fonte: <http://emc.ufsc.br/porta/2019/05/falece-professor-claudio-melo-professor-de-engenharia-mecanica-e-diretor-do-laboratorio-polo-da-ufsc/>

21 de jun de 2019

Fator de impacto do BMSE-Springer|ABCm referente ao ano de 2018.

O IF passou de 1.627 para 1.743.



19 de agosto

Professor Luiz Bevilacqua agraciado com o Prêmio Prof. Leonardo Goldstein Jr., Edição 2019



A Comissão Julgadora composta pelos Professores Álisson Rocha Machado, Anselmo Eduardo Diniz, Emilio Carlos Nelli Silva, Helcio Rangel Barreto Orlande, José Roberto de França Arruda, Paulo Cesar Philippi, sob a presidência do Prof. Domingos Alves Rade, designada para avaliar as indicações ao Prêmio Prof. Leonardo Goldstein Jr., Edição 2019, indicou o Prof. Luiz Bevilacqua para receber o prêmio. Esta indicação foi feita em apreciação de seu amplo, diversificado e duradouro legado em prol da Ciência brasileira, legado este marcado por notório pioneirismo, do qual muitas gerações se beneficiaram e ainda virão a se beneficiar.

O prêmio será entregue ao Professor Bevilacqua durante a realização do COBEM 2019, no período de 20 a 25 de outubro de 2019, em Uberlândia.

29 de agosto

ABCm adquire Sede Própria

No dia 29 de agosto de 2019, o Presidente da ABCm assinou a escritura da nova Sede. Situada em frente à Praça Tiradentes, região histórica do Rio de Janeiro, a nova Sede tem 180m², em dois salões, copa e três banheiros, qualificando e trazendo conforto aos funcionários, à Diretoria e aos Associados em suas atividades lá desenvolvidas. Próxima ao tradicional Teatro São Caetano, a nova Sede fica a poucos metros da Estação Tiradentes do VLT (Linha 2) com fácil acesso do Aeroporto Santos Dumont.



Praça Tiradentes 10, sala 901 | CEP 20060-070
Futuro endereço da ABC



A Praça Tiradentes com a estátua equestre de D. Pedro
Vista da nova Sede da ABCM



VII Encontro Nacional de Engenharia Biomecânica

O VII ENEBI será realizado na cidade de Goiânia de 5 a 8 de maio de 2020. <http://eventos.abcm.org.br/enebi2020/>

O Encontro Nacional de Engenharia Biomecânica é um instrumento de captação de ideias, necessidades e divulgação de pesquisas nas áreas aplicadas Biomecânica. Este evento destina-se à integração entre sistemas de pós-graduação e de graduação que realizam a interface com a Engenharia Biomecânica, como a Medicina, Nutrição, Terapia Ocupacional, Odontologia, Física Médica, Veterinária, Fisioterapia, etc.

O Encontro Nacional de Engenharia Biomecânica (ENEBI) é uma iniciativa do Comitê de Bioengenharia da Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas (ABCM), cuja edição de 2020 (ENEBI 2020) será organizada pelo Laboratório de Bioengenharia e Biomecânica da Universidade Federal de Goiás, com a finalidade de promover a integração e a troca de experiências entre os grupos que atuam nesta área no Brasil. Nessa edição, o ENEBI também conta com o apoio da Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica (SBEB), da Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação da UFG, da Pró-reitoria de Pós-graduação da UFG e da Pró-reitoria de Pesquisa e Inovação da UFG.

Organizado com workshops e mini-cursos, sessões temáticas e técnicas atuais, palestras e apresentação de posters, contará também com uma sessão de inovação, na qual os pesquisadores trarão e apresentarão seus protótipos. Esta integração é essencial para que haja a promoção da ciência e do processo de inovação tecnológica em saúde.

Nesta edição do ENEBI as seguintes temáticas serão consideradas: aquisição e tratamento de imagens médica para biomecânica, biomateriais, biotribologia, biomecânica em engenharia óssea, biomecânica em engenharia tecidual, implantes/órgãos/próteses, mecanobiologia, biomecânica celular e molecular, biomecânica esportiva, biomecânica do sistema musculoesquelético, modelagem de sistemas biomecânicos, controle motor, ergonomia, biomecânica ocupacional, reabilitação, biomecânica orofacial, biofluidos e biotransferência de calor, biorobótica e inteligência artificial.

Eventos ABCM > 2020

Organização: LABIOENG/UFG | Goiânia | GO
Marcus Fraga Vieira (Labioeng, UFG) | Presidente
Carlos Rodrigo de M. Roesler (UFSC) | Vice-presidente
Fernanda Grazielle da Silva Azeredo Nora (UFG)
Luciano Leporini Menegaldo (UFRJ)
Adriano de Oliveira Andrade (UFU)
Estevam Barbosa de Las Casas (UFMG)
Cleudmar Amaral Araújo (UFU)
Edson Antônio Capello Sousa (UNESP-Bauru)



XI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica

O CONEM 2020 será realizado nas dependências da Universidade Federal do Piauí | UFPI, localizada no Campus Universitário Ministro Petrônio Portella em Teresina de 2 a 6 de agosto de 2020.

O Congresso Nacional de Engenharia Mecânica (CONEM) é um evento promovido pela Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas (ABCM) que foi criado com o objetivo de promover um fórum de debate sobre a engenharia mecânica, reunindo o meio acadêmico e industrial, para discutir sobre temas que envolvem os avanços tecnológicos e científicos nas diversas áreas da engenharia mecânica em sintonia com o mercado brasileiro e internacional, e, em especial, levando um fórum de discussões em formato de congresso para as regiões norte e nordeste do Brasil.

O CONEM 2020 será organizado por docentes da Universidade Federal do Piauí (UFPI) e do Instituto Federal do Piauí (IFPI).

O tema proposto para o evento é “Fontes de Energia Renováveis e os Desafios para a Engenharia”. A justificativa para tal tema, bem como para a realização deste evento na cidade de Teresina - PI, está relacionada com os investimentos do estado e demais regiões do nordeste em energias renováveis, principalmente a eólica, solar e biodiesel.

A realização de um congresso de Engenharia Mecânica com a magnitude do CONEM será de grande contribuição para o desenvolvimento tecnológico e de pesquisa no Estado do Piauí, principalmente no que diz respeito às fontes de energias renováveis, tema proposto para o evento.

Organização: UFPI e IFPI | Teresina | PI
Simone dos Santos Hoefel (UFPI) | Presidente
Raphael Lima de Paiva (UFPI) | Vice-Presidente
Antonio Bruno de V. Leitão (UFPI) | Vice-Presidente
José Maria Pires de Menezes Júnior (UFPI) | Presidente do Comitê Científico
Anderson Fortes Chaves (IFPI) | Editor



XII Escola de Primavera de Transição e Turbulência

A 12ª EPTT será realizada em Blumenau, SC, de 21 a 25 de setembro de 2020

O evento será realizado na cidade de Blumenau, estado de Santa Catarina, sediado e organizado pelo Departamento de Engenharia Química da Universidade de Blumenau (FURB). A programação científica será ocorrerá possivelmente no Teatro Carlos Gomes, situado no centro da cidade, onde há amplos auditórios e espaços de exposição, ou nos auditórios da Universidade, incluso aquele pertencente ao Centro de Inovação de Blumenau, anexo ao campus tecnológico da FURB. Figuras ao final desta seção apresentam uma vista da cidade de Blumenau, o prédio onde se localizam o LFC e LVV e o Centro de Inovação de Blumenau.

A cidade de Blumenau é considerada turística e recebe diversos eventos ao longo do ano e há 2500 leitos de hospedagem acima de três estrelas disponíveis. A cidade está a 150 km de Florianópolis, a 210 km de Curitiba e o aeroporto mais próximo é o Aeroporto Internacional de Navegantes, que recebe voos diários de várias capitais além de grandes cidades e está distante 54 km do centro de Blumenau.

Organização: DEQ/FURB | Blumenau | SC
Henry França Meier (FURB) | Presidente
João Marcelo Vedovoto (UFU) | Vice-Presidente
Amir Antônio Martins de Oliveira Jr. (UFSC) | Editor
Jonathan Utzig (FURB) | Tesoureiro
Waldir Pedro Martignoni (FURB)
Tommaso Oggian (FURB)
Jader Riso Barbosa Jr. (UFSC)
Leandro Franco de Souza (USP|São Carlos)
Márcio Mendonça (ITA)
Juan Pablo Salazar (UFSC)
Leonardo Machado da Rosa (FURB)



18th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering

O 18º ENCIT será realizado nas dependências do Hotel Dall'Onder, na cidade de Bento Gonçalves, RS, de 16 a 20 de novembro de 2020 <https://eventos.abcm.org.br/encit2020/>

O ENCIT, Congresso Brasileiro de Ciências Térmicas e Engenharia é organizado a cada dois anos, sendo um dos principais eventos internacionais promovidos pela ABCM. Em sua 18ª Edição, será mantida a tradição de abordar os mais recentes avanços em várias áreas das ciências térmicas. Sendo um fórum ideal para promover novos desenvolvimentos e ideias, o ENCIT irá congrega profissionais de universidades, laboratórios de pesquisa e indústria para apresentar os mais recentes avanços relacionados em tópicos fundamentais e aplicados em termodinâmica, mecânica dos fluidos, transferência de calor e massa e campos correlatos. Junto à apresentação de trabalhos científicos, serão apresentadas palestras de pesquisadores renomados versando tópicos avançados em sua área de conhecimento. O ENCIT 2020 será organizado pelo Departamento (DEMEC) e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PROMEC) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Os autores estão convidados a submeterem artigos nas seguintes áreas, mas não limitados a elas:

- Engenharia aeroespacial • Bioengenharia
- Combustão • Energia • Engenharia ambiental
- Mecânica dos Fluidos • Transferência de calor e massa • Reologia e fluidos não-newtonianos
- Aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração • Nano, microfluidos e micro-sistemas
- Engenharia Nuclear • Engenharia de Petróleo e Offshore

Organização: DEMEC-PROMEC/UFRGS | Porto Alegre | RS
Adriane Prisco Petry | Vice-Presidente
Alexandre Vagtinski de Paula
Andrés Mendiburu Zevallos
Cirilo Seppi Bresolin
Fernando Marcelo Pereira | Editor Científico
Felipe Roman Centeno | Tesoureiro
Francis H. R. França | Presidente
Guilherme Henrique Fiorot
Letícia Jenisch Rodrigues
Thamy Cristina Hayashi

Expediente

Revista ABCM Engenharia

publicação impressa | ISSN 2237-9851

Volume 22, número 1, 2019

Editoria da Revista ABCM Engenharia

Sergio Viçosa Möller, Editor

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

Av. Rio Branco, 124/14º andar - Centro

20040-001 - Rio de Janeiro - RJ

Tel: (0 xx 21) 2221 0438

Fax: (0 xx 21) 2509 7128

abcm@abcm.org.br

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

Diretoria Biênio 2017-2019

Prof. Gherhardt Ribatski | EESC/USP

Presidente

Prof. Luís Mauro Moura | PUCPR

Vice Presidente

Prof. Domingos Alves Rade | ITA

Diretor Técnico-Científico

Prof. Leonardo Santos de Brito Alves | UFF

Diretor Secretário

Prof. Gustavo Rabello dos Anjos | UERJ

Diretor Tesoureiro

Conselho 2017/2021

Efetivos

João Luiz Filgueiras de Azevedo | DCTA/IAE/ALA

Leandro Alcoforado Sphaier | UFF

Carlos de Marqui Junior | EESC-USP

Álison Rocha Machado | PUC-PR

Carolina Palma Naveira Cotta | COPPE/UF RJ

Suplentes

Marcilio Alves | POLI-USP

Adriane Prisco Petry | UFRGS

William Roberto Wolf | UNICAMP

Marcelino Guedes F. Mosqueira Gomes | PETROBRAS

Rubens Sampaio | PUC-Rio

Conselho 2015/2019

Efetivos

Katia Luchesi Cavalca Dedini | UNICAMP

Agenor de Toledo Fleury | Centro Universitário da FEI

Amir Antônio Martins de Oliveira Júnior | UFSC

Enio Bandarra | UFU

Carlos Roberto Ilário da Silva | EMBRAER S.A.

Suplentes

Edgar Nobuo Mamiya | UNB

Luciano Luporini Menegaldo | UFRJ

Maria Luiza Sperb Indrusiak | UNISINOS

Claudio Ruggieri | EPUSP

Márcio Ziviani | UFMG

Comissões permanentes

Admissão

Gustavo Rabello dos Anjos | UERJ

Francesco Scofano Neto | IME

Stephan Hennings Och | PUC-PR

Ciência e Tecnologia

Domingos Alves Rade | ITA

José Roberto de França Arruda | UNICAMP

Francis Henrique Ramos França | UFRGS

Divulgação e Publicações

Leonardo Santos de Brito Alves | UFF

Sergio Viçosa Möller | UFRGS

Antônio José da Silva Neto | UERJ

Ensino e Difusão de Pesquisa

Luís Mauro Moura | PUCPR

Su Jian | UFRJ

Valder Steffen Júnior | UFU

Intercâmbio Institucional

Domingos Alves Rade | ITA

João Luiz Filgueiras de Azevedo | ITA

Renato Machado Cotta | UFRJ

Projeto Gráfico

JG música e design

adageisa4@gmail.com

Fotos: banco de imagens (shutterstock | freepik)

