UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

JORNAL DA UNICAMP

ED. 752 | Campinas, 12 a 25 de outubro 2026 | www.jornal.unicamp.br

Foto: Antonio Scarpinetti

Crise climática se aprende na escola

Projeto da Unicamp leva ciência a 16 estabelecimentos da rede pública 6 e 7

Sensor (acima) desenvolvido nas aulas de robótica por alunos da rede estadual de ensino para medir temperatura e umidade em sala de aula

Técnica isola compostos da biomassa do alecrim 2

Bioetanol faz de carro híbrido o menos poluente 5

Grupo desenvolve nanofio que amplia uso do silício 8

Arquiteta faz inventário de favelas do interior de SP 9

Jovens negros e os efeitos das ‘catracas invisíveis’ 11

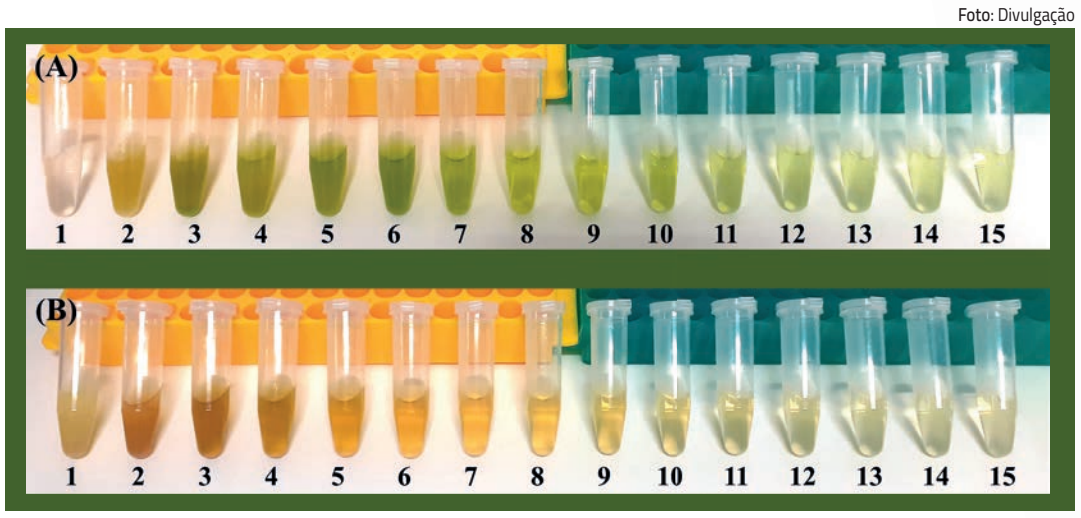
Legitimação de romance como cânone foi lenta e gradual 12

Tecnologia sustentável extrai compostos da **biomassa do alecrim**

Pesquisa patenteada e premiada pela Capes cria sistema econômico que atende indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética

CRISTIANE KÄMPF
ckampf@unicamp.br

Foto: Divulgação



Uma solução aquosa pura e rica em oxidantes foi o resultado do processo de extração que utilizou solventes de baixo impacto ambiental, como água e etanol

Foto: Magnific

Quase todo mundo é capaz de reconhecer o perfume do alecrim, seja como óleo essencial ou ingrediente culinário, mas as propriedades desta planta de origem mediterrânea vão muito além do seu aroma marcante. Uma pesquisa de doutorado desenvolvida no Laboratório Multidisciplinar de Alimentos e Saúde (LabMAS) da Unicamp foi premiada como a melhor tese de 2026 pela Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) por isolar compostos antioxidantes e antimicrobianos a partir do aproveitamento da biomassa do alecrim, normalmente descartada pela indústria.

O trabalho, de autoria do químico e nutricionista Rodrigo Stein Pizani, criou um novo sistema de extração, quantificação e análise em tempo real dos ácidos carnósico e rosmarínico, moléculas bioativas de interesse das indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética. O uso da biomassa que seria descartada pela indústria também contribui para o aproveitamento de resíduos e para a economia circular.

A tecnologia, patenteada no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi), utiliza solventes de baixo impacto ambiental, como água e etanol, permitindo eliminar processos industriais mais demorados, caros e poluentes. Orientada por Maurício Ariel Rostagno e coorientada por Juliane Viganó, a pesquisa foi desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo da Faculdade de Ciências Aplicadas da Unicamp e ainda contribuiu para o patenteamento de um curativo líquido antimicrobiano e um pão com propriedades funcionais.

Foto: Cristiane Kämpf

Rodrigo Pizani (à esq.) desenvolveu sua tese no Laboratório Multidisciplinar de Alimentos e Saúde, orientado pelo professor Maurício Rostagno

Qualidade industrial

"Nossos extratos purificados foram obtidos através de materiais sustentáveis, seguros e atóxicos, podendo, portanto, ser incluídos em alimentos e cosméticos. Já a técnica de extração desenvolvida consegue adiantar etapas e agilizar o controle de qualidade industrial. Neste caso, há economia de tempo, energia e insumos", destaca Pizani.

Ele explica que o processo começa com o alecrim seco e triturado, colocado dentro de um compartimento de aço inoxidável. Em seguida, o líquido utilizado para retirar os compostos da planta é bombeado continuamente pelo sistema, que permanece sob pressão. Ao mesmo tempo, ondas ultrassônicas de alta potência são aplicadas sobre o material vegetal. Essas ondas ajudam a romper as células do alecrim, facilitando a liberação das moléculas bioativas presentes na planta.

O equipamento também permite modificar a composição do líquido utilizado na extração sem que seja necessário abrir o compartimento. Com isso, diferentes substâncias presentes no alecrim podem ser retiradas em momentos distintos, de acordo com as características que se desejem obter.

Outro diferencial do equipamento é que a extração e a análise acontecem praticamente ao mesmo tempo. À medida que os compostos são liberados da planta, eles seguem para uma segunda parte da máquina, conectada a um computador, onde são analisados.

"A parte mais difícil da pesquisa foi reunir todas as nossas ideias e reações em um único equipamento que fosse funcional, reprodutível e capaz de realizar as análises. Cada etapa do processo pode ser feita isoladamente, mas cada uma delas exige parâmetros químicos diferentes. É como se cada parte da máquina (extração, purificação, separação e quantificação) falasse um idioma diferente. Tivemos, então, que ajustar uma série de parâmetros para fazer com que todas essas etapas se tornassem compatíveis entre si", explica Pizani.

Do desperdício à mesa

Para testar a aplicação prática dos compostos extraídos do alecrim, os pesquisadores removeram o etanol, utilizado como solvente, e a clorofila, pigmento verde presente nas plantas. O resultado foi uma solução aquosa pura e rica em antioxidantes. Essa solução foi adicionada a uma receita de geleia de maçã ralada, substituindo o conservante sintético sorbato de potássio, amplamente utilizado pela indústria e que tem sido associado por pesquisadores a alterações na microbiota intestinal dos consumidores.

A geleia preparada com o composto natural do alecrim permaneceu livre de mofo por 12 semanas de armazenamento à temperatura ambiente, apresentando eficácia de conservação semelhante à do conservante sintético. Além disso, a adição do extrato natural proporcionou um poder antioxidante muito superior ao produto final.

Novos conceitos e abordagens

Para Rostagno, o trabalho desenvolvido por Pizani se destaca pela qualidade científica, pelo caráter inovador e pela capacidade de gerar conhecimento que ultrapassa os limites da própria tese.

"Ele sempre procurou ir além do convencional, aprofundando a investigação e buscando evidências que permitissem compreender, de forma mais consistente, os fenômenos observados. Essa postura científica foi fundamental para que a tese não se limitasse à obtenção de resultados experimentais, mas contribuísse também para a construção de novos conceitos e abordagens", diz o orientador.

"A pesquisa realizada por Pizani já está produzindo desdobramentos", acrescenta Rostagno. "Os conceitos e conhecimentos desenvolvidos em sua tese estão sendo incorporados e utilizados atualmente em outros projetos de pesquisa, teses e dissertações do grupo. Isso demonstra que o impacto de uma tese não deve ser medido apenas pelas publicações ou pelos resultados obtidos durante seu desenvolvimento, mas também pela capacidade de gerar novas linhas de investigação e contribuir para trabalhos futuros."

Segundo ele, o conhecimento produzido abre novas perspectivas para o desenvolvimento de processos mais eficientes e sustentáveis, também de outras plantas, na obtenção, separação e caracterização de compostos de interesse a partir de produtos naturais e resíduos.

"A perspectiva para os próximos anos é avançar a partir desses conhecimentos, integrando novas estratégias de extração, separação e análise e buscando transformar os resultados científicos em tecnologias e aplicações com impacto mais amplo", conclui.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Reitor Paulo Cesar Montagner **Coordenador Geral da Universidade** Fernando Antonio Santos Coelho **Pró-Reitor de Desenvolvimento Universitário** Fernando Sarti **Pró-Reitora de Pesquisa** Ana Maria Frattini Fileti **Pró-Reitora de Graduação** Mônica Alonso Cotta **Pró-Reitora de Extensão, Esporte e Cultura** Sylvia Helena Furegatti **Pró-Reitora de Pós-Graduação** Cláudia Vianna Maurer Morelli **Chefe de Gabinete** Osvaldir Pereira Taranto **Chefe de Gabinete Adjunto** Zigomar Menezes de Souza

JORNAL DA UNICAMP **Coordenador da Secretaria Executiva de Comunicação** Márcio Cataia **Editor-chefe** Álvaro Kassab **Editoras** Adriana Vilar de Menezes, Raquel do Carmo Santos (on-line) **Chefia de reportagem** Rachel Bueno **Reportagem** Adriana Vilar de Menezes, Carmo Gallo Netto, Daniela Prandi, Felipe Mateus, Hebe Rios, Helena Tallmann, Hélio Costa Júnior, Juliana Franco, Liana Coll, Mariana Garcia, Marina Gama, Paula Penedo, Silvio Anunciação, Tote Nunes **Fotos** Antoninho Perri, Antonio Scarpinetti, Lúcio Camargo **Projeto gráfico** Luis Paulo Silva **Editores de arte** Alex Calixto de Matos, Paulo Cavalheri **Atendimento à imprensa** Ronei Thezolin **Revisão** Júlia Mota Silva Costa, Rodrigo Leite **Coordenadora do núcleo audiovisual** Patrícia Lauretti **Supervisora de TI** Laura de Carvalho Freitas Rodrigues **Acervo** Maria Cristina Ferraz de Toledo, Sergio de Souza Silva **Tratamento de imagens** Renan Garcia **Redes sociais** Bruna Mozer (editora) e Octávio Augusto Bueno Fonseca da Silva **Serviços técnicos** Alex Matos, Antonio Marcos Pereira de Moura, Elisete Oliveira Silva, Guilherme Pansani, Mateus Fioresi, Selvino Frigo, Stella Cadeu Moreira Costa **Impressão** Gráfica Mundo **Correspondência** Cidade Universitária "Zeferino Vaz", CEP 13081-970, Campinas-SP. O **Jornal da Unicamp** é elaborado pela Secretaria Executiva de Comunicação (SEC) da Unicamp. **Periodicidade** quinzenal

Muitos insetos, **poucos dados**

Unicamp participa de estudo mundial que cria abordagem para monitoramento e conservação de insetos da região tropical

O biólogo André Freitas (no alto à esq.) é um dos autores do artigo publicado na *BioScience* sobre o importante papel ecossistêmico dos insetos e a ideia de participação nas plataformas pelas redes sociais: ciência cidadã

LIANA COLL
lianavnc@unicamp.br

Apesar de serem comumente lembrados pelo incômodo ou pelas doenças que transmitem, os insetos desempenham papéis ecossistêmicos importantes, como na polinização, na dispersão de sementes e nos ciclos naturais de decomposição da matéria orgânica. Sua abundância e variedade estão entre as maiores do reino animal, e estima-se que cerca de 80% das espécies dessa classe taxonômica encontrem-se em regiões tropicais. No entanto, a maior parte dos dados referentes aos impactos das mudanças ambientais sobre eles vem de regiões temperadas. Preocupados com essa lacuna, biólogos de diversas instituições do mundo, incluindo a Unicamp, desenvolveram uma abordagem para a conservação de insetos na região tropical que propõe utilizar dados das redes sociais como uma das formas de complementar as informações disponíveis.

A proposta visa a minimizar os desafios identificados na conservação das espécies tropicais, levando em consideração o declínio da população de insetos e os impactos sobre cadeias alimentares e a segurança alimentar. Os quatro principais obstáculos identificados pelos autores nessas regiões são: visibilidade global limitada; lacuna de dados; falta de infraestrutura e ações de conservação insuficientes.

Com relação à baixa visibilidade, o fato de muitas publicações científicas serem realizadas em idiomas locais, e não na língua inglesa, segundo os pesquisadores, restringe seu alcance. "Há uma quantidade de informação que se perde", observa André Victor Lucci Freitas, professor do Instituto de Biologia da Unicamp e um dos autores do artigo intitulado *"A framework for the strategic conservation of tropical insects"* [Um marco para a conservação estratégica de insetos tropicais], publicado na revista *BioScience*, vinculada à Universidade de Oxford (Reino Unido). A solução, para os autores, é o desenvolvimento de publicações e outras abordagens multilíngues.

A lacuna de dados tem relação com a escassez de monitoramento de longo prazo, ação que, para os biólogos, precisa ser fortalecida. O problema decorre ainda da baixa participação em plataformas de ciência cidadã e da carência de taxonomistas qualificados. Uma das soluções apontadas é o estímulo à participação da sociedade para alimentar plataformas locais e globais (como iNaturalist) com fotos e informações de insetos.

Gestão compartilhada

O terceiro problema, a falta de estrutura, envolve financiamento inadequado e escassez de servidores e ferramentas. Nesse ponto, os pesquisadores criticam a chamada "ciência de paraquedas", em que cientistas de países do Norte global desenvolvem suas pesquisas nos países do Sul, muitas vezes encarando os pesquisadores locais apenas como coletores de dados. "Os trópicos não podem só fornecer mão de obra barata e material importante. É preciso tentar desenvolver o [trabalho de pesquisa] local e, de preferência, se tiver dinheiro, investir no local", orienta Freitas.

Para estruturar as ações, os autores desenvolveram um fluxo de trabalho composto por sete etapas: compilação de evidências, validação de dados, avaliação, priorização, planejamento e codesign, engajamento de decisores políticos e práticas de monitoramento e atualização. O fluxo tem como princípios a gestão compartilhada, a valorização de conhecimentos locais, o fortalecimento da ciência nativa, o respeito às normas nacionais de acesso e a repartição de benefícios.

O professor André Freitas, do Instituto de Biologia (IB) da Unicamp, faz parte da mobilização mundial para minimizar os impactos ambientais decorrentes do declínio da população de insetos das espécies tropicais

Conservação

Os autores do estudo são biólogos de diversos países: Austrália, Bangladesh, Brasil, China, Índia, República Tcheca e Uganda. Com base em pesquisas de Shawan Chowdhury, um dos autores do artigo, os pesquisadores demonstram sua proposta com um estudo de caso em Bangladesh, voltado para as borboletas. O país é um dos mais densamente povoados do mundo e carece de ações de conservação de insetos para proteger a biodiversidade, a produção da agricultura e o bem-estar humano.

De acordo com o levantamento de Chowdhury, os insetos de Bangladesh estão sub-representados nos repositórios globais de diversidade. No entanto, há um compartilhamento de observações em plataformas de redes sociais, como o Facebook. Ao olhar dados dessa rede e do Sistema Global de Informação sobre Biodiversidade (GBIF, na sigla em inglês), Chowdhury observou menções a 167 das 169 espécies ameaçadas consideradas no levantamento e a 143 das 145 espécies de borboletas registradas exclusivamente em um dos dois bancos de dados.

Proteção às borboletas

As informações da rede social, combinadas com dados do GBIF, permitiram auxiliar, nesse caso, na compreensão da rápida expansão de uma espécie de borboleta que está alterando sua área de distribuição. O mapeamento espacial evidenciou ainda uma grande desconexão entre as áreas prioritárias de conservação e as efetivamente protegidas. Apenas 1 das 226 espécies avaliadas tinha sua área de distribuição adequadamente contemplada pelas áreas protegidas, que por sua vez abrangem apenas 4,17% do território bengalês, quando seriam necessários cerca de 27% para garantir a proteção adequada do grupo.

Os resultados, indicam os pesquisadores, mostram como a ciência cidadã pode fornecer dados por meio de plataformas e redes como o Facebook, cobrindo lacunas de informações, fortalecendo cientistas e comunidades locais e orientando políticas públicas.

"A gente realmente acredita que esses dados podem e devem ser usados para a política pública. É o que eles estão fazendo em Bangladesh. E aqui no Brasil estamos tentando ir pelo mesmo caminho. Embora tenhamos aqui uma excelente cobertura de dados em alguns lugares, ela poderia ser ainda melhor", destaca o professor André Freitas.

Ciência cidadã

Como exemplo das possibilidades do uso de fotos de redes sociais em pesquisas no Brasil, o professor cita a tese de doutorado de Augusto Rosa, que foi seu orientando e agora faz pós-doutorado. No trabalho, voltado para o status de conservação das borboletas sob risco de extinção no país, Rosa mapeou o estado atual de conhecimento sobre a situação e deteve-se na curadoria de dados e subsídios para sua conservação. Um dos resultados verificados foi que os cientistas-cidadãos contribuíram com informações para mais da metade dos grupos de borboletas brasileiras ameaçadas, permitindo ampliar o conhecimento sobre eles em 67 novas localidades, incluindo em dois estados e diversos municípios onde antes não havia registros.

"O mais importante é pensar de que maneira a ciência cidadã pode contribuir para conhecermos mais as espécies, principalmente onde não há dinheiro", indica Freitas.

Hidrogel de bagaço de cana ajuda a **conservar obras de arte**

Pesquisadoras da Unicamp e da UFMG criam com rejeitos da indústria material que reduz o contato de superfícies delicadas com água e solventes

Fotos: Igor Alisson/ Inova Unicamp

Géis produzidos com polímeros de origem natural, renováveis e biodegradáveis, são capazes de reter água ou outros fluidos sobre superfícies delicadas

ISABELE SCAVASSA
Especial para o *Jornal da Unicamp*

Limpar uma pintura, um tecido ou um papel antigo pode exigir um controle rigoroso sobre a quantidade de água ou solvente que entra em contato com a superfície. Ao retirar poeira, resíduos ou uma camada de verniz degradado, é preciso evitar que o líquido penetre além do desejado e alcance partes do objeto que deveriam permanecer intactas. Uma tecnologia que consiste em aprisionar o líquido de limpeza em uma espécie de rede porosa, desenvolvida a partir de materiais do bagaço da cana-de-açúcar, foi o resultado do trabalho de duas pesquisadoras de áreas muito diferentes: a química e a conservação e restauração de bens culturais.

A química Camila Rezende, professora do Instituto de Química (IQ) da Unicamp, e a então doutoranda Camilla Camargos, hoje professora na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), criaram géis produzidos com nanocelulose e outros biopolímeros capazes de reter e liberar água ou outros fluidos de limpeza de maneira mais controlada sobre superfícies delicadas. A patente dessa pesquisa, depositada no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi) com estratégia da Agência de Inovação Inova Unicamp, tem titularidade compartilhada pelas duas universidades.

A alternativa feita com polímeros de origem natural é de fácil acesso no Brasil e tem ainda a vantagem de ser renovável e biodegradável. Os géis não são propriamente os agentes responsáveis pela limpeza. Sua função principal é carregar o fluido usado no procedimento e limitar sua volatilidade e penetração no substrato. "Ele funciona como uma plataforma para a aplicação desse fluido de limpeza. Como o fluido está preso dentro do gel, ele não vai penetrar tanto, o que afetaria camadas que deveriam ser preservadas", explica Camargos.

Em termos simples, um hidrogel é formado por uma rede sólida tridimensional capaz de reter grandes quantidades de água em seu interior. A estrutura lembra, em alguma medida, uma esponja, mas com uma proporção muito maior de líquido e uma quantidade pequena de material sólido formando a rede que o sustenta.

A capacidade de reter e controlar a liberação dos fluidos de limpeza é uma característica importante para a aplicação em conservação. Se o gel liberar líquido muito facilmente, perde-se parte da vantagem em relação a outras estratégias tradicionais. O objetivo é que o material mantenha o fluido retido e o libere gradualmente durante a limpeza.

As pesquisadoras Camila Camargos (à esq.), da UFMG, e Camila Rezende, do Instituto de Química (IQ) da Unicamp: patente depositada no Inpi com estratégia da Agência de Inovação Inova Unicamp

Limpeza sob controle

Conservadores-restauradores utilizam diferentes estratégias para remover materiais depositados sobre uma obra. Uma das mais simples consiste em mergulhar um cotonete em água ou solvente e passá-lo pela superfície.

O método oferece, porém, controle limitado sobre a quantidade de líquido que penetra nas camadas da obra de arte. Em uma pintura, por exemplo, o profissional pode ter como objetivo retirar apenas uma camada mais superficial de sujeira ou de verniz oxidado. Nesse caso, a entrada excessiva do solvente pode atingir a camada da pintura subjacente, prejudicando sua integridade.

Há também uma questão relacionada à evaporação. Quando usado livremente, o solvente pode evaporar rápido demais, reduzindo o tempo de contato com a superfície, comprometendo a eficácia da limpeza e gerando um risco ocupacional ao aumentar a possibilidade de inalação por quem executa o procedimento.

Já existem formulações de géis preparadas pelos próprios restauradores a partir de gomas, agarose ou derivados de celulose. Algumas delas, no entanto, apresentam baixa retenção de água e podem deixar resíduos, especialmente em materiais porosos, como papel e tecidos. Há também os géis prontos para uso, produzidos com polímeros sintéticos e comercializados principalmente fora do Brasil.

Nanocelulose

A formulação patenteada contém nanocelulose produzida a partir de bagaço de cana-de-açúcar. O material é combinado a outros biopolímeros em dois sistemas principais. Um utiliza gelatina, e o outro, alginato (um polissacarídeo obtido de algas), ambos disponíveis comercialmente.

A combinação dos componentes exigiu ajustes para que os materiais formassem uma rede resistente, maleável e capaz de liberar água de forma controlada. As pesquisadoras trabalharam com diferentes formas de reticulação, processo que cria ligações ou interações fortes entre as cadeias de polímeros que formam a rede do gel.

Essas ligações e interações ajudam a definir a porosidade do material e quanto líquido fica preso ou liberado na estrutura durante o uso. "O desafio é fazer um material que possa ser manuseado sem quebrar, que tenha flexibilidade suficiente para se ajustar ao relevo da superfície e que controle quanto de água retém e quanto libera", resume Rezende, que já trabalhava com celulose e materiais derivados de biomassa quando passou a orientar a tese de Camargos.

A ideia da pesquisa começou a tomar forma em 2020, durante um período de Camargos na Universidade de Florença, na Itália. O grupo italiano já estudava géis voltados à conservação e restauração. Na época, ela trabalhava com nanocelulose e nanopartículas de lignina (polímero natural de origem vegetal) em revestimentos protetivos para bens culturais baseados em papel, madeira e tecidos. Durante um experimento, a adição de ácido provocou a formação inesperada de um gel contínuo e rígido de nanocelulose. O resultado levou à pergunta sobre a possibilidade de adaptar aquele tipo de estrutura para a limpeza de obras de arte.

Parte do trabalho foi realizada no contexto do *GreenArt*, projeto internacional dedicado a estratégias ecologicamente sustentáveis para a conservação do patrimônio cultural. Testes de aplicação foram feitos em colaboração com pesquisadores na Itália e nos Estados Unidos.

Diferentes superfícies

Embora o trabalho tenha surgido a partir de desafios na área da conservação e restauração de obras de arte, as pesquisadoras consideram que os hidrogéis também podem ser usados em outras superfícies delicadas, principalmente quando é necessário restringir a quantidade de água aplicada ou atuar apenas sobre uma camada superficial.

O grupo procura agora aumentar o controle sobre a retenção e a liberação de água para que diferentes formulações possam ser ajustadas às características de cada superfície. Outra frente envolve tornar o gel mais flexível para que ele acompanhe melhor relevos pronunciados, ondulações e pequenas ranhuras.

Instituições, empresas e outros parceiros interessados em conhecer a tecnologia ou avaliar possibilidades de licenciamento e colaboração podem entrar em contato com a Inova Unicamp, órgão responsável pela conexão entre as tecnologias desenvolvidas na Universidade e potenciais parceiros externos, por meio do formulário de conexão (disponível em: https://www.inova.unicamp.br/conexao_empresa/#/).

Híbridos com biocombustíveis poluem menos que os elétricos

Estudo aponta que carro híbrido com etanol emite 71,2% menos gases de efeito estufa que veículo a gasolina, enquanto elétrico reduz 61,1%

ADRIANA VILAR DE MENEZES
adrivm@unicamp.br

Foto: Kindel Media/Pexels

Pesquisador propõe a hibridização da frota de veículos, associada aos biocombustíveis sustentáveis, como alternativa para acelerar a transição energética

A política da União Europeia para mitigar as mudanças climáticas, adotada em 2023, passa por reduzir a zero as emissões de gases de efeito estufa que saem dos escapamentos dos veículos. Para atingir a meta, o setor de transportes europeu defendeu a eletrificação total da frota e investiu pesado na tecnologia elétrica automotiva. O continente também vislumbrou com isso se livrar da dependência externa de petróleo. A campanha, no entanto, contrariou a consolidada política energética brasileira de biocombustíveis e passou a incomodar pesquisadores ligados a um setor com mais de 50 anos de desenvolvimento no Brasil.

Naquele momento, o químico industrial Marcelo Antunes Gauto dava início à sua tese de doutorado na Unicamp a partir de um primeiro questionamento: será que o veículo elétrico com bateria metálica é mais sustentável que o veículo movido a biocombustível? Seu estudo demonstrou que, nos cenários avaliados, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) dos veículos elétricos, associadas à fabricação de baterias e à cadeia de suprimento, podem ser superiores às observadas em veículos abastecidos com biocombustíveis sustentáveis.

Nas condições do estudo, enquanto o carro 100% elétrico reduz 61,1% das emissões de GEE, em relação ao veículo a combustão a gasolina, o híbrido com tração elétrica e combustão a etanol reduz 71,2%, e o híbrido com biometano tem redução de 77,9% de GEE. A solução mais eficiente para a mitigação de emissão de GEE no planeta, defende a tese, está na fórmula híbrida tração elétrica mais biocombustível, estratégia nomeada pelo pesquisador como bioeletromobilidade.

Gauto comparou, por meio da análise do ciclo de vida (ACV) – englobando a fabricação, uso e fim da vida do veículo e do combustível –, os desempenhos ambiental e econômico de três tipos de veículos: elétricos, híbridos e à combustão convencionais (a gasolina), tanto em frotas leves quanto em ônibus urbanos.

Vigor híbrido

Diante disso, Gauto propõe que a hibridização da frota de veículos, associada aos biocombustíveis sustentáveis, deve ser o fim e não uma etapa intermediária da transição energética. "A transição não é apenas um desafio técnico e ambiental, mas também social, político e de governança", afirma o químico industrial.

Foto: Acervo pessoal

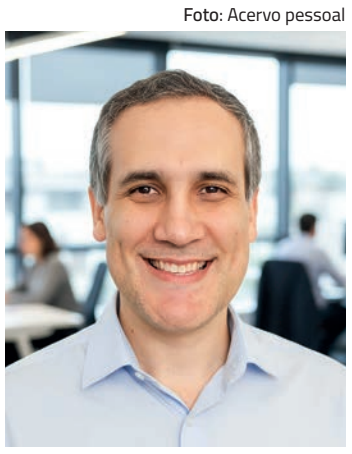


Foto: Fellipe da S. B. de Mello

Marcelo Gauto (à esq.) e o professor Gonçalo Amarante Guimarães Pereira

O pesquisador apoiou sua abordagem no conceito genético conhecido como "vigor híbrido", que, adaptado à indústria automobilística, consiste na integração entre as tecnologias já existentes da eletrificação e dos biocombustíveis sustentáveis. A tese "Vigor híbrido: Veículos Híbridos com Biocombustíveis como caminho de Transição Energética Sustentável" foi orientada pelo professor Gonçalo Amarante Guimarães Pereira, do Instituto de Biologia (IB), dentro do Programa Integrado de Pós-Graduação em Bioenergia, com sede na Unicamp, em parceria com a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Estadual Paulista (Unesp). Além de interinstitucional, o programa abrange também diferentes institutos da Unicamp.

"Vigor híbrido é um conceito genético segundo o qual o cruzamento de diferentes linhagens pode produzir indivíduos com desempenho superior ao de seus progenitores. Esse mesmo princípio pode ser observado no carro híbrido. Ele é melhor do que o veículo exclusivamente de combustão e do que o elétrico puro, porque combina a eficiência do motor elétrico com a vantagem dos biocombustíveis de baixa intensidade de carbono, além de favorecer a geração de empregos, o desenvolvimento de tecnologia nacional e a geração e distribuição de renda. É o tripé da sustentabilidade que nós queremos", descreve Gauto.

Uma só atmosfera

Para o orientador, o biocombustível, do ponto de vista de emissão, é imbatível. "Gauto comprovou com números que o híbrido de veículo leve com etanol é melhor que os carros elétricos que rodam na Europa", diz Pereira. Ele lembra que a pesquisa também analisou o transporte pesado. "O ônibus a bateria não tem escapamento, não emite fumaça localmente, mas ninguém tinha feito antes a conta da mina de carvão na China ou no Brasil", acrescenta. "A atmosfera do planeta é uma só."

Gauto destaca que a bateria de um carro precisa de lítio, ferro, fosfato, manganês e cobalto, entre outros minérios. "É tudo finito e minerado." Segundo ele, a quantidade de mineral crítico utilizada em uma bateria de um carro elétrico que amarzene cem quilowatts-hora (kWh) pode bastar para até dez carros híbridos plugáveis, cada um com uma bateria de 10 kWh. "Ou posso fazer 50 carros híbridos, sem plug, cada um com bateria de 2 kWh (recarregada pela recuperação da energia das frenagens), aumentando a eficiência do carro em mais de 50% e reduzindo emissões", acrescenta. "Isso teria um efeito gigantesco na frota."

Nos últimos anos, a UE reduziu sua meta de eliminação de GEE veicular, de 100% para 90%. No atual cenário, os chineses dominaram o mercado mundial de veículos elétricos e, paralelamente, uma nova realidade se impôs: a eficiência do motor elétrico depende de baterias fabricadas com metais críticos. "Em 2023, o movimento pró-elétrico era muito forte. Praticamente não existia contraponto, quase ninguém duvidava que o puro elétrico era o melhor. Mas os europeus queimaram a largada ao querer banir os veículos a combustão. Viram agora que o recurso é limitado e que há impactos econômicos e sociais atrelados."

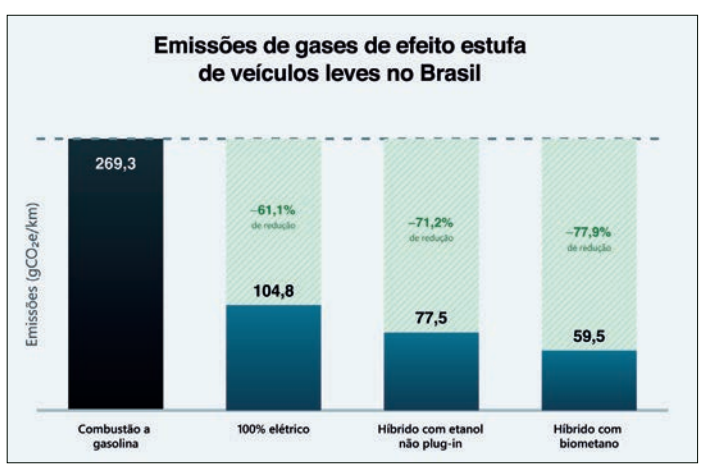
De acordo com o químico industrial, optar pelo carro puramente elétrico pode atrasar a transição energética. "É um contrassenso", defende Gauto. O caminho mais sustentável, segundo ele, seria minimizar a mineração e a necessidade de combustíveis fósseis, maximizando o retorno em redução de emissões por kWh de bateria. "Esse é o contexto da tese. Com híbridos e biocombustíveis sustentáveis, nós aceleramos a transição energética, com menor necessidade de recursos".

Gargalo de eletrificação

A hibridização combinada com biocombustíveis sustentáveis tem ainda a vantagem de utilizar a infraestrutura já existente. A eletrificação total da frota de veículos demandaria redes elétricas muito mais robustas que as existentes. "Fazer uma infraestrutura nova é um grande gargalo. Precisaríamos de mais transformadores, mais linhas de transmissão e sistemas de proteção e controle. Enquanto o carro híbrido, que nem precisa de tomada, já existe rodando na rua, bem como os biocombustíveis, que já são produzidos em larga escala."

Sobre as vantagens brasileiras específicas, Gauto lembra que o país tem uma matriz elétrica limpa, é uma potência agrícola e domina a tecnologia do biocombustível. "Para nós, a hibridização é a nossa vantagem competitiva, que representa desenvolvimento tecnológico e benefícios socioeconômicos atrelados à transição energética. A nossa política pública nacional tem um viés muito forte para o biocombustível. Isso coloca o veículo híbrido no jogo."

Na avaliação de Gauto, o Brasil tem hoje um desafio no mercado automobilístico global. "Podemos mostrar que nosso híbrido não é só uma jaboticaba brasileira; é uma solução tecnologicamente robusta."



Fonte: Gauto, M.A; Carazzolle, M.F.; Rodrigues, M.E.P.; Abreu, R.S.; Pereira, T.C; Pereira, G.A.G. Hybrid vigor: Why hybrids with sustainable biofuels are better than pure electric vehicles. Energy for Sustainable Development, Volume 76, 2023, 101261, ISSN 0973-0826.

Projeto leva **debate climá**

Problemas do cotidiano, como o calor da sala de aula, se transformam em questões científicas nas atividades da disciplina de robótica

FELIPE MATEUS
felipeom@unicamp.br

A partir da demanda das escolas por uma educação sobre as mudanças climáticas, projeto propõe atividades didáticas de robótica que mostram seus efeitos, como o calor em

Na sala número 13 da Escola Estadual Prof. Cyro de Barros Rezende, em Valinhos, os alunos estão irrequietos. São crianças na faixa dos 12 anos que, naturalmente, conversam e brincam entre si. À primeira vista, parece tudo normal na sala dos computadores e kits de robótica. A agitação, no entanto, não vem apenas do esforço cognitivo, mas também do calor que não dá trégua. A temperatura na sala chega aos 33 °C, mesmo durante o tempo ameno de agosto. "No auge do verão, como isso vai estar? Qual vai ser a temperatura para as nossas crianças?", questiona a professora Lais Cristina Silva, responsável pelas disciplinas de ciências e robótica.

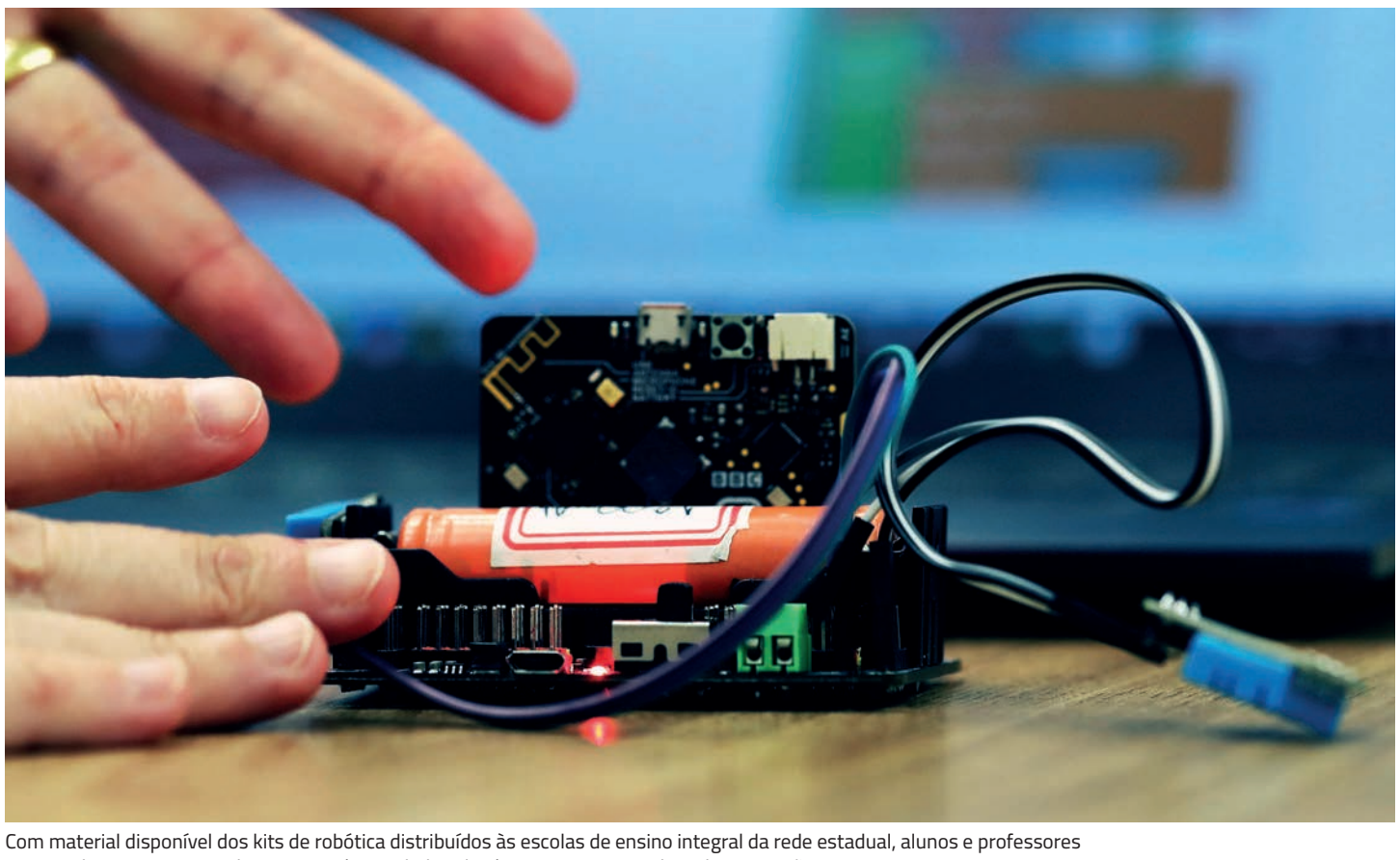
Levar as escolas a desenvolverem projetos interdisciplinares que envolvem tecnologia e mudanças climáticas é hoje o desafio da pesquisadora Daniela Resende de Faria, pós-doutoranda ligada ao *Brazilian Institute of Data Science* (BI0S) da Unicamp. Ela orienta professores de 16 escolas da rede estadual na região de Campinas a criar ações didáticas e práticas baseadas nas demandas e na realidade de cada instituição.

A iniciativa conta com o apoio da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (Feec) da Unicamp, por meio de ações de extensão universitária realizadas por estudantes de graduação, e do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (Cepagri), além de financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

O projeto consiste em programar os equipamentos para que registrem, automaticamente, a temperatura e a umidade dos ambientes a cada 10 minutos. Ao fim de cada dia, é possível exportar os dados registrados para um computador. "A partir deles, os professores podem elaborar estratégias de ensino e aprendizagem para todos os componentes curriculares. Também desenvolvi técnicas para que eles possam importar os dados brutos em uma plataforma simples de inteligência artificial, como o ChatGPT, para processar os dados de forma a serem usados nas aulas", detalha Faria, que ofereceu oficinas para que os próprios professores criassem os *prompts* desse tipo de operação. "Era uma preocupação minha não ocupar ainda mais os professores."

Foram selecionadas 16 escolas que integram a Unidade Regional de Ensino de Campinas Oeste, cuja localização coincide com áreas classificadas pelo Plano Local de Ação Climática (Plac) do município como sendo áreas de alta vulnerabilidade socioambiental — com alto risco de calor intenso, secas, inundações e outras intempéries.

Na Escola Cyro de Barros Rezende: o meteorologista Bruno Bainy, o professor da Unicamp Daniela Resende de Faria, o estudante Enzo Julinho e as professoras Lais Cristina Silva e K



Com material disponível dos kits de robótica distribuídos às escolas de ensino integral da rede estadual, alunos e professores criaram dispositivos para obter seus próprios dados climáticos no contexto de cada instituição

Dados da realidade

O projeto teve início ainda no período em que Faria desenvolvia seu doutorado. Na época, ela produziu uma série de jogos e atividades didáticas para abordar em sala de aula temas relacionados ao meio ambiente e às mudanças climáticas. Todo o material foi desenvolvido a partir de entrevistas com professores do ensino básico — a tese foi tema de reportagem na edição 738 do ***Jornal da Unicamp***.

"Foi aí que as escolas apresentaram uma demanda: elas queriam pensar a educação sobre as mudanças climáticas a partir de suas próprias perspectivas", lembra. Segundo Faria, situar as abordagens no contexto real dos estudantes é um dos pilares identificados na sua pesquisa de doutorado. "Mas há uma escassez de recursos didáticos para isso e, mesmo que eles existam, não são adaptados aos contextos específicos das escolas."

tico a 16 escolas da rede

Fotos: Antonio Scarpinetti

sala de aula

o Rafael Ferrari, a pesquisadora
aren Jesus

Mil e uma ideias

Ela então identificou que, para criar atividades direcionadas ao contexto das escolas, as instituições precisariam produzir seus próprios dados climáticos, de uma forma mais específica do que as estações meteorológicas existentes na cidade. A pesquisadora tomou por base uma disciplina de extensão universitária oferecida pela Feec em 2024 a professores de matemática da rede pública, na qual eles aprenderam conceitos e metodologias de ensino para o trabalho com dados e programação com o uso de placas Arduino (pequenas plataformas eletrônicas programáveis), e teve a ideia de desenvolver algo semelhante com os materiais disponíveis nos kits de robótica distribuídos às escolas de ensino integral da rede estadual. "As placas funcionam com um sistema de programação em blocos, é muito intuitivo para trabalhar o raciocínio lógico com os alunos", explica a pesquisadora.

Com os equipamentos em mãos para coletar os dados climáticos das escolas e apoio técnico do BI0S, os professores e estudantes deram asas à imaginação e deixaram a inquietação científica falar mais alto. Uma escola instalou os sensores próximos a meliponários existentes na unidade, para relacionar a variação de temperatura e umidade com a movimentação das abelhas. Outra instituição pretende trabalhar o conceito de troca de calor monitorando a variação de temperatura nas salas antes e depois de os alunos fazerem aulas de educação física, mostrando como eles trazem o calor de fora para o ambiente interno. Em todos os casos, a aferição climática é combinada a outros temas vistos em sala de aula.

Em uma delas, o trabalho foi aplicado às aulas de química, comparando os resultados do experimento dos sensores com o antigo "galinho do tempo", um artefato decorativo, comum nas residências há algumas décadas, que muda de cor de acordo com a umidade do ar, indicando a possibilidade de chuvas. Os alunos aprendem que esse objeto é revestido de cloreto de cobalto, um sal que faz o galo ficar azul em ambientes secos, por conta da perda de água, e rosa em locais úmidos, pela absorção de umidade. "Podemos mostrar que a ciência faz parte do nosso dia a dia, que não é algo abstrato, produzido por algumas mentes privilegiadas", resume a pesquisadora, enfatizando o potencial de divulgação científica presente nas atividades. "Todos nós fazemos ciência todos os dias."

O processo de refinamento dos dados coletados pelos sensores, além de facilitar o trabalho dos professores, também demonstra aos alunos como usar a inteligência artificial de forma a realmente contribuir com a aprendizagem e o raciocínio científico, principalmente nas ocasiões em que a IA "alucina", ou seja, apresenta respostas disparatadas. "Os professores podem mostrar aos alunos como as IAs cometem erros e que elas devem ser usadas como ferramentas, mas que a autoria e a responsabilidade são do pesquisador." As escolas devem manter a coleta de dados ao longo do segundo semestre e, ao fim do período, Faria realizará workshops com as equipes pedagógicas para avaliar os achados e sugerir encaminhamentos para os projetos que podem ser desenvolvidos.

Evidências

No caso da Escola Cyro de Barros Rezende, o incômodo do calor despertou a curiosidade científica nos alunos. Utilizando kits de robótica fornecidos pela Secretaria de Educação do Estado, eles construíram sensores que medem temperatura e umidade em intervalos constantes durante vários dias, para verificar o quanto o calor que eles sentem de fato aparece nos números.

Foi aí que veio a surpresa: dentro da mesma sala 13, a temperatura pode variar em até 3 °C. Apesar do pé-direito alto, que favorece a circulação de ar, uma das paredes do espaço é feita de nichos de concreto, como cobogós, mas cobertos de vidro. Isso faz as carteiras próximas às janelas, que não permitem a abertura total, receberem mais luminosidade e, consequentemente, mais calor. "A sala fica como se fosse um aquário, faz muito calor", relata Karen Jesus, também professora de robótica.

Outros espaços quentes da escola também entraram no radar das crianças, como a secretaria, a quadra coberta e a descoberta. Nos casos das instalações esportivas, o problema está no tipo de cobertura do espaço, pois o telhado, transparente para favorecer a iluminação, aumenta o calor no lado de dentro. Do lado de fora, na quadra externa, não tem jeito: sol e calor predominam.

Transformar a percepção sensorial em dados concretos e utilizá-los para tomar decisões que impactam o futuro é uma das bases do pensamento científico. Num contexto em que os sinais das mudanças climáticas passam a fazer parte do cotidiano, estratégias de ensino e aprendizagem que auxiliem os professores a trazerem a ciência para a realidade de crianças e adolescentes contribuem para formar adultos conscientes dos efeitos do aquecimento global e das responsabilidades envolvidas no cuidado com o planeta. "O que temos como objetivo? Que nossos alunos sejam formados de maneira que entendam o que são dados e como tomar decisões a partir de evidências. Porque a desinformação e a chuva de *fake news* estão aí", reflete a autora do projeto.

Daniela Resende de Faria, pesquisadora: "Podemos mostrar que a ciência faz parte do nosso dia a dia, que não é algo abstrato"

EL NIÑO EM PAUTA

A equipe do ***Jornal da Unicamp*** acompanhou uma das reuniões do projeto com as professoras da Escola Cyro de Barros Rezende. Além de conversarem com a autora da iniciativa, Daniela Resende de Faria, sobre os próximos passos, elas aproveitaram para trocar informações com o meteorologista do Cepagri Bruno Bainy sobre abordagens de temas climáticos – como as previsões para o fenômeno El Niño neste ano e como isso pode se refletir nos dados da escola – e tirar dúvidas sobre a programação dos equipamentos com Rafael Ferrari, professor da Feec que dá suporte aos estudantes que desenvolvem ações de extensão na escola.

"Todas as matérias são fundamentais e interligadas", reflete a professora de ciências e robótica Lais Silva a respeito das possibilidades de aplicação das atividades. "Esse tipo de projeto traz ao aluno a visão de que, ao gostar de robótica, ele também precisa saber matemática, ciências, geografia. Conseguimos fazer com que eles se engajem em diversas disciplinas".

É o caso do aluno Enzo Julinho, aluno do 9º ano, que desenvolveu toda a programação dos sensores utilizados pelos colegas no monitoramento. "Gosto muito de robótica, já cheguei a fazer um cursinho fora da escola para me aprofundar", conta o garoto. Para ele, os dados climáticos se refletem em outro aspecto: sua saúde. Enzo explica que as ondas de frio e de calor fazem sua asma piorar, e as previsões para o futuro o deixam inquieto. "Não sei meus amigos, mas eu acabo ficando preocupado."

Para o meteorologista Bruno Bainy, do Cepagri, aliar as aulas de robótica com os temas climáticos e ambientais desfaz nos alunos uma impressão, fictícia, de que os efeitos das mudanças climáticas são algo distante. "O grande desafio é mostrarmos às pessoas o quanto a meteorologia e a ciência fundamentam nossa tomada de decisões, desde as mais simples, como a escolha de roupas que vamos vestir, até as mais complexas, que envolvem bem-estar e segurança", avalia.

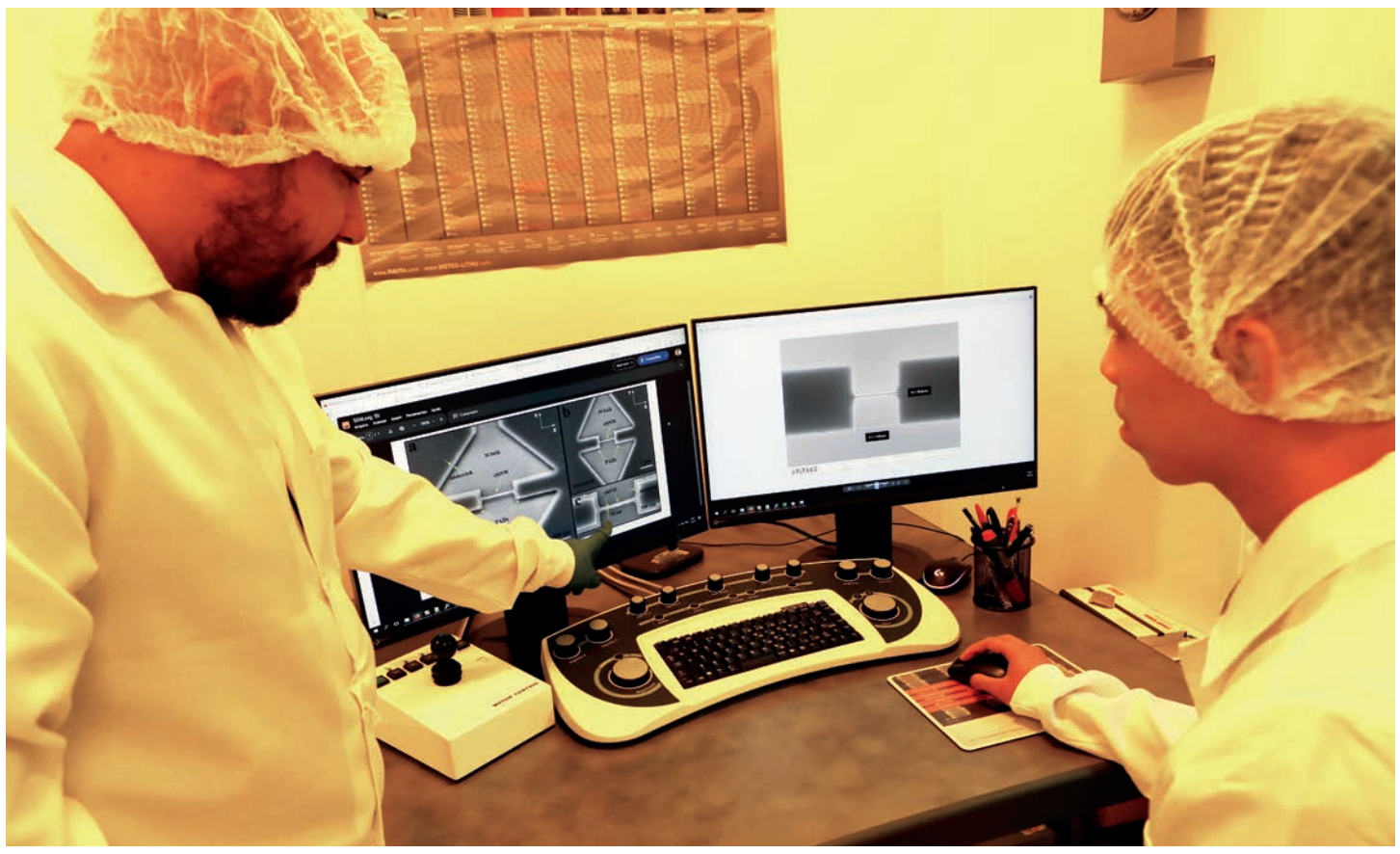
Na busca por dar sentido concreto aos dados, as professoras vão além da abordagem pedagógica e propõem aos alunos a construção de soluções práticas para o problema enfrentado. Traduzido em números, o calor enfrentado, que antes era uma percepção subjetiva, torna-se um argumento fundamentado para que a escola pleiteie melhorias para o conforto térmico. "Não podemos simplesmente dizer que precisamos de ar-condicionado. Provavelmente, todas as escolas precisam. Mas nós temos dados que comprovam isso", exemplifica Silva. Uma das ideias em discussão na escola é a instalação de muros verdes (cobertos de vegetação) próximos às janelas para resfriar o ambiente – uma solução baseada em dados, mas que também exigiu a participação de mentes engenhosas. "A gente não imagina, mas as crianças têm uma criatividade!", diverte-se a professora.

Nanofios tensionados ampliam possibilidades **para o silício**

Produzidos na Unicamp, os fios invisíveis a olho nu podem aprimorar aplicações quânticas e ópticas, beneficiando a fabricação de semicondutores

FELIPE MATEUS
felipeom@unicamp.br

Fotos: Antonio Scarpinetti



Pesquisadores tiveram resultados positivos com os nanofios em relação à capacidade de suportarem tensões mecânicas muito altas

Grande parte da evolução tecnológica de equipamentos eletrônicos e de computação se deve às propriedades do silício, um dos elementos mais utilizados para a fabricação de dispositivos semicondutores, como chips e transistores. Entretanto, conforme as aplicações se aproximam das fronteiras tecnológicas, alguns limites começam a surgir no uso convencional do silício. Um deles está relacionado à necessidade de controlar melhor as propriedades elétricas e mecânicas dos dispositivos à medida que suas dimensões diminuem.

Outra limitação está nas propriedades ópticas do silício, já que o material é pouco eficiente para a emissão de luz, o que restringe seu uso em determinadas aplicações optoeletrônicas. Por isso, em alguns casos é preciso recorrer a outros materiais, como o arseneto de gálio, o niobato de lítio e o dissulfeto de molibdênio. Porém, trata-se de compostos de difícil purificação, cuja exploração e comercialização são significativamente mais caras.

Frente a essa realidade, pesquisadores da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (Feec) da Unicamp trabalham para ampliar os usos do silício em aplicações nanotecnológicas. Eles produzem nanofios de silício invisíveis, com cerca de 15 nm (nanômetros) de espessura – para efeito de comparação, um fio de cabelo humano costuma ter de 80 mil a 100 mil nm (cerca de 6.000 vezes mais grosso que o nanofio) –, e os submetem a tensões mecânicas bem mais elevadas do que as indústrias de chips e transistores praticam, verificando eventuais alterações das suas propriedades, especialmente sua resistência elétrica. O resultado pode beneficiar a fabricação de semicondutores que dependem de alta sensibilidade, como sensores de força ou pressão.

Os pesquisadores obtiveram resultados positivos com nanofios que suportam tensões mecânicas muito altas — na ordem de 2,9 GPa (gigapascals), o equivalente a 28,6 mil vezes a pressão atmosférica — e conseguiram simular geometrias para fios que suportam ainda mais pressão. Além disso, observaram que, sob alta tensão mecânica, os nanofios de silício passam a interagir melhor com a luz, abrindo espaço para o uso do material pela fotônica (área que estuda e desenvolve tecnologias baseadas na luz). O projeto integra as iniciativas do Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia Nano e Microeletrônica para Tecnologias Habilitadoras (INCT-Namitec) e é coordenado pelo professor Marcos Vinicius Puydinger dos Santos.

Arranjo atômico

A chave para compreender a inovação proposta pelo grupo está no conceito de piezorresistência, que consiste na variação da resistência elétrica de um material ao ser submetido a uma tensão mecânica, ou seja, ao sofrer uma deformação, como ser puxado ou espremido. Essa propriedade é útil para a produção de sensores e outros dispositivos, já que, a partir de uma mudança na resistência apresentada, é possível inferir o tensionamento ao qual o material foi submetido. No caso dos semicondutores, a piezorresistência é observada em uma escala muito pequena. “Quando tensionamos o silício, seu arranjo atômico muda. O espaço entre os átomos se altera e isso faz com que os elétrons sintam uma resistência diferente”, explica o professor.

Por se tratar de um efeito concentrado em um volume muito pequeno do material, o aumento na variação da resistência observado pelos pesquisadores é muito maior do que o convencional. “Os efeitos quânticos [fenômenos físicos que ocorrem em escalas atômica e subatômica] da piezorresistência ainda não estão bem estabelecidos pela literatura da área”, comenta Pedro Pessoa, doutorando ligado ao projeto. Assim, o estudo busca elucidar as razões deste efeito, ampliando as aplicações do silício nessas tecnologias. “Diversos artigos colocam a piezorresistência gigante do silício como um ‘efeito anômalo’. Não é algo previsto; surgiu de forma inesperada”, pontua Kung Shao Chi, doutorando do grupo.

Os nanofios foram produzidos a partir de lâminas compostas por uma camada de silício, outra de óxido de silício e um terceiro substrato de silício. Por meio de litografia por feixe de elétrons, os nanofios são marcados nas lâminas e, com uma solução de ácido fluorídrico, o óxido de silício intermediário é retirado, fazendo com que os fios da camada superior fiquem suspensos. É justamente essa suspensão que provoca o tensionamento mecânico e causa a piezorresistência. Nos testes feitos para calcular a tensão atingida pelos nanofios, obtida a partir de uma técnica chamada espectroscopia Raman, foi estimada uma tensão de cerca de 2,9 GPa, quase o triplo da tensão de aproximadamente 1 GPa considerada em aplicações industriais para o silício.

Novas fronteiras

Visando a ampliação dessas possibilidades obtidas de forma experimental, os pesquisadores fizeram simulações computacionais para saber quanta tensão um determinado nanofio pode suportar, dadas as especificidades e dimensões dos materiais utilizados. “Criamos um modelo para, no futuro, podermos inferir a tensão mecânica no nanofio simplesmente por simulação, sem a necessidade de produzi-lo previamente e submetê-lo à espectroscopia Raman”, detalha Puydinger dos Santos. Nesses testes, considerando dimensões otimizadas para os nanofios, a tensão mais do que duplicou, chegando a 8 GPa.

Com base nesses resultados, os pesquisadores esperam contribuir com inovações em diversas fronteiras tecnológicas dos semicondutores. Uma delas é a criação de novos tipos de transistores a partir do silício tensionado, que podem ser úteis para aplicações em tecnologias quânticas. Outro avanço é a observação de que o tensionamento pode favorecer a aplicação do silício em dispositivos de transmissão de dados por meio da luz, como as telecomunicações. “Possivelmente, poderemos substituir por silício os materiais mais caros que são utilizados em fotoemissores, como o germânio”, projeta o coordenador da iniciativa. “Se esse processo se tornar reprodutível e viável comercialmente, poderemos fabricar futuramente LEDs de silício que seriam muito mais baratos.”

O projeto é coordenado pelo professor Marcos Vinicius Puydinger dos Santos, da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (Feec)

UMA VASTIDÃO DE SILÍCIO

Dados da Semi, a associação internacional de indústrias de semicondutores e eletrônicos, mostram que foram enviados ao mercado em 2025 cerca de 8,4 milhões de metros quadrados de wafers de silício — discos feitos de cristal desse material, usados na fabricação de chips —, o equivalente a cerca de 1,2 mil campos de futebol. A demanda foi 5,8% maior que a registrada em 2024, que movimentou US$ 11,4 bilhões no mercado mundial. A estimativa é de que, até 2028, esse comércio chegue a 10 milhões de metros quadrados de wafers, e o impacto disso vai além da economia: o Canadá e a União Europeia, entre outros, já incluíram o silício entre os minerais que consideram como matérias-primas estratégicas.

‘Miopia metropolitana’ esconde as favelas do interior

Arquiteta analisa 99 agrupamentos urbanos e cria instrumento para embasar políticas públicas

LIANA COLL
lianavnc@unicamp.br

Quando se fala em favelas, muitas vezes os agrupamentos urbanos verticalizados localizados nas metrópoles são os mais lembrados. Para a arquiteta Tatiana Pimenta, esse imaginário social faz com que outro tipo de favela receba menos atenção: a do interior. Em sua tese de doutorado, orientada pela professora Gisela Leonelli e defendida recentemente na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, Pimenta analisou e descreveu 99 assentamentos em três municípios do estado de São Paulo – Bauru, Marília e Ribeirão Preto. A arquiteta evidencia que há uma forma urbana própria nessas favelas, não captada de forma adequada pelos critérios classificatórios tradicionais, o que traz prejuízos para o desenvolvimento de políticas públicas.

Para caracterizar as favelas das três cidades, Pimenta cruzou dados dos censos oficiais com informações dos Planos Locais de Habitação de Interesse Social (PLHIS), imagens aéreas e anotações de visitas *in loco* em 43 dos 99 assentamentos avaliados. A partir dessa análise, identificou um padrão caracterizado por autoconstrução, predominância de ocupação horizontal, inserção contínua no tecido urbano formal, configuração de lotes individualizados, consolidação construtiva em alvenaria, irregularidade fundiária e provisão incompleta de infraestrutura.

Para cada assentamento, Pimenta desenvolveu uma ficha de caracterização, constituindo um amplo inventário urbanístico. Cada ficha contém um comparativo entre imagens aéreas do PLHIS e fotografias posteriores, dados sobre a situação fundiária e descrições das condições urbanísticas (como extensão territorial e população), condicionantes ambientais e infraestrutura.

Foto: Acervo pessoal

Em sua tese, Tatiana Pimenta fez um inventário urbanístico para cada favela analisada

“O objetivo da ficha é caracterizar a favela. A partir dela, sei se é uma favela mais densa, menos densa, se tem infraestrutura. Quando eu analiso o resultado da aplicação da ficha naquele bairro específico, sei quais são as ações que o poder público precisaria realizar”, explica a arquiteta.

O instrumento pode até mesmo ajudar a calcular custos de adequação ou de instalação de infraestrutura em uma determinada área. A partir do mapeamento do território e da quantidade de casas é possível calcular, por exemplo, o orçamento necessário para instalar uma rede de esgoto. “Isso ajuda o poder público a planejar a ação para aquele local”, destaca Pimenta.

Seletividade estatal

O levantamento realizado pela arquiteta mostra que quase metade (49%) dos assentamentos tem infraestrutura incompleta, e outros 7% sofrem carência total de infraestrutura. Isso demonstra, para a pesquisadora, que o Estado atua de forma seletiva, tolerando a autoconstrução periférica, mas retendo investimentos para regularizá-la. As principais carências dessas áreas são pavimentação, saneamento básico, iluminação pública e guias ou calçadas.

Além disso, 51% delas apresentam alguma forma de risco ambiental ou urbano. Em Marília, a situação foi a mais crítica: todos os assentamentos enquadram-se nessa situação. Em Bauru, o percentual foi de 25,9% e em Ribeirão Preto, de 39,9%. O risco é um dos motivos que dificulta a regularização fundiária, classificada como de alta complexidade na maior parte das regiões observadas. Soma-se a isso a indefinição ou ausência da cadeia dominial (histórico de todos os proprietários e transmissões de um imóvel) e a fragmentação dos títulos imobiliários.

Por isso, observa Pimenta, a regularização fundiária deve incluir não apenas a entrega de um título de posse, mas a adequação da infraestrutura e das moradias. Também é importante a integração ao tecido urbano, permitindo o acesso a serviços públicos, indica.

Mesmos problemas

A arquiteta lembra que não faltam instrumentos legais para enfrentar o problema habitacional – como o Estatuto das Cidades e a Lei de Regularização Fundiária –, mas defende que eles precisam ser transformados em políticas públicas. Para isso, na avaliação dela, primeiro é preciso romper com a invisibilidade das favelas do interior, que “às vezes são invisíveis porque não são iguais a uma favela que a gente tem no imaginário, do conceito midiático”.

Para a professora Leonelli, orientadora do estudo, há uma “miopia metropolitana” que impede enxergar as peculiaridades das favelas do interior. Muitas vezes, aponta, não há nesses locais uma imagem tão evidente da precariedade e do adensamento. “Elas são até vistas como bucólicas, quase uma ocupação na zona rural, só que sofrem com os mesmos problemas, incluindo a falta de infraestrutura ou segurança jurídica quanto à posse.”

Na cidade de Marília, todos os assentamentos apresentam risco ambiental ou urbano, como a favela Eldorado Bronks

> ***A favela invisibilizada deixa de ter políticas públicas porque, se ninguém a enxerga, ela não é classificada nem considerada uma questão***

As arquitetas observam também que muitas prefeituras relutam em classificar esses assentamentos como favelas, seja para isentar-se de formular soluções ou para não reduzir o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município. “Se a favela é invisível, você não tem políticas públicas para melhorar aquela situação. Se você não a enxerga, não classifica, não considera aquilo uma questão que precisa de uma política pública. Ela não entra na pauta da gestão urbana, então você não a considera como um território que tem direitos, como o direito à moradia, à regularização, à infraestrutura, à segurança jurídica da posse. A invisibilidade é fatal e, muitas vezes, proposital”, diz Leonelli.

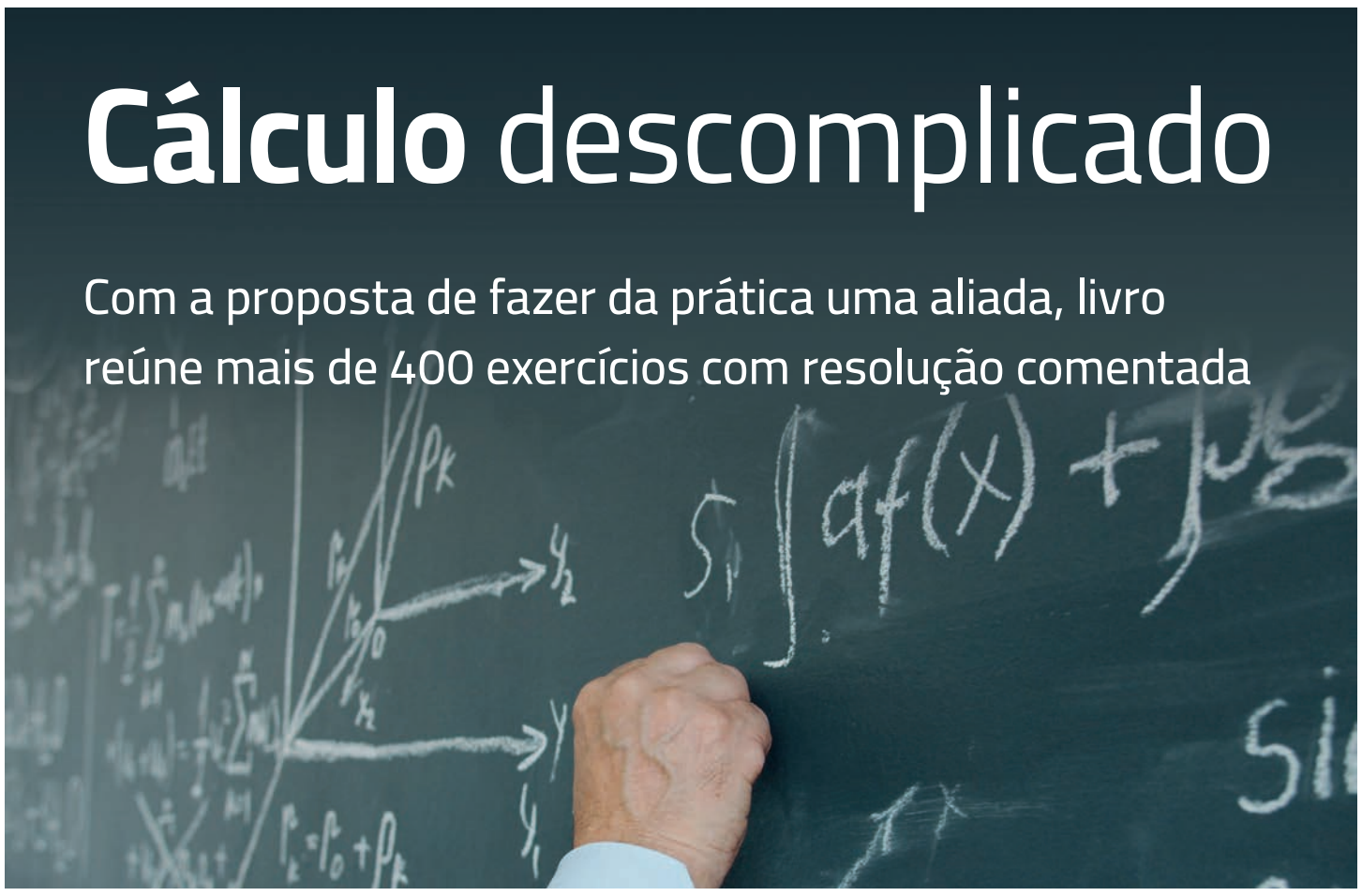
Vontade política e prioridade à função social da habitação são imperativos para resolver o problema. “A gente tem produzido uma cidade para ser vendida e investida, mas não para ser utilizada, e estamos perdendo muito com esta lógica”, analisa a professora. Os municípios, indica, deveriam retomar seu protagonismo na construção de políticas urbanas e habitacionais, que foram sendo terceirizadas e tomadas por interesses da especulação imobiliária. “Precisamos reavivar e reconquistar esse espaço, que é do poder local nas políticas urbanas inclusivas”, aponta.

Foto: Acervo pessoal

Gisela Leonelli, orientadora da tese: "A invisibilidade é fatal e, muitas vezes, proposital"

Cálculo descomplicado

Com a proposta de fazer da prática uma aliada, livro reúne mais de 400 exercícios com resolução comentada



Capítulos temáticos englobam a retomada dos conteúdos do ensino médio, além de conceitos de função, limites, derivadas e integrais

LEO PEREIRA MUNIZ
Especial para o *Jornal da Unicamp*

Pensado para os estudantes das áreas de exatas e tecnológicas, o livro *Cálculo*, escrito por dois ex-alunos da Unicamp, foi elaborado para descomplicar a disciplina, construindo uma base sólida para a sequência dos cursos que envolvem essa área. Reunindo mais de 400 exercícios, acompanhados de suas resoluções comentadas, o livro busca complementar conhecimentos teóricos e fazer da prática uma aliada no processo de estudo.

As questões são formuladas de forma objetiva, organizadas em capítulos temáticos que englobam a retomada dos conteúdos do ensino médio, os conceitos de função, limites, derivadas e integrais e, por fim, uma recapitulação de todos os tópicos trabalhados. As atividades propostas também podem ser ferramentas de auxílio aos docentes em suas aulas.

A obra foi elaborada pela arquiteta e urbanista Bárbara de Holanda Maia Teixeira e pelo físico Edmundo Capelas de Oliveira. Eles decidiram unir a experiência de Teixeira em projetos da Pontifícia Universidade Católica do Chile, voltados para o ensino de matemática e desenho, às atividades de Oliveira, doutor em Ciências e livre-docente em Matemática Aplicada no Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (Imecc) da Unicamp.

Na entrevista a seguir, os autores comentam o processo de elaboração do livro, as temáticas abordadas e sua importância na formação dos estudantes interessados.

Jornal da Unicamp – Quais os critérios para a escolha dos temas e para a elaboração dos exercícios da obra?

Bárbara Teixeira e Edmundo de Oliveira – Optamos por fazer, primeiro, uma revisão do conteúdo normalmente ministrado no ensino médio, com destaque para o conceito de função, pois ele desempenha papel fundamental para a compreensão de três conceitos que, em geral, fazem parte da ementa da disciplina de cálculo: limite, derivada e integral.

***JU – De que forma a opção de contrariar a norma, que seria a ordenação dos exercícios com base em graus de dificuldade, pode ser benéfica ao estudo do leitor em* Cálculo?**

Bárbara Teixeira e Edmundo de Oliveira – Acreditamos que a ordenação dos exercícios com base em graus de dificuldade deve ocorrer em livros nos quais a teoria se faz presente. Em nosso caso, trata-se de um livro de apoio ou complemento a um livro-texto, e, nesse contexto, isso não é importante, pois o estudante que já tem a parte teórica pode recorrer diretamente aos exercícios de seu interesse e encontrar no texto as respectivas resoluções.

JU – Quais suportes teóricos externos vocês sugerem que os estudantes privilegiem em sua rotina de estudos?

Bárbara Teixeira e Edmundo de Oliveira – Uma vez que o texto apresenta somente exercícios resolvidos, não nos preocupamos em apresentar uma bibliografia geral, mencionando apenas aquelas que julgamos necessárias para determinados exercícios, seja por termos extraído delas os enunciados, seja por oferecerem um complemento, com indicação em notas de rodapé. Além disso, a bibliografia para uma disciplina de cálculo é vasta, e optamos por não mencionar uma ou outra específica.

JU – O primeiro capítulo dedica-se à retomada de conteúdos trabalhados ainda nos anos finais do ensino médio. Quais os principais conceitos revisados nesse primeiro momento?

Bárbara Teixeira e Edmundo de Oliveira – Os conceitos revisados acompanham a sequência dos temas, pois, no cálculo de derivadas e de integrais, vários deles são importantes, entre eles: trigonometria (envolvendo os quocientes que definem as linhas trigonométricas), geometria plana (pois a integral definida é interpretada como uma área específica), logaritmos (visto que estão relacionados a gráficos cujos eixos têm medidas de grandeza com amplitudes diferentes, ou seja, uns muito maiores do que os outros); geometria analítica e determinantes (ambos visando à escrita da equação de uma reta). Como já mencionado, devido à importância do conceito de função, esse tema foi deslocado para um capítulo especial, o segundo capítulo. Por fim, uma breve introdução à lógica matemática foi inserida logo no início, pois, infelizmente, esse tema não é abordado no ensino médio.

JU – A proposta volta-se especialmente aos estudantes, mas pode ser usufruída também por docentes em suas aulas. Como vocês sugerem que os professores usem a obra?

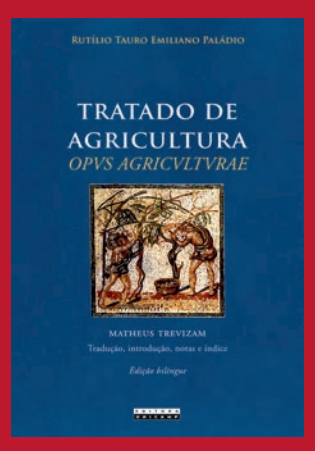
Bárbara Teixeira e Edmundo de Oliveira – Sem dúvida, o texto foi pensado, em primeiro plano, para o estudante, de modo a sedimentar seus conhecimentos a partir de uma leitura atenta. Como sugestão, acreditamos que o texto pode ser utilizado por professores que estejam procurando uma solução alternativa para colaborar com a parte didática de um tema ou de um determinado exercício na exposição de suas aulas.

JU – Como a base bem fundamentada nas disciplinas de cálculo, incentivada pelo livro, pode influenciar no decorrer dos cursos de exatas, tecnológicas, economia e arquitetura?

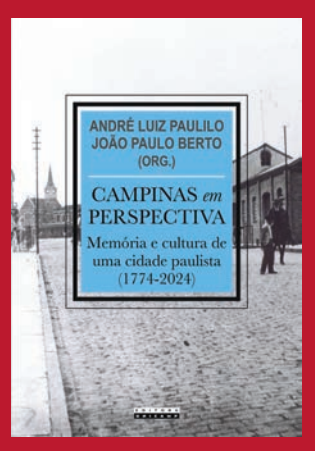
Bárbara Teixeira e Edmundo de Oliveira – Uma base sólida faz toda a diferença, pois, na maioria dos cursos, entre eles os mencionados na pergunta, a disciplina de cálculo é ministrada no primeiro semestre, imediatamente após o ingresso na universidade. Muitas das disciplinas seguintes farão, de uma maneira ou de outra, uso de várias técnicas envolvendo conceitos como os de derivada, compreendida como a inclinação de uma reta e que, dependendo do contexto, tem diferentes interpretações; e de integral definida, compreendida como a área abaixo de uma curva e que, também dependendo do contexto, tem diferentes interpretações. Em vários cursos, a sequência natural dos conteúdos conduz ao estudo das equações diferenciais, e, automaticamente, retomam-se os conceitos de derivada e integral.

Título: Cálculo: exercícios resolvidos para os cursos de exatas e tecnológicas
Autores: Bárbara de Holanda Maia Teixeira e Edmundo Capelas de Oliveira
ISBN: 9788526818309
Edição: 2ª
Ano: 2026
Páginas: 336
Dimensões: 23 x 16 cm

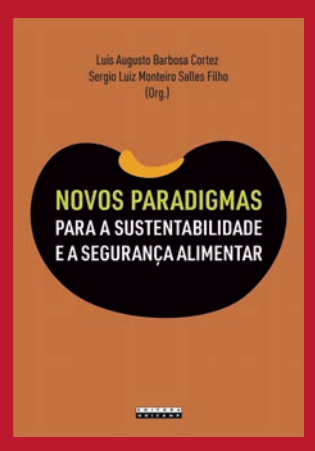
LANÇAMENTOS



TRATADO DE AGRICULTURA
Rutílio Tauro Emiliano Paládio
Páginas: 512
Dimensões: 16 x 23 cm



CAMPINAS EM PERSPECTIVA
André Paulilo e João Paulo Berto (orgs.)
Páginas: 664
Dimensões: 16 x 23 cm



NOVOS PARADIGMAS PARA A SUSTENTABILIDADE E A SEGURANÇA ALIMENTAR
Luís Cortez e Sergio Salles Filho (orgs.)
Páginas: 208
Dimensões: 16 x 23 cm

EDITORA UNICAMP

Livraria da Editora da Unicamp
R. Sérgio Buarque de Holanda, 421
Cidade Universitária Unicamp

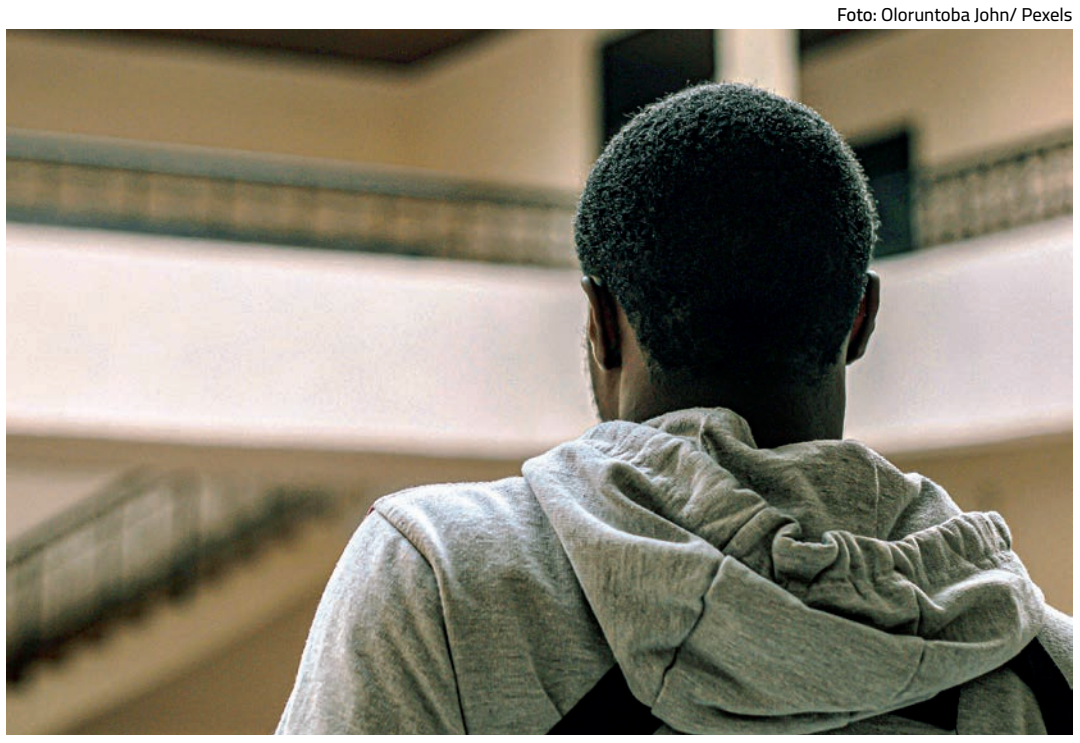
www.editoraunicamp.com.br
vendas@editora.unicamp.br

As **catracas invisíveis dos** estudantes **negros**

Tese reúne mais de 600 depoimentos e aponta a necessidade de fazer da permanência estudantil um dos pilares da universidade pública

LIANA COLL
lianavnc@unicamp.br

Foto: Oloruntoba John/ Pexels



Mais de 600 estudantes de instituições federais de ensino superior (Ifes), das cinco regiões do Brasil, foram ouvidos na pesquisa, todos autodeclarados pretos e pardos

Com o fortalecimento de políticas de ações afirmativas, as portas das universidades públicas no Brasil abriram-se a uma população antes excluída do ensino superior. No entanto, persistem o que a psicóloga Thamiris Daniel descreve como "catracas invisíveis". Em seu doutorado, defendido na Faculdade de Educação (FE) da Unicamp, ela ouviu mais de 600 estudantes de todas as regiões brasileiras, todos autodeclarados pretos e pardos. Os relatos revelam o sofrimento vivenciado por esses jovens no ambiente universitário, cujas causas, para a pesquisadora, estão muito mais associadas a determinantes sociais, históricos e institucionais estruturados pelo racismo do que a problemas individuais. A fim de evitar a discriminação e garantir um espaço mais acolhedor, Daniel aponta a necessidade de que as políticas de apoio à permanência estudantil se tornem um dos pilares da universidade pública.

> ***Eles conseguem, de certa forma, encontrar caminhos nessas redes de afeto para se sustentar, mas não é o caminho ideal. Precisamos de caminhos institucionais e políticos***

Em 2024, o número de estudantes pretos, pardos e indígenas superou o de estudantes brancos ingressantes no ensino superior público, segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). A expansão, impulsionada pela Lei de Cotas de 2012, fez explodir também o número de graduados com esse perfil racial: de 2000 a 2022, o número de indivíduos maiores de 25 anos com ensino superior completo passou de 2,1% para 11,7% entre os pretos e de 2,4% para 12,3% entre os pardos.

A jornada universitária, porém, não ocorre sem dificuldades. Psicóloga da Universidade Federal de Itajubá desde 2014, Thamiris Daniel começou a perceber que muitos estudantes negros traziam angústias semelhantes durante os atendimentos. "Havia questões individuais da história de cada um, mas muitos falavam sobre esse sofrimento, que é político. Eu não conseguia simplesmente falar 'você está com depressão, procure um psiquiatra'. Só conseguiríamos chegar à resposta pensando que existia uma questão na universidade que trazia um sofrimento. Isso começou a me incomodar muito enquanto profissional e enquanto pessoa negra", conta.

Adesão surpreendente

A experiência e as percepções no cotidiano profissional inspiraram o tema de sua pesquisa no doutorado. Na tese, ela se aprofundou na questão do sofrimento e da permanência de graduandos negros nas instituições federais de ensino superior (Ifes). Na primeira etapa da pesquisa, ela encaminhou questionários a todas as 69 Ifes do país, solicitando a participação dos alunos com um determinado perfil (autodeclarados pretos e pardos, com idade entre 18 e 29 anos) . A adesão surpreendeu: foram mais de 800 respostas. Excluindo aquelas que não atendiam aos critérios estipulados, 614 respostas foram validadas. "Percebemos realmente uma necessidade de falar sobre isso. Muitos viram esse espaço como uma oportunidade para falar sobre o sofrimento, sobre essas dores, mas também para fazer a crítica à estrutura", aponta a psicóloga.

Nessa etapa, foram criadas categorias de acordo com as respostas: não pertencimento e exclusão, dificuldades socioeconômicas, dificuldades acadêmicas, racismo e reações de estresse emocional, e sofrimento psíquico. "A categoria de 'não pertencimento e exclusão' foi a que mais apareceu nos relatos, falando sobre esse sentimento deles de não se perceberem parte da universidade." Nessa categoria, as respostas apontavam para o problema da falta de representação entre os pares e entre os docentes.

A segunda questão mais presente foram as dificuldades socioeconômicas, apontando para a falta de condições materiais e muitas vezes para a necessidade de conciliar trabalho e estudo. "Isso faz com que eles se sintam muito mais cansados para viver a graduação de uma forma plena", diz Daniel.

Episódios de preconceito

Já as dificuldades acadêmicas são aquelas relacionadas ao conteúdo ensinado nos cursos. "Isso não tem relação com a dificuldade de aprendizagem ou capacidade intelectual; é a dificuldade com o conteúdo mesmo, e aqui eles fazem muita relação com a escolarização pregressa", explica.

Na categoria racismo, encontram-se os relatos sobre episódios de preconceito. Enquanto todas as outras categorias estão relacionadas ao racismo estrutural e institucional, esta se refere a casos explícitos de violência racial, explica a autora.

Por fim, as reações de estresse emocional e sofrimento psíquico compreendem sintomas psicossomáticos. "Nos relatos de sofrimento entram a ansiedade, a depressão, dor de estômago e outros problemas de saúde que eles identificaram após o ingresso na universidade."

Permanência como pilar

Na segunda etapa da tese, Thamiris Daniel realizou entrevistas em profundidade com cinco graduandos, um de cada região do país. Com a análise dos questionários e das entrevistas, a psicóloga desenvolveu o conceito de "sofrimento político racializado", tomando como ponto de partida a formulação de "sofrimento ético político" da psicóloga Bader Sawaia, segundo a qual há um tipo de sofrimento paralisante causado especificamente por desigualdades e injustiças.

No entanto, após as entrevistas, a autora da tese percebeu que esse sentimento não necessariamente diminui a potência de ação dos indivíduos. "Entendemos que, sim, existe esse sofrimento ético-político. Mas, quando a gente fala disso no caso de pessoas negras, não estamos falando de uma diminuição da potência de agir, mas de um sofrimento que, junto aos seus pares, se traduz em resistência e força de superação", diz, ressaltando a importância das comunidades afetivas.

Para fazer frente ao problema, a pesquisadora defende o fortalecimento das políticas de permanência. "Esses estudantes conseguem, de certa forma, encontrar caminhos nessas redes de afeto para se sustentar, mas não é o caminho ideal. Precisamos encontrar caminhos institucionais e políticos para que esse sofrimento não aconteça."

Dessa forma, argumenta, é necessário incorporar a permanência como um novo pilar junto ao tradicional tripé de atuação da universidade – ensino, pesquisa e extensão. "Aí conseguiríamos trabalhar uma universidade que pense de fato em todas as pessoas, e não que continue promovendo uma 'inclusão perversa'", pontua a psicóloga, utilizando-se de outro termo cunhado por Sawaia, relativo a mecanismos de inclusão que deslocam para o próprio indivíduo o peso de ingressar em uma estrutura desigual.

Para a professora Ângela Soligo, orientadora da tese, estar na universidade é um motivo de alegria, mas, para o estudante negro, o ambiente universitário gera também sofrimento, como demonstrado na tese de Daniel. Por isso, pensar a permanência como pilar, não apenas como política, mas como eixo estruturante da universidade, é fundamental. A tese, acrescenta, mostra que é preciso assegurar aos alunos negros não apenas vagas nos cursos, mas garantias de que "todos, sem exceção, tenham a possibilidade de se desenvolver profissionalmente, com as mesmas oportunidades na pesquisa, na extensão e nas atividades voltadas para o ensino. E, principalmente, que esses estudantes não sejam discriminados no ambiente universitário. Ainda é um grande desafio."

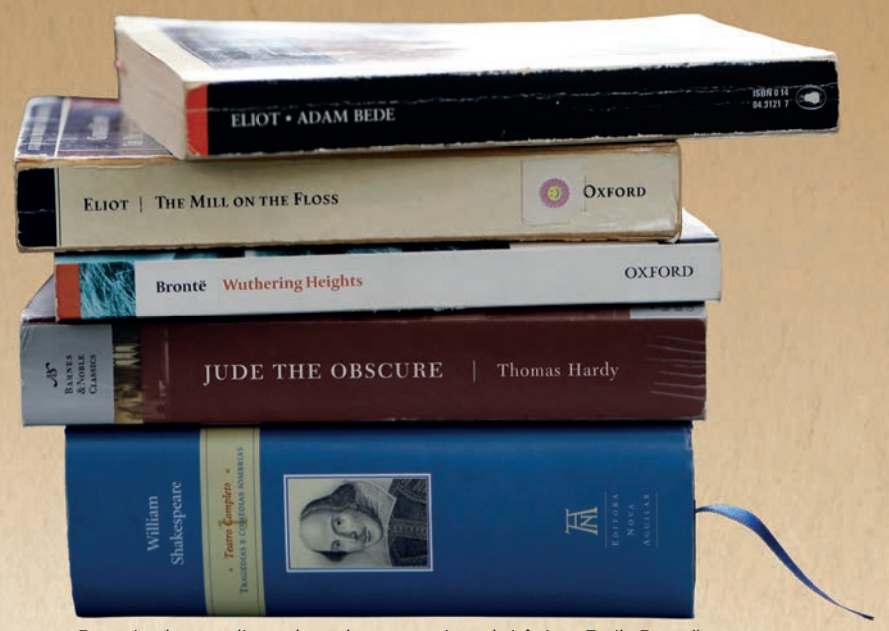
Foto: Antoninho Perri

Foto: Acervo pessoal

A professora Ângela Soligo (à esq.) orientou a tese de Thamiris Daniel, na Faculdade de Educação (FE)

De gênero inferior à **consagração literária**

Quando o romance se consolidava no século 19, críticos ingleses recorriam às obras de Shakespeare e à pintura holandesa para explicar o novo estilo



Pesquisadora analisou obras dos romancistas britânicos Emily Brontë, George Eliot e Thomas Hardy, além de textos de Shakespeare

ADRIANA VILAR DE MENEZES
adrivm@unicamp.br

Tão lidas e comentadas quanto as atuais resenhas das séries de TV e filmes na internet, as críticas literárias publicadas em jornais britânicos do século 19 buscavam estabelecer critérios para avaliar o romance, gênero literário que vinha se consolidando desde o século anterior. Visto inicialmente como uma forma inferior de expressão, o romance não se adequava às normas clássicas da teoria literária. No lugar de feitos heroicos da realeza, as novas histórias narravam o cotidiano de pessoas comuns e abriam espaço para representá-las como personagens trágicas – algo que, previamente, era reservado somente a figuras de posição social elevada. Em busca de parâmetros de análise, os críticos da época se voltaram então para outras formas artísticas, como o teatro de William Shakespeare (1564-1616) e a pintura holandesa seiscentista, conhecida por retratar cenas comuns da vida em estilo realista.

A história desses debates literários foi o objeto da pesquisa de Júlia Mota Silva Costa em sua tese "Entre o trágico e o prosaico: a ideia de fidelidade à natureza em Emily Brontë, George Eliot e Thomas Hardy", desenvolvida no Instituto de Estudos da Linguagem (IEL) da Unicamp. "Eu quis explicar por que a retórica dos críticos foi tão importante para nossa atual relação com o romance, uma forma literária que foi 'canonizada', mas que no seu início não detinha essa reputação. A legitimação foi conquistada gradativamente", afirma a autora.

De acordo com Costa, no Reino Unido do século 19, o cânone clássico da arte vinha perdendo status junto à crítica enquanto a "fidelidade à natureza" adquiria um papel importante. Esses dois fatores permitiram que o romance começasse a conquistar uma autonomia estética, até alcançar o lugar de gênero mais lido e consumido do mundo.

A crítica aos romancistas

Para Jefferson Cano, professor do IEL e orientador da tese, o trabalho de Costa conta a história da literatura a partir de um problema que, nesse caso, era a forma como os críticos elaboravam a narrativa sobre os romances. "Ou seja, você faz a análise da crítica, e não apenas da obra ou do autor propriamente ditos. A originalidade do trabalho foi conseguir fazer esse cruzamento, que não é arbitrário e está historicamente ancorado."

Depois de apresentar panoramas históricos da crítica de romances, da crítica de Shakespeare e da teoria da arte, a pesquisadora analisou as obras de três romancistas britânicos: Emily Brontë (1818-1848), autora de *O morro dos ventos uivantes* (1847), George Eliot (1819-1880), pseudônimo de Mary Ann Evans, que escreveu *Adam Bede* (1859) e *O moinho às margens do Floss* (1860), e Thomas Hardy (1840-1928), autor de *Judas, o obscuro* (1895).

Enquanto a crítica promovia uma disputa entre os sistemas estéticos, romancistas como Brontë, Eliot e Hardy exploravam a complexidade de pessoas comuns, enquadrando-as em situações trágicas. "Esses romancistas foram muito importantes para romper com certas normas literárias que limitavam muito do que se considerava apropriado fazer na literatura, num processo que vai culminar nas experimentações modernistas do começo do século 20, como *Ulisses*, de James Joyce, e *Mrs. Dalloway*, de Virgínia Woolf", conclui Costa.

A maior parte das resenhas literárias, publicadas na imprensa britânica ao longo do século 19, foi acessada remotamente por Costa no acervo de documentos históricos da Biblioteca Britânica, em Londres. "Elas atestam como esses livros foram lidos e avaliados", destaca Costa, que analisou a ideia de fidelidade à natureza tanto na crítica como nos romances.

Fotos: Antonio Scarpinetti

A autora da tese, Júlia Costa, e o orientador, Jefferson Cano: resenhas literárias britânicas, publicadas no século 19, criticavam o gênero romance

Foto: John Everett Millais/ Wikimedia Commons

Ophelia (1851), de John Everett Millais, é a representação de uma cena literária de Shakespeare, no instante em que a personagem da peça *Hamlet* morre: para os críticos, a figura era "vulgar" e parecia uma "leiteira"

Fidelidade à natureza

"Quando falo em fidelidade à natureza, no título da tese, não quero dizer natureza como meio ambiente. Falo no sentido estético, em que o termo se refere à totalidade da realidade, incluindo o comportamento humano", acrescenta a autora. Até o século 18, segundo ela, predominava o sistema estético clássico, "uma certa forma de avaliar a arte", incluindo a literatura. "Era uma herança da Antiguidade, da redescoberta da poética de Aristóteles, que via na tragédia e na comédia formas de imitação da natureza." Nesse sistema, o papel do artista era representar o mundo de uma forma idealizada e aperfeiçoada.

Na Inglaterra, Shakespeare teve um papel importante em romper com esse padrão, pois o dramaturgo não se adequava a essas normas. Gradualmente, a partir de um novo sentido estético de natureza, mais abrangente que o clássico, Shakespeare foi elevado ao status de poeta da natureza. Críticos argumentavam que ele era fiel à natureza por representar as coisas como elas eram – misturando o cômico e o trágico, o rico e o pobre, a tristeza e a alegria, por exemplo.

"A crítica britânica precisou conceber outro sistema estético para acomodar Shakespeare, um sistema que viria a ser chamado posteriormente de romântico", destaca Costa. "Shakespeare ajudou a ampliar as possibilidades de representação literária, mas ainda não se preocupava com o cotidiano, como começou a acontecer mais tarde no romance."

Caminho pavimentado

Os argumentos retóricos que elevaram Shakespeare à posição de maior poeta da nação ao longo do século 18 foram apropriados pelos críticos de romances no século 19. "Postulei na tese que os valores estéticos legitimados na recepção de Shakespeare de certa forma pavimentaram o caminho para a recepção positiva do romance", explica Costa.

Assim como existia um discurso literário influenciado pela herança clássica, predominava uma teoria da arte que era partidária dos mesmos ideais, tendo se consolidado sobretudo no Renascimento. "Rafael e Michelangelo, por exemplo, com suas pinturas e esculturas de figuras idealizadas e de temas elevados, obedeciam às normas de harmonia, simetria e proporção", exemplifica a pesquisadora.

Por outro lado, os pintores holandeses, entre eles Johannes Vermeer e Rembrandt van Rijn, já no século 17, pintavam cenas de gênero, retratando o cotidiano de um modo realista. Por não respeitarem os ideais renascentistas, suas obras eram consideradas um tipo de pintura inferior.

Pessoas comuns

O que essas formas artísticas tinham em comum era o protagonismo dado a elementos prosaicos. "Eram pessoas comuns que apareciam nas telas, muitas vezes em espaços domésticos, como uma cozinha", descreve. Nos romances, por exemplo, entre os protagonistas dos livros analisados por Costa há um carpinteiro, a filha de um moleiro, um aprendiz de pedreiro, pequenos fazendeiros e um forasteiro sem lugar social bem definido.

Para Costa, enquanto as comparações entre romances e Shakespeare eram positivas – na medida em que o dramaturgo já se tornara, no século 19, um modelo de excelência indiscutível –, as analogias com os pintores holandeses eram mais ambíguas. "Havia essa persistência da ideia de que [a pintura] podia até ser boa, mas não tanto quanto outras formas mais elevadas de arte. Quando o argumento sobre um romance era negativo, os críticos tendiam a comparar à pintura holandesa."