

PesquisABC

n°35

Setembro de 2023

Informativo de Pesquisa Científica da
Universidade Federal do ABC

**Ciência feita por
elas: edição dedicada
especialmente a
trabalhos científicos
conduzidos por
pesquisadoras
da UFABC.**



UFABC participa de um dos maiores experimentos de física de partículas atuais: o DUNE

Morangos frescos por mais tempo: revestimentos comestíveis podem auxiliar na conservação desses frutos

Ciência cidadã proporcionando a educação científica em escolas

O PesquisABC é um informativo de divulgação científica, de periodicidade quadrimestral, editado pela Universidade Federal do ABC. Seu principal objetivo é divulgar pesquisas realizadas na UFABC, de todas as áreas do conhecimento, em linguagem acessível a toda a comunidade universitária. Destina-se, também, a publicar oportunidades de participação em projetos científicos e a estimular parcerias e colaborações produtivas. Seu Conselho Editorial é composto por docentes dos três Centros da Universidade, além da Pró-Reitoria de Pesquisa e da Assessoria de Comunicação e Imprensa. Sugestões de pauta podem ser enviadas para: pesquisabc@ufabc.edu.br.

Conselho Editorial

Wagner Alves Carvalho (ProPes)
Mariella Mian (ACI)
Annibal Hetem Júnior (CECS)
Nazar Arakelian (CMCC)
Wendel Andrade Alves (CCNH)
Vanessa Carmo (PROEC)

Edição, Revisão e Editoração

Assessoria de Comunicação e Imprensa

Alessandra de Castilho
Camila Binhardi Natal
Denilson Oliveira
Edna Atsué Watanabe
Felipe Fernandes Lessa
Isabel B. L. Franca
Robson Mioto
Sílvia Carla Rodrigues
Vanessa Ferreira

Pró-Reitoria de Pesquisa

Alessandra Batista
Marcelo Medina

 facebook.com/ufabc

 [@ufabc](https://instagram.com/ufabc)

 linkedin.com/school/ufabc

 twitter.com/ufabc

 youtube.com/user/ufabcvideos

Sumário

6 Contribuições da ciência básica da UFABC para o monitoramento do SARS-CoV-2 na comunidade universitária

10 Spintrônica em perovskitas híbridas bidimensionais: o encontro da eletrônica com o magnetismo

15 Morangos frescos por mais tempo: experimento científico mostra como revestimentos comestíveis podem auxiliar na conservação desses frutos

20 Ciência cidadã proporcionando a educação científica em escolas

25 Controle na Engenharia: aplicativo auxilia no ensino de sistemas de controle

30 Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem para cursos de engenharia: do estudante para o estudante

35 Interação células e biomateriais na perspectiva da engenharia de tecidos

40 Movimentação animal: combinando memória espacial e dinâmica populacional

45 Nanocobre obtido por óleos essenciais e suas aplicações biomédicas

50 Per(cursos) de pesquisadoras na formação docente: possibilidades e desafios para a transformação institucional em educação e tecnologias

56 Zoonosis DataBase (ZDB): um banco de dados para gerenciamento, análise e conscientização sobre zoonoses no Brasil

61 UFABC participa de um dos maiores experimentos de física de partículas atuais: o DUNE



Editorial

Estimadas leitoras e estimados leitores,

Esta é uma edição especial do Informativo PesquisABC,

pois dedicada especialmente a trabalhos científicos conduzidos por pesquisadoras da UFABC. Nesta edição, encontraremos artigos com diferentes objetos de estudo científico e diferentes métodos e formas de interação e inserção nas ciências, demonstrando cabalmente a importância do que as pesquisadoras da UFABC realizam em seu cotidiano de trabalho. São realizações múltiplas a partir da dedicação dessas pesquisadoras à produção e à circulação do conhecimento científico, e aprofundadas nas parcerias que articulam e lideram e nos resultados que suas pesquisas produzem para ampliar a importância de nossa instituição na sociedade brasileira. Ademais, nesta edição, temos artigos de docentes e pesquisadoras vinculadas aos três Centros interdisciplinares que caracterizam a estrutura da UFABC.

A publicação deste Informativo PesquisABC se une a outras tantas iniciativas de incentivo e homenagem à ciência brasileira, como o já reconhecido 8 de julho, marcado pelo “Dia da Ciência” e o “Dia Nacional do Pesquisador Científico”.

Esta publicação é uma das formas que busca destacar a importância das ciências para o desenvolvimento sustentável do país e para o cotidiano das pessoas, e também para valorizar todas e todos que atuam nos vários campos do conhecimento científico.

Estas comemorações, mais do que necessárias diante do que se impôs ao

país em tempos tão recentes, em que os resultados e o método científicos foram questionados e negados por figuras públicas – e mesmo por parcela da sociedade –, são também oportunidade para jogar luz sobre as desigualdades de gênero nas ciências e no ensino superior, que provocam assimetrias estruturais importantes no campo científico.

As pesquisadoras ainda são minoritárias nas ciências, com participação inferior a 30% no total de pesquisadores nos países do mundo. Esta participação varia muito de acordo com a área do conhecimento: nas ciências da vida e da saúde, por exemplo, as mulheres são a maioria dos pesquisadores (mais de 60%), enquanto nas ciências da computação e na matemática elas representam menos de 25%. Ainda que estes percentuais sejam mais elevados no Brasil, considerando pesquisadoras já formadas e nos programas de pós-graduação, a participação relativa é menor quando consideramos a ocupação dos cargos de chefia e de liderança nos ambientes acadêmicos e de pesquisa.

São estatísticas conhecidas, que, evidentemente, possuem dinâmica, nuances e manifestações que variam ao longo do tempo e dos contextos das sociedades, porém, elas constituem a métrica das condições que as pesquisadoras enfrentam e têm de transformar para o desenvolvimento de suas trajetórias e de suas contribuições científicas.

Desse modo, sem entrar nas especificidades ainda pouco refletidas nas estatísticas correspondentes à condição

das mulheres nos vários estágios da carreira científica – da formação na graduação à pós-graduação, passando pela efetivação e progressão na carreira docente e em grupos de pesquisa, e também à frente de postos de liderança nas instituições e na comunidade científica, ou se deparando com os desafios inerentes à maternidade –, ou mesmo sem detalhar as muitas dificuldades para se ter dados mais bem organizados e constantes sobre gênero (e mesmo raça) na produção de conhecimento científico, o fato é que a representatividade e a diversidade de gênero nos espaços científicos e acadêmicos, com mais pesquisadoras, ainda carecem de mais políticas para efetiva ampliação e perenidade.

As iniciativas públicas, de governos e instituições, são cruciais para visibilizar e lidar com tais desigualdades e assimetrias: é a adoção de medidas efetivas no campo da materialidade e da subjetividade da atuação das docentes e das pesquisadoras, em todo o país, que transformará e incentivará um ambiente institucional mais diverso, representativo e igualitário.

Não se trata só de mérito ou de disciplina de cada uma de nós, deve ser necessariamente um desdobramento concreto de políticas de combate às desigualdades e de mudanças no ambiente institucional, com ações que estimulem a permanência das mulheres nas atividades acadêmicas e de pesquisa científica e com acesso a investimentos para estudos e pesquisas – enfim, incentivos que permitam às mulheres contribuírem, de forma sustentável, com a excelência da pesquisa científica no Brasil. Todavia, também são cruciais ações e a produção de referências que permitam superar as barreiras que as mulheres enfrentam nos espaços acadêmicos, com mais mulheres em cargos e nos espaços de decisão, por exemplo, e com um tratamento

institucional mais empático e mais receptivo às trajetórias e às condições advindas de nossos papéis sociais.

Por isto, a importância de uma iniciativa como esta, do Informativo PesquisABC, que deve se inserir em uma estrutura de incentivos para dar visibilidade às questões de gênero, afinal, a diversidade e a representatividade não são apenas uma resposta a uma estrutura social desigual, representam elemento estruturante das inovações científicas, como têm afirmado os resultados de vários trabalhos investigativos sobre a temática. Na UFABC, iniciativas como esta se inserem, necessariamente, em um conjunto de incentivos a investigações de ponta, com forte caráter interdisciplinar; no fortalecimento da pesquisa, com a atração e o apoio a pesquisadoras e pesquisadores; na manutenção de infraestrutura sólida para pesquisa, inovação e internacionalização, e na ampliação das oportunidades de financiamento e de parcerias advindas do novo marco legal da Ciência, Tecnologia e Inovação.

Para finalizar, é preciso dizer mais uma vez, que vivenciamos com entusiasmo e orgulho a publicação desta nova edição do PesquisABC dedicada a trabalhos de pesquisadoras da UFABC. Obrigada, então, às pesquisadoras que elaboraram os artigos deste Informativo PesquisABC e que tornaram possível esta edição tão significativa em seu alcance. E obrigada a todas as pesquisadoras da UFABC que, sistematicamente, reafirmam todos os dias a diversidade de gênero como elemento estruturante da ciência, tecnologia e inovação, e que se dedicam a produzir resultados transformadores para toda a sociedade brasileira.

Boa leitura a todas e a todos!

Professora Mônica Schröder
vice-reitora da UFABC



Contribuições da ciência básica da UFABC para o monitoramento do SARS-CoV-2 na comunidade universitária

Em março de 2020, a doença infecciosa do século oficialmente atingiu o Brasil. Era o momento de enfrentar uma das maiores crises sanitárias e humanitárias de nosso tempo: a pandemia de COVID-19, causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2). Como pesquisadora da UFABC na área de biologia molecular de microrganismos patogênicos, fui convidada a participar da reunião que discutiu as ações imediatas da Universidade diante da pandemia. Posteriormente, integrei o Comitê de Ações da Gestão contra a COVID-19 da UFABC e, sequencialmente, coordenei a equipe científica de monitoramento do SARS-CoV-2 na comunidade da UFABC, no período de maio de 2021 a dezembro de 2022, no laboratório de agentes patogênicos do campus de São Bernardo do Campo.

Essa ação contou com a participação de alunos de pós-graduação e servidores de diferentes setores da Universidade. Neste artigo, apresentarei os caminhos e as experiências que possibilitaram o desenvolvimento das ferramentas para a realização deste trabalho.

A gravidade da crise sanitária mobilizou toda a sociedade, incluindo instituições governamentais e não governamentais. Em abril de 2020, a UFABC recebeu financiamento do Ministério da Educação, intermediado pelas Pró-Reitorias de Pesquisa e de Pós-Graduação da Universidade, para desenvolver projetos e ações na linha

de frente do combate à COVID-19, em colaboração com a Faculdade de Medicina do ABC (FMABC).

O projeto aqui apresentado foi realizado no laboratório de análises clínicas da FMABC, coordenado pelo então vice-reitor da instituição, Fernando Luiz Affonso da Fonseca, que, naquele momento, havia acabado de receber autorização do Instituto Adolfo Lutz para realizar o diagnóstico de SARS-CoV-2 em pacientes da região do Grande ABC. A UFABC contribuiu fornecendo insumos para a criação de 7.000 testes por transcrição reversa e reação em cadeia da polimerase (RT-PCR), em tempo real. Além disso, a UFABC também viabilizou o envolvimento de três bolsistas de pós-graduação para auxiliar na realização dos testes durante um período de três meses.

Os requisitos para a realização do teste de SARS-CoV-2 são muito específicos e estavam disponíveis em poucos laboratórios de análises clínicas. Esses laboratórios possuem estruturas e normas rígidas para a coleta, transporte e manipulação de amostras humanas. A coleta das amostras de secreções nasofaríngeas e aspirados pulmonares de pessoas com suspeita de infecção era feita por profissionais de saúde, devidamente paramentados. Essas amostras tinham que ser transportadas até o laboratório em condições seguras, a fim de evitar a contaminação dos profissionais que realizavam o transporte.

Ao chegar no laboratório, as amostras eram encaminhadas diretamente para a sala de manipulação do laboratório de análises clínicas da FMABC. Nesse local, os laboratoristas utilizavam macacões cirúrgicos e toda a paramentação necessária, semelhante à utilizada por profissionais de saúde. O laboratório estava equipado com uma cabine de fluxo laminar adequada para a manipulação das amostras recebidas, desde a extração do material genético do vírus, o ácido ribonucleico (RNA), para utilização no laboratório de biologia molecular. No entanto, o alto custo dos reagentes, equipamentos de segurança e infraestrutura laboratorial, juntamente com a necessidade de profissionais especializados, inviabilizaram o diagnóstico em massa do SARS-CoV-2 durante esse período. O custo de um teste de SARS-CoV-2 era de aproximadamente 80,00 reais, e havia escassez de insumos e equipamentos de segurança no mercado.

Em alguns momentos, foram utilizados conhecimentos básicos em biologia molecular para a preparação de soluções no laboratório da UFABC para a extração de RNA. As lições aprendidas e a experiência adquirida nesse período foram o impulso para a busca por alternativas que possibilitassem o diagnóstico de SARS-CoV-2 em laboratórios de biologia molecular com biossegurança básica de pesquisa e análises clínicas (nível 2). A intenção era viabilizar o diagnóstico em massa e com custos reduzidos.

O primeiro desafio para simplificar o diagnóstico de SARS-CoV-2 era obter uma amostra biológica que pudesse ser coletada de forma menos invasiva, como a saliva, que é uma das fontes de transmissão do vírus. Até aquele momento, as pesquisas de diagnóstico do vírus na saliva haviam sido realizadas com sucesso, mas em quantidades líquidas, de até dois mililitros, representando alto risco de disseminação do vírus. Isso ocorria devido à necessidade de uma maior quantidade de saliva em comparação com as secreções nasofaríngeas.

Outra alternativa consistia em coletar a amostra de saliva em um material absorvente.

Como os swabs nasais podem ser feitos de algodão, testamos bolinhas de algodão de 0,5 cm de diâmetro, o mesmo diâmetro dos tubos de coleta de sangue. A extração dos ácidos nucleicos era realizada com kits de alto custo. Portanto, optamos por utilizar um reagente básico (tipo Trizol), preparado no laboratório a partir de seus componentes. Os resultados mostraram que o algodão era um bom veículo para amostras biológicas em testes de RT-PCR convencional para SARS-CoV-2, usando RNA extraído com solução tipo Trizol, a partir da secreção nasofaríngea congelada de pacientes positivos.

Co financiamento da UFABC, realizamos um estudo piloto envolvendo as pessoas que estavam trabalhando presencialmente na UFABC em outubro de 2020 (350 pessoas, sendo a maioria trabalhadores terceirizados). Investigamos a prevalência de anticorpos contra SARS-CoV-2 com kits comerciais, a partir de uma gota de sangue coletada do dedo (Figura 1). Ao mesmo tempo, solicitamos aos participantes uma amostra de saliva em algodão. Os resultados obtidos confirmaram a detecção de SARS-CoV-2 por RT-PCR convencional e por tempo real. As etapas subsequentes tinham como objetivo verificar se a amostra coletada em algodão se preservava em temperatura ambiente, sem aditivos e, também, buscar adaptar o método para auto coleta e garantir o transporte seguro.

Dessa forma, desenvolvemos o primeiro kit de auto coleta de saliva (Figura 2), preparado em um envelope de correio simples contendo etiqueta com instruções para a coleta, um envelope de lacre com etiqueta para preencher



Figura 1. Teste sorológico de SARS-CoV2 e estudo piloto de coleta de saliva
Fonte: acervo da autora

as informações do indivíduo, um par de luvas plásticas para que a pessoa pudesse manipular a bolinha de algodão e levá-la à boca, a bolinha de algodão autoclavada em um saquinho para alimentos, e um tubo de coleta de sangue a vácuo sem aditivos para acondicionar o algodão com a saliva. Para evitar a contaminação durante o transporte, utilizamos lenços embebidos em álcool a 70% (utilizados no setor de alimentos) para envolver o tubo, garantindo sua proteção. A validação do teste foi realizada em um experimento conduzido na FMABC, comparando o método que desenvolvemos com o teste realizado pelo laboratório de análises clínicas da FMABC (Oliveira et al., 2022).

Tudo estava pronto para iniciar o monitoramento de SARS-CoV-2 na comunidade UFABC utilizando o kit produzido diretamente dentro da Universidade. Inicialmente, os testes eram disponibilizados semanalmente para todas as pessoas em atividade presencial na UFABC. Conforme as atividades presenciais foram sendo retomadas, a testagem dos discentes da graduação e pós-graduação foi realizada por amostragem, enquanto que a testagem dos servidores e trabalhadores terceirizados foi mantida em sua totalidade. O kit de diagnóstico passou por atualizações, incluindo questionários específicos por categoria, com a colaboração da equipe de comunicação da UFABC (Figuras 3 e 4). Também implementamos o uso de cotonetes de segurança com 0,5 cm de diâmetro. No total, foram realizados 51.000

testes, com infraestrutura e consumíveis financiados pela UFABC, e conduzidos por estudantes de pós-graduação. O custo de cada teste variou entre 20 e 30 reais.

Para que os testes fossem bem-sucedidos, a participação da Prefeitura Universitária foi fundamental. Eles disponibilizaram motoristas e veículos para o transporte e reposição dos kits, além de servidores técnico-administrativos que ajudaram na divulgação dos resultados. Inicialmente, esses resultados eram disponibilizados por meio do COVIDATA, uma ferramenta digital desenvolvida sob coordenação da Dra. Fernanda Nascimento Almeida. Posteriormente, os testes positivos passaram a ser comunicados por uma equipe de servidores da Pró-Reitoria de Ações Afirmativas (PROAP), com a implementação de um método de comunicação via WhatsApp coordenado pela servidora Maira Andretta, pós-graduanda em Biosistemas.

O método de coleta de saliva também se mostrou viável para testes de SARS-CoV-2 em crianças, idosos e pessoas acamadas. Foram realizados testes em familiares da comunidade UFABC. Neste ano de 2023, estamos conduzindo o sequenciamento de segmentos de SARS-CoV-2 a partir das amostras positivas coletadas durante o monitoramento, para fins de estudos epidemiológicos.

Paralelamente, as avaliações do vírus no ar, iniciadas pelo servidor e pós-graduando em Biosistemas, Diego Marin Fermino, estão sendo ampliadas com o uso de insetos e plantas como sentinelas. A saliva coletada



Figura 2. Primeiro teste de coleta de saliva disponível para uso. Fonte: acervo da autora

Kit para coleta de saliva para o diagnóstico de SARS-CoV-2 por RT-PCR
Servidores (Docente, TA, Estagiário)

Envolpe tipo lacre etiquetado para identificação
 Saquinho com algodão em haste
 Tubo para coleta
 Sachê contendo lenço embebido com álcool a 70%

1. Encontre um local isolado e limpo;
2. Tenha uma caneta e uma tesoura para abrir o kit de coleta;
3. Higienize o local com álcool gel;
4. Lave as mãos com sabão e acomode-se confortavelmente;
5. Abra o envelope contendo o kit, com a tesoura;
6. Preencha as informações solicitadas no envelope tipo lacre;
7. Abra o frasco de coleta e apoie a tampa com a parte externa;
8. Abra o saquinho contendo o algodão em haste, segure a haste e coloque o algodão na boca até que fique cheio de saliva;
9. Retire o algodão da boca seguro pela haste e coloque no frasco de coleta;
10. Tampe o frasco com a tampa;
11. Abra o sachê com lenço umedecido e enrole o frasco contendo o algodão com saliva;
12. Coloque o frasco enrolado no envelope etiquetado e feche o lacre;
13. Agora é só colocar o envelope no local e recipiente indicado.

O descarte dos materiais utilizados deve ser feito em lixo do banheiro mais próximo, ou como indicado nos locais de distribuição do kit.
 Mais informações nos locais de distribuição dos kits e na página da UFABC

UFABC () Residência () Outros locais
 Espaço reservado ao laboratório
 Semana: _____ Nº. Amostra: _____

Data da Coleta: ____/____/____ Horário: _____
 Campus () SBC () SA. Bloco: _____ Sala/Lab: _____
 () TA () Docente () Estagiário SIAPE: _____
 Nome completo: _____
 Cel. () _____
 E-mail institucional: _____@ufabc.edu.br
 CPF: _____ RG: _____
 Data Nascimento: ____/____/____ CEP: _____
 Município: _____
 Área (Centro, Pó-Grad., Nícton, Assessoria, etc): _____
 Setor (divisão, seção, etc.): _____
 Chefia Imediata: _____
 Na semana, realizou atendimento/aula presencial? () Sim () Não
 Se sim, informe local (s): _____
 Foi vacinado? () Sim () Não. A última dose foi: () 1ª () 2ª () 3ª () 4ª Data: _____
 Nessa semana, apresentou algum sintoma relacionado a Covid-19? () Sim () Não. Qual? () Febre () Diarreia () Coriza () Dor Cabeça () Perda cheiro e/ou gosto () Falta de ar () outro _____
 Nessa semana, teve contato com alguém que testou positivo para SARS-CoV-2? () Sim () Não. Se Sim, onde? () UFABC () Residência () Outros locais
 Espaço reservado ao laboratório
 Semana: _____ Nº. Amostra: _____

Figura 3. Kits de coleta de saliva por categoria. Servidores e terceirizados. Fonte: acervo da autora

Kit para coleta de saliva para o diagnóstico de SARS-CoV-2 por RT-PCR
Discentes - Graduação

Envolpe tipo lacre etiquetado para identificação
 Saquinho com algodão em haste
 Tubo para coleta
 Sachê contendo lenço embebido com álcool a 70%

1. Encontre um local isolado e limpo;
2. Tenha uma caneta e uma tesoura para abrir o kit de coleta;
3. Higienize o local com álcool gel;
4. Lave as mãos com sabão e acomode-se confortavelmente;
5. Abra o envelope contendo o kit, com a tesoura;
6. Preencha as informações solicitadas no envelope tipo lacre;
7. Abra o frasco de coleta e apoie a tampa com a parte externa;
8. Abra o saquinho contendo o algodão em haste, segure a haste e coloque o algodão na boca até que fique cheio de saliva;
9. Retire o algodão da boca seguro pela haste e coloque no frasco de coleta;
10. Tampe o frasco com a tampa;
11. Abra o sachê com lenço umedecido e enrole o frasco contendo o algodão com saliva;
12. Coloque o frasco enrolado no envelope etiquetado e feche o lacre;
13. Agora é só colocar o envelope no local e recipiente indicado.

O descarte dos materiais utilizados deve ser feito em lixo do banheiro mais próximo, ou como indicado nos locais de distribuição do kit.
 Mais informações nos locais de distribuição dos kits e na página da UFABC

UFABC () Residência () Outros locais
 Espaço reservado ao laboratório
 Semana: _____ Nº. Amostra: _____

Data da Coleta: ____/____/____ Horário: _____
 Campus () SBC () SA. Curso: _____
 Nome completo: _____
 Data Nascimento: ____/____/____
 RA: _____ CPF: _____
 RG: _____ Cel. () _____
 E-mail institucional: _____
 CEP: _____ Município: _____
 Atividades da Semana: Campus () SBC () SA
 Disciplinas: _____
 Salas de aula: _____
 Laboratórios: _____
 Foi vacinado? () Sim () Não. A última dose foi: () 1ª () 2ª () 3ª () 4ª Data: _____
 Nessa semana, apresentou algum sintoma relacionado a Covid-19? () Sim () Não. Qual? () Febre () Diarreia () Dor Cabeça () Coriza () Perda cheiro e/ou gosto () Falta de ar () outro _____
 Nessa semana, teve contato com alguém que testou positivo para SARS-CoV-2? () Sim () Não. Se Sim, onde? () UFABC () Residência () Outros locais
 Espaço reservado ao laboratório
 Semana: _____ Nº. Amostra: _____

Kit para coleta de saliva para o diagnóstico de SARS-CoV-2 por RT-PCR
IC Pós-Grad. Pós Doc. PC

Envolpe tipo lacre etiquetado para identificação
 Saquinho com algodão em haste
 Tubo para coleta
 Sachê contendo lenço embebido com álcool a 70%

1. Encontre um local isolado e limpo;
2. Tenha uma caneta e uma tesoura para abrir o kit de coleta;
3. Higienize o local com álcool gel;
4. Lave as mãos com sabão e acomode-se confortavelmente;
5. Abra o envelope contendo o kit, com a tesoura;
6. Preencha as informações solicitadas no envelope tipo lacre;
7. Abra o frasco de coleta e apoie a tampa com a parte externa;
8. Abra o saquinho contendo o algodão em haste, segure a haste e coloque o algodão na boca até que fique cheio de saliva;
9. Retire o algodão da boca seguro pela haste e coloque no frasco de coleta;
10. Tampe o frasco com a tampa;
11. Abra o sachê com lenço umedecido e enrole o frasco contendo o algodão com saliva;
12. Coloque o frasco enrolado no envelope etiquetado e feche o lacre;
13. Agora é só colocar o envelope no local e recipiente indicado.

O descarte dos materiais utilizados deve ser feito em lixo do banheiro mais próximo, ou como indicado nos locais de distribuição do kit.
 Mais informações nos locais de distribuição dos kits e na página da UFABC

UFABC () Residência () Outros locais
 Espaço reservado ao laboratório
 Semana: _____ Nº. Amostra: _____

Data da Coleta: ____/____/____ Horário: _____
 Campus () SBC () SA. Bloco: _____ Sala/Lab: _____
 Centro () CCNH () CECS () CMCC. RA: _____
 Nome completo: _____
 Cel. () _____
 CPF: _____ RG: _____
 E-mail institucional: _____
 Data Nascimento: ____/____/____ CEP: _____
 Município: _____
 () IC () Pós-Grad. () Pós-doc () PC () Outros
 Orientador/Supervisor: _____
 Foi vacinado? () Sim () Não. A última dose foi: () 1ª () 2ª () 3ª () 4ª Data: _____
 Nessa semana, apresentou algum sintoma relacionado a Covid-19? () Sim () Não. Qual? () Febre () Diarreia () Dor Cabeça () Coriza () Perda cheiro e/ou gosto () Falta de ar () outro _____
 Nessa semana, teve contato com alguém que testou positivo para SARS-CoV-2? () Sim () Não. Se Sim, onde? () UFABC () Residência () Outros locais
 Espaço reservado ao laboratório
 Semana: _____ Nº. Amostra: _____

Figura 4. Kits de coleta de saliva por categoria. Discentes e pesquisadores. Fonte: acervo da autora

em algodão também está sendo testada para a detecção de outras doenças infecciosas por meio da detecção de ácidos nucleicos e anticorpos. As ferramentas desenvolvidas durante esse período de crise sanitária permitem discutir a inclusão do laboratório de agentes patogênicos da UFABC na vigilância epidemiológica de doenças infecciosas na população da região do ABC. Esse papel também pode ser adotado por outros laboratórios de ensino e pesquisa, contribuindo para a segurança sanitária, tanto regional quanto amplamente.

Gostaria de expressar minha gratidão a todos que participaram direta e indiretamente deste estudo, com destaque para a equipe de pós-graduandos e graduandos do laboratório de Agentes Patogênicos da UFABC, aos estagiários bolsistas e voluntários, à Dra. Aline D. Cabral e à Dra. Andreia M. S. Carmo. Agradeço também à então prefeita universitária, Simone A. Pellizon, à Mariella Mian, e aos Professores Doutores Vitor Marchetti, Mônica Schröder, Dácio Matheus,

Wagner Carvalho e Rodrigo Cunha, pelo apoio e confiança.

Minha gratidão se estende a toda comunidade UFABC.

Referências

Oliveira, L. P. R., et al. Alternative SARS-CoV-2 detection protocol from self-collected saliva for mass diagnosis and epidemiological studies in low-income regions. *J Virol Methods*, 2022. 300: p. 114382.

Medeiros da Silva, R. C., et al. Saliva as a possible tool for SARS-CoV-2 detection: A review. *Travel Med Infect Dis*, 2020. 38: p. 101920.

Wang, R., et al. Confronting the threat of SARS-CoV-2: Realities, challenges, and therapeutic strategies (Review). *Exp Ther Med*, 2021. 21(2): p. 155.

Autora

Márcia Aparecida Sperança

Professora Doutora vinculada ao Centro de Ciências Naturais e Humanas (CCNH) da Universidade Federal do ABC
 marcia.speranca@ufabc.edu.br



Spintrônica em perovskitas híbridas bidimensionais: o encontro da eletrônica com o magnetismo

A spintrônica é uma área inovadora que une semicondutores e magnetismo para o armazenamento e processamento de informações, aproveitando o spin do elétron como um novo grau de liberdade para dispositivos eletrônicos. Materiais bidimensionais (2D), como as perovskitas híbridas, têm sido alvo de intensas pesquisas devido às suas propriedades optoeletrônicas aprimoradas por efeitos de confinamento quântico. Nossas pesquisas nesse campo têm concentrado esforços na indução de magnetização nesses semicondutores 2D por meio de duas estratégias complementares:

- (i) dopagem com íons magnéticos e
- (ii) indução de magnetismo em íons não magnéticos.

Dispositivos eletrônicos convencionais baseiam-se principalmente no transporte de elétrons - a eletrônica. No entanto, ao considerar o estado de spin do elétron, surge um grau de liberdade adicional que pode aprimorar a funcionalidade e o desempenho dos dispositivos - a spintrônica. A spintrônica utiliza o spin do elétron e sua órbita ao redor do núcleo (momento magnético de spin e orbital) como um novo parâmetro para o processamento e armazenamento de informações em dispositivos magnéticos e eletrônicos de estado sólido.

Um conceito fundamental dos dispositivos spintrônicos é representado na Figura 1, mostrando a influência dos graus de liberdade de spin e carga do elétron

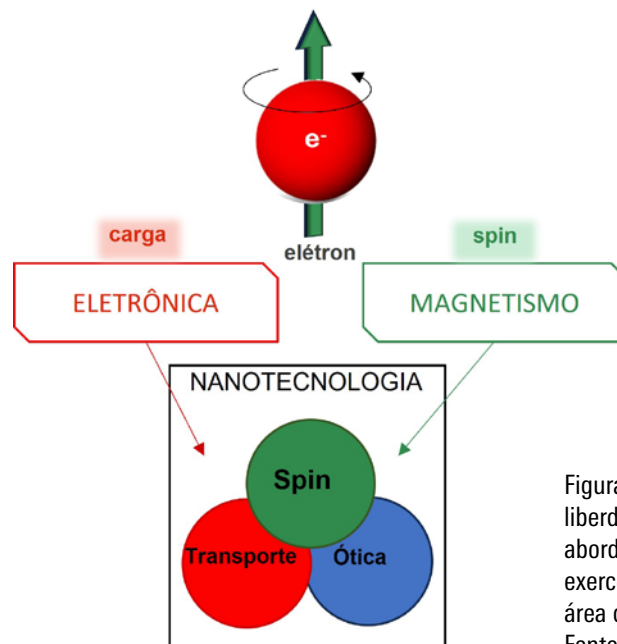


Figura 1. Ilustração dos graus de liberdade de spin e de carga na abordagem da spintrônica, o qual exerce uma influência significativa na área da Nanotecnologia. Fonte: adaptada de [1]

(magnetismo e eletrônica) como base dessa tecnologia, que busca o controle magnético de propriedades elétricas e vice-versa. O acoplamento eficaz entre spin, carga e rede em sistemas eletrônicos, optoeletrônicos e magnetoelétrônicos teria implicações significativas na eficiência de armazenamento, transferência de dados e economia de energia. O spin é a propriedade dos elétrons que gera o magnetismo, sendo classicamente descrito como uma “rotação” intrínseca que o elétron possui em torno do seu próprio eixo. Ele pode ser definido em dois estados: spin-up (+1/2), representando rotação horária, e spin-down (-1/2), representando rotação anti-horária.

O uso de estados magnéticos como suporte para a spintrônica ganhou destaque com a descoberta do efeito de magnetorresistência gigante (GMR), que foi agraciado com o Prêmio Nobel de Física em 2008. Esse avanço abriu caminho para uma nova geração de dispositivos eletrônicos em miniatura, como discos rígidos de computadores, capazes de armazenar informações com densidade muito maior. A spintrônica concentra-se na geração, manipulação e detecção controlada do spin dos elétrons. Além disso, o transporte de spin é fundamental, permitindo a transmissão de informações com base exclusivamente na dependência do spin dos elétrons.

Para alcançar esses objetivos, materiais semicondutores são frequentemente utilizados, permitindo o controle preciso do movimento dos elétrons juntamente com seus estados de spin. Essa abordagem possibilita a integração de processamento, armazenamento, detecção e lógica em uma plataforma integrada, oferecendo vantagens em termos de dimensionamento, consumo de energia e velocidade de processamento de dados em comparação com a eletrônica baseada apenas em semicondutores.

Apesar dos avanços rápidos na área da spintrônica, continuamos a buscar novas estratégias que permitam a geração e utilização de correntes elétricas com polarização de spin em materiais semicondutores. Materiais bidimensionais

lamelares, como grafeno, MXenes, perovskitas da família Ruddlesden-Popper e Dion-Jacobson, e dicalcogenetos de metais de transição, apresentam propriedades importantes que podem ser exploradas na spintrônica. Em suas estruturas cristalinas periódicas, esses materiais facilitam o acoplamento entre os graus de liberdade magnéticos do spin e as cargas elétricas. Além disso, sua natureza bidimensional permite a integração com outras tecnologias existentes em filmes finos, abrindo caminho para avanços significativos em áreas como eletrônica flexível, comunicação de dados e computação quântica.

Perovskitas híbridas com dimensões reduzidas em uma ou mais direções têm atraído considerável atenção devido às suas propriedades físicas decorrentes de efeitos de confinamento quântico. Ao reduzir a dimensionalidade, essa classe de materiais oferece uma plataforma ampla para ajustar energias de gap, alta mobilidade de portadores e transporte eficiente de cargas elétricas. As perovskitas híbridas 2D são materiais cristalinos que consistem em uma estrutura inorgânica lamelar composta por camadas de octaedros de haletos com íons metálicos em seu centro. Esses octaedros são confinados por moléculas orgânicas, conhecidas como espaçadores. Enquanto as camadas inorgânicas semicondutoras fornecem propriedades elétricas e ópticas, as moléculas orgânicas conferem estabilidade estrutural, proteção contra umidade e confinamento quântico, agindo como barreiras de potencial.

Uma das estratégias amplamente estudadas para a manipulação do spin em perovskitas híbridas é a substituição ou dopagem de átomos na estrutura cristalina por íons magnéticos, criando spins localizados. A dopagem com íons magnéticos como Fe, Mn e Co desempenha um papel crucial para a eletrônica e a spintrônica. Nosso trabalho pioneiro sobre esse tema demonstrou com sucesso a introdução de íons de ferro em microfios de perovskita MAPbI₃, resultando em

perovskitas semicondutoras e magnéticas. A incorporação do dopante também introduziu desordem e defeitos na estrutura eletrônica da MAPbI₃. Embora tenhamos conseguido introduzir graus de liberdade magnéticos no sistema, observamos perdas nas propriedades ópticas, como a redução na resposta da fotoluminescência. Portanto, evitar perdas nas propriedades ópticas ao mesmo tempo em que introduzimos magnetismo se apresenta como um objetivo importante para a spintrônica. Nossa estratégia foi induzir momentos magnéticos na estrutura de perovskitas 2D. Uma forma racional foi criar desequilíbrio e/ou descompensação de carga elétrica na interface envolvendo a camada octaédrica e os espaçadores orgânicos. Como será mostrado, as moléculas de histidina, um aminoácido natural, desempenharam um papel crucial nesse processo.

Devido à sua composição química e arranjo molecular, a histidina foi capaz de induzir o reequilíbrio de carga na interface da camada inorgânica. Por meio de técnicas experimentais como ressonância magnética nuclear (RMN) e espectroscopia no

infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), observamos que o grupo carboxílico e o anel imidazol provocaram um deslocamento parcial de carga entre as interfaces da camada semicondutora do espaçador isolante. A estrutura bidimensional da perovskita contendo histidina, que cresceu na forma de microplaquetas, está ilustrada na Figura 2. Análises adicionais de fotoluminescência revelaram um pico de emissão a 608 nm, correspondendo ao arranjo com três camadas octaédricas confinadas.

Medições magnéticas foram realizadas, revelando uma resposta paramagnética do tipo Curie em baixas temperaturas. Essa resposta paramagnética foi atribuída ao alinhamento dos momentos de spin na estrutura inorgânica. Além disso, a presença das moléculas orgânicas contribuiu para uma natureza diamagnética em campos magnéticos mais elevados (Figura 3b). A interação das moléculas de histidina com os octaedros da perovskita resultou na formação de uma camada magnética na interface, gerando um momento magnético de spin. Isso foi confirmado por medidas

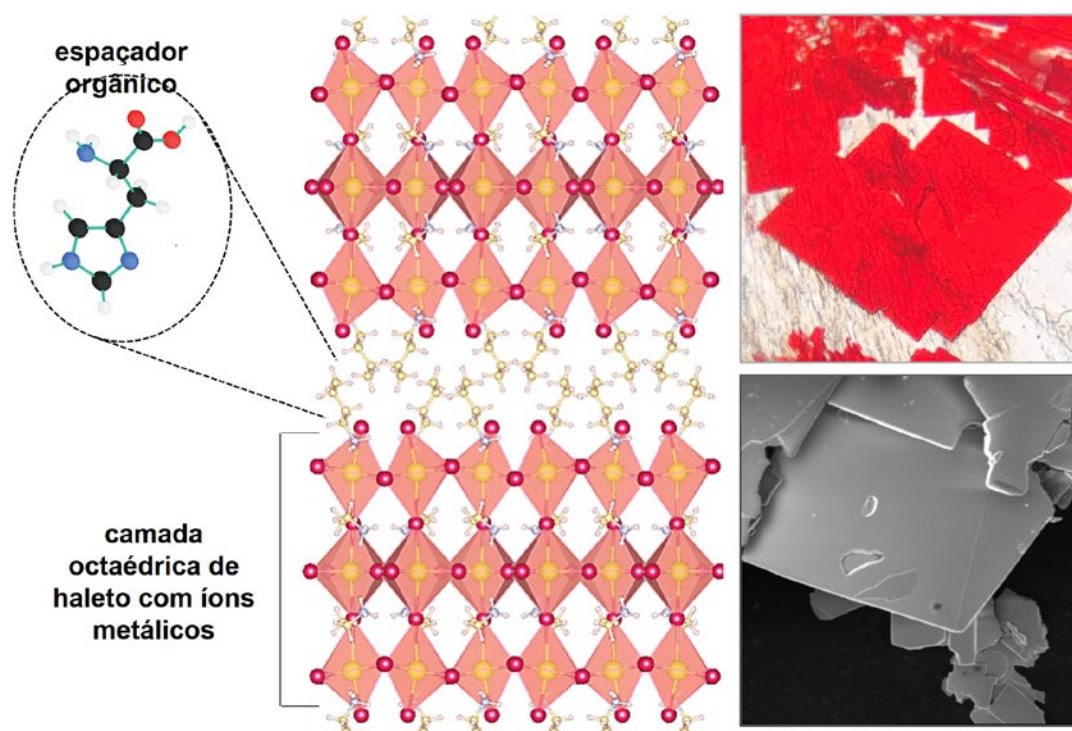


Figura 2. Representação esquemática da estrutura cristalina, na qual os octaedros estão confinados através da presença das moléculas de histidina, que atuam como separadores. As microscopias ótica e eletrônica revelam claramente a morfologia 2D das microplaquetas. Fonte: elaborada pelos autores

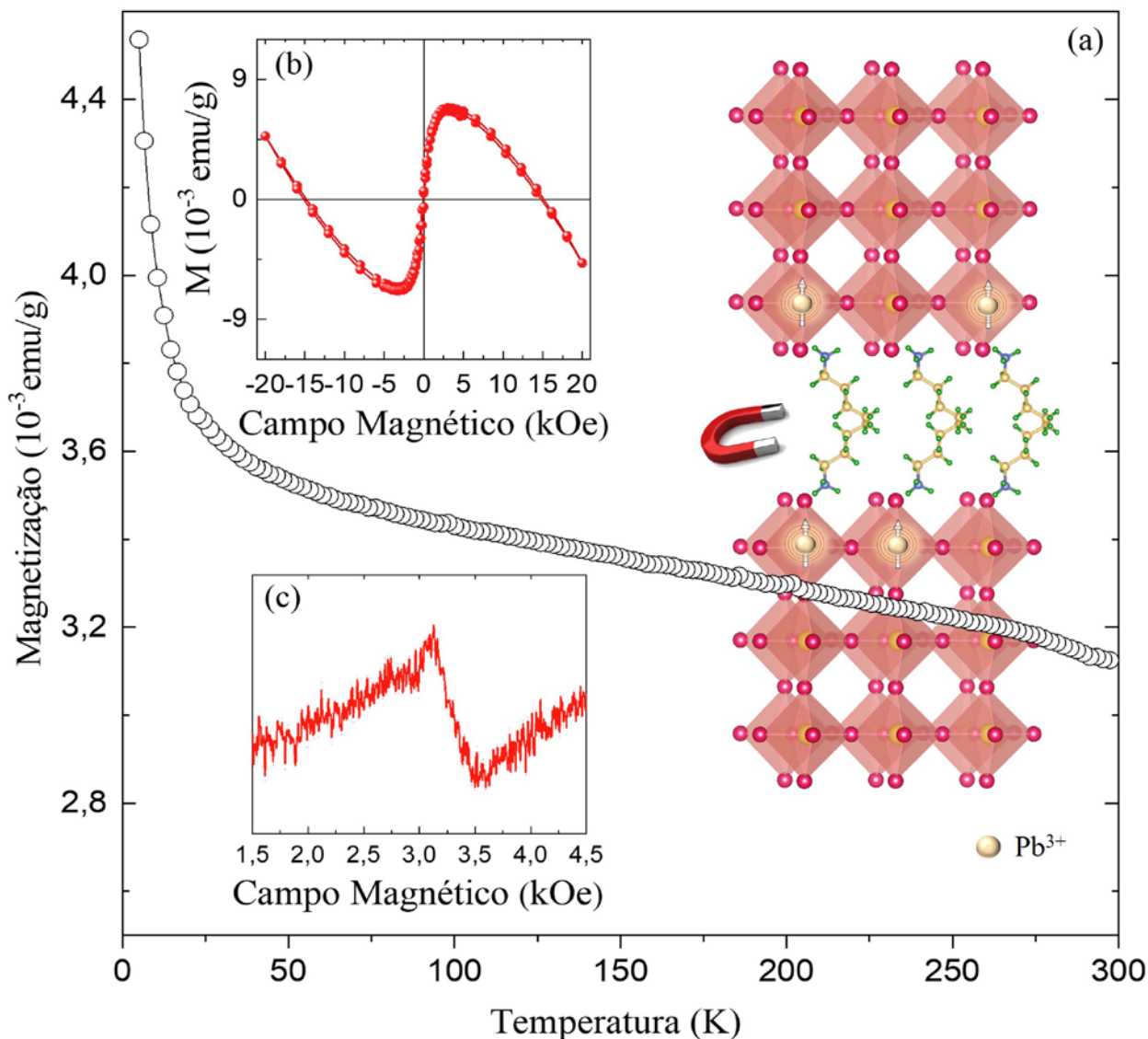


Figura 3. Medidas de magnetização em função da temperatura revelando o estado paramagnético da estrutura 2D. Os gráficos inscritos mostram medidas de magnetização em função do campo magnético (curvas isotérmicas) (b) e o espectro de EPR (c) para a perovskita bidimensional magnética. Ilustra também o ambiente local proposto na interface entre os octaedros de chumbo-iodo, formando uma monocamada com momento magnético devido à presença das espécies de Pb³⁺. Fonte: elaborada pelos autores

de ressonância paramagnética eletrônica (EPR), que revelaram a origem microscópica dos momentos magnéticos locais. O sinal EPR observado foi atribuído exclusivamente aos estados paramagnéticos na valência Pb³⁺ com spin $S = \frac{1}{2}$ e $g \approx 2$, indicando que os elétrons 6s¹ são a principal fonte de magnetismo nesse sistema (Figura 3c).

Essas perovskitas híbridas 2D magnetizadas representam uma nova classe de materiais promissores, caracterizados pela presença de um momento magnético em sua interface. Isso pode resultar em propriedades físicas intrigantes, graças a

um delicado equilíbrio entre o magnetismo e o efeito de confinamento quântico na camada inorgânica. O desenvolvimento de pesquisas nessa interface entre Física, Química e Ciência dos Materiais, com forte interdisciplinaridade, promete abrir novas possibilidades para a integração de dispositivos magneto-eletrônicos mais avançados. Esses avanços são essenciais para o processamento de informações e o armazenamento de dados por meio da spintrônica, proporcionando um campo de pesquisa e desenvolvimento repleto de oportunidades.

Referências

Tofanello A, Freitas A L M, Queiroz T B, Bonadio A, Martinho H, aSouza J A. (2022) Magnetism in a 2D Hybrid Ruddlesden–Popper Perovskite through Charge Redistribution Driven by an Organic Functional Spacer. *J. Phys. Chem. Lett.*, 13, 6, 1406–1415.

Bonadio A, Tofanello A, Freitas A L M, de Paula V G, Dalpian G M, Souza J A. (2021) Tailoring the Optical, Electronic, and Magnetic Properties of MAPbI₃ through Self-Assembled Fe Incorporation. *J. Phys. Chem. C*, 125, 28, 15636–15646.

Freitas A L M, Souza J A (2023) Water-induced dimensionality conversion from 3D perovskites to microwires and 2D hybrid halide perovskites. *J. Mater. Chem. C*, 11, 6651-6661.

Acosta C M, Ogoshi E, Souza J A, Dalpian G M. (2022) Machine Learning Study of the Magnetic Ordering in 2D Materials, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 14, 9418–9432.

Hirohata A, Yamada K, Nakatani Y, Prejbeanu I-L, Diény B, Pirro B, Hillebrands B (2020) Review on spintronics: Principles and device applications. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 509, 166711.

Autora

Aryane Tofanello

Doutora e pós-doutora pelo programa de pós-graduação em Nanociências e Materiais Avançados da Universidade Federal do ABC
aryane.tofanello@ufabc.edu.br

Autor

José Antonio Souza

Professor Doutor vinculado ao Centro de Ciências Naturais e Humanas (CCNH) da Universidade Federal do ABC

joseantonio.souza@ufabc.edu.br



Morangos frescos por mais tempo: experimento científico mostra como revestimentos comestíveis podem auxiliar na conservação desses frutos

Morangos são frutos avermelhados, de sabor azedo, sutilmente adocicado, cuja fração comestível contém, em média, 91% de água [1]. Sabe-se que a atividade da água (aw) dos alimentos é um fator determinante no potencial de deterioração dos mesmos, ou seja, quanto mais água presente no alimento, maior o risco de deterioração [2]. Além disso, o morango é uma fruta que estraga com muita facilidade após a colheita, principalmente devido à sua intensa atividade metabólica e à grande suscetibilidade ao ataque de organismos causadores de apodrecimento da fruta [3].

Durante o transporte e armazenamento dessas frutas, nem sempre os morangos são submetidos às condições ideais de umidade e temperatura para sua conservação. Para evitar a deterioração precoce dessas frutas, os morangos são armazenados em embalagens plásticas que diminuem as taxas de perda de água por transpiração [4]. No entanto, as embalagens não previnem completamente a deterioração da fruta [2][3][5].

Considerando essa situação cotidiana relacionada ao armazenamento e durabilidade dos morangos, a proposta deste artigo é justamente apresentar mais detalhes sobre uma forma alternativa de conservação por meio do uso de embalagens comestíveis que

possuem propriedades de barreira contra contaminação por microrganismos e de conservação da aparência e da integridade estrutural do alimento [5].

Revestimentos comestíveis baseados em polissacarídeos têm sido amplamente utilizados devido à sua abundância, bom custo-benefício e excelentes propriedades de formação de películas. Resultados promissores foram observados em diversos alimentos de origem vegetal, como os próprios morangos, mangas e abacates [6]. Em relação aos morangos, a maioria dos revestimentos comestíveis já avaliados foi produzida com diferentes fontes de amido [3][6][7]. O objetivo deste texto é, portanto, apresentar a avaliação de diferentes tipos de revestimentos comestíveis na conservação de morangos.

Como organizamos este experimento?

Para responder ao objetivo proposto, foram adquiridos morangos maduros em um mercado comercial local. Os frutos foram selecionados quanto ao tamanho, cor e ausência de alterações externas visíveis a olho nu. Em seguida, os morangos selecionados foram lavados por imersão em uma solução de 1L de água destilada e 15 mL

de hipoclorito de sódio durante 15 minutos. Após este período, os frutos permaneceram em repouso por 15 minutos em temperatura ambiente. Depois, todos os morangos foram secos com o auxílio de papel toalha.

Para avaliar os diferentes tipos de revestimento comestível foram feitas as seguintes soluções:

A - Amido de milho na concentração de 3% (p/v);

B - Goma xantana na concentração de 0,5% (p/v);

C - Gelatina sem sabor na concentração de 6% (p/v);

D - nenhum revestimento (grupo controle).

Todas as soluções de revestimento foram acrescidas de glicerol comestível na concentração de 1% (v/v) com a função de agente plastificante do revestimento. Os diferentes tipos de revestimentos avaliados no presente estudo foram escolhidos por serem ingredientes acessíveis, possuírem baixo custo, e apresentarem ação espessante e/ou gelificante.

As soluções A e B foram aquecidas a 70°C durante 15 minutos, sob agitação constante. A solução C foi aquecida a 50°C, também sob agitação constante, visando manter sua função de agente gelificante intacta. Posteriormente, as soluções foram mantidas em repouso até atingirem a temperatura de 35°C. Após as soluções esfriarem, as amostras de morango foram submersas por 1 minuto nas soluções. Em seguida, os frutos foram suspensos no ar para remoção do excesso da solução de revestimento, durante 10 minutos.

Por fim, cada morango foi alocado individualmente em um recipiente de vidro, fechado com o auxílio de papel filme e mantido na geladeira por 14 dias com temperatura entre 1°C e 4°C. Todos os grupos experimentais foram compostos por 6 morangos cada, inclusive o grupo controle, totalizando 24 morangos. Os morangos foram divididos homoganeamente entre os grupos, considerando o tamanho, cor e ausência de alterações externas visíveis a olho nu. Todos os 24 morangos foram avaliados visualmente

e fotografados todos os dias durante 14 dias consecutivos. Além disso, foi feita uma análise sensorial, olfativa e, por fim, uma avaliação interna do fruto.

Para a análise sensorial, os morangos foram pressionados levemente por 3 integrantes do grupo. Com essa avaliação, buscou-se verificar possíveis alterações de textura dos morangos ao longo do tempo. A análise olfativa também foi realizada por 3 membros do grupo para tentar identificar possíveis odores relacionados ao estado de decomposição dos frutos. Já a avaliação interna das amostras foi realizada apenas no último dia do experimento para verificar a condição interna dos morangos. Após esse procedimento, cada amostra foi avaliada e classificada em 3 categorias:

Totalmente Saudáveis - amostras que não continham nenhuma deterioração e que poderiam ser consumidas;

Parcialmente Deteriorados - amostras que continham pelo menos uma região com pouca deterioração, porém, se retirada, o fruto poderia ser considerado bom para o consumo;

Totalmente Deteriorados - amostras completamente estragadas, sem possibilidade de serem consideradas para consumo humano.

Quais foram os resultados e conclusões?

Os resultados da avaliação visual mostraram que os morangos sem revestimento (grupo controle; D) foram os primeiros a apresentar sinais de deterioração. Após 5 dias de armazenamento na geladeira, duas amostras deste grupo já mostravam sinais de deterioração (Figura 1 A e B) e, ao final do experimento, todos os morangos desse grupo estavam estragados. Com relação ao grupo de morangos revestidos com solução de gelatina (solução C), uma amostra começou a apresentar sinais de deterioração após 7 dias de armazenamento na geladeira (Figura 1 C) e no final das duas semanas de experimento, todos estavam visivelmente impróprios para o consumo humano.



Figura 1. Amostras de morangos submetidos ao estudo de avaliação de diferentes tipos de revestimentos comestíveis. A) Amostra de morango sem revestimento (grupo controle) após 5 dias de armazenamento em geladeira. B) Amostra de morango sem revestimento (grupo controle) após 5 dias de armazenamento em geladeira. C) Amostra de morango revestido com solução de gelatina (Tratamento C) após 7 dias de armazenamento em geladeira. Em todas as imagens é possível observar sinais de deterioração. Fotografia dos autores.

Já os morangos revestidos com amido de milho ou goma xantana (tratamentos A e B, respectivamente) foram os que apresentaram os melhores resultados. Os frutos dos grupos A e B não apresentaram nenhuma alteração visual de apodrecimento até o 12º dia de observação (Figura 2). O mesmo

foi observado com os frutos revestidos com gelatina, representando um aumento de 140% da vida útil do morango quando comparado ao resultado do grupo controle (tratamento D). O tratamento C apresentou aumento de 40%, inferior aos tratamentos citados anteriormente. A longevidade

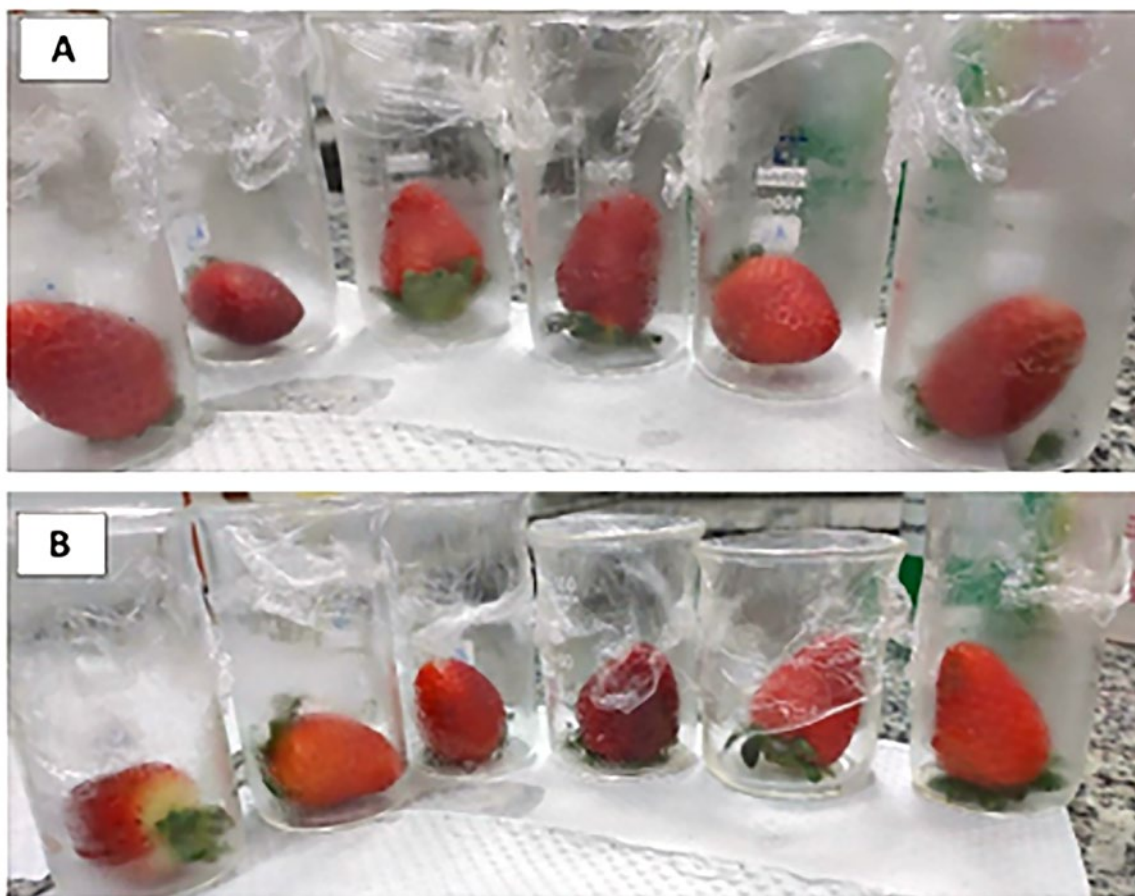


Figura 2 - Amostras de morangos submetidos ao estudo de avaliação de diferentes tipos de revestimentos comestíveis. A) Amostras de morangos revestidos com solução de amido de milho (Tratamento A) após 12 dias de armazenamento em geladeira. B) Amostra de morango revestidos com goma xantana (Tratamento B) após 12 dias de armazenamento em geladeira. Em todas as imagens é possível observar que os morangos não apresentam sinais de deterioração. Fotografia dos autores.

	Totalmente saudáveis	Parcialmente deteriorados	Totalmente deteriorados
Tratamento A: Amido de milho	1	3	2
Tratamento B: Goma Xantana	0	4	2
Tratamento C: Gelatina	0	0	6
Tratamento D: Controle	0	0	0

Quadro 1 - Classificação dos morangos dos grupos experimentais de acordo com o tipo de revestimento comestível utilizado (amido de milho, goma xantana, ou gelatina) e do grupo controle (sem revestimento comestível) após as avaliações sensorial, olfativa e interna aos 14 dias de armazenamento em geladeira. Fonte: Elaborado pelos autores.

dos morangos foi calculada dividindo a quantidade de dias sem a presença de qualquer deterioração visível em cada grupo experimental (grupos A, B ou C) pela quantidade de dias que os morangos do grupo de controle (grupo D) começaram a apresentar sinais de apodrecimento. No último dia de experimento (14º dia), todas as amostras foram avaliadas pelo tato, olfato e avaliação interna dos frutos. Os resultados destas análises estão descritos no Quadro 1.

A conservação após a colheita do morango depende, entre outros fatores, da taxa de respiração dos frutos, que é a capacidade do fruto de gerar gás carbônico (CO₂). Quanto menor a taxa de respiração, maior o tempo de conservação in natura [6]. A taxa de respiração do morango inicialmente é considerada alta, pois o morango emite a cada quilograma a 5°C uma média de 10 a 20 mg de (CO₂) [10].

Quando o morango é recoberto por uma camada de amido de milho, a amilose presente neste produto tem a capacidade de formar géis e filmes que oferecem proteção ao fruto, tendo sua resistência potencializada pela adição do ingrediente plastificante utilizado (glicerol). Em solução, as moléculas de amilose favorecem a formação de géis opacos e filmes resistentes capazes de diminuir a taxa de respiração (principalmente a transpiração) do alimento [7].

A goma xantana é um polissacarídeo produzido por espécies de bactérias do gênero *Xanthomonas*. Este aditivo alimentar é um agente espessante eficaz, assim como

um estabilizante, capaz de se manter firme e resistente ao ser misturado com o glicerol. A solução de goma xantana, assim como o amido de milho, também produz um revestimento capaz de diminuir a taxa de transpiração da fruta [8].

Em contrapartida, a gelatina comestível, disponível comercialmente, possui em sua composição 84% a 90% de proteína; 2% a 4% de sais minerais; e 8% a 12% de água. A gelatina não contém carboidratos, gorduras, colesterol ou purina e é livre de qualquer tipo de conservantes. Essas características diferem dos demais biofilmes testados no presente estudo, já que apresentam uma alta composição de carboidratos (cerca de 90% na goma xantana e no amido de milho) e uma participação irrelevante de proteínas.

Sendo assim, é possível que a alta concentração de proteínas e a menor concentração de carboidratos tenham tornado o biofilme à base de gelatina mais perecível. Neste sentido, o biofilme de gelatina foi o menos eficiente em reduzir a taxa de respiração dos morangos, culminando com a deterioração mais precoce dos frutos, quando comparado com os revestimentos à base de goma xantana ou amido de milho [9].

O experimento aqui relatado indica que os revestimentos comestíveis à base de amido de milho e goma xantana foram capazes de manter os morangos próprios para o consumo humano por pelo menos 12 dias na geladeira. Sem esse tipo de tratamento, os morangos começaram a deteriorar a partir do 6º dia de armazenamento.

Referências

- [1] DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE EPM. Universidade Federal de São Paulo. **Relatório completo: Morango, cru**. Disponível em: <https://encr.pw/H3I7n>. Acesso em: 19 mar. 2023.
- [2] PINTO, Uelinton M.; LANDGRA, Mariza; FRANCO, Bernadette D.G.M. **DETERIORAÇÃO MICROBIANA DOS ALIMENTOS**. Disponível em: <https://encr.pw/1JT6q>. Acesso em: 02 abr. 2023.
- [3] ALVES, Aline Inácio; SARAIVA, Sérgio Henriques; LUCIA, Suzana Maria Della; TEIXEIRA, Luciano José Quintão; JUNQUEIRA, Mateus da Silva. **QUALIDADE DE MORANGOS ENVOLVIDOS COM REVESTIMENTO COMESTÍVEL ANTIMICROBIANO À BASE DE DIFERENTES FONTES DE AMIDO**. Disponível em: <https://encr.pw/bqcfx>. Acesso em: 02 abr. 2023.
- [4] AZAM, M. et al. **Postharvest Quality Management of Strawberries**. In: KHAN, M.; QADRI, R. (Orgs.). *Strawberry - Pre- and Post-Harvest Management Techniques for Higher Fruit Quality*. IntechOpen, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5772/intechopen.82341>. Acesso em: 13 abr. 2023.
- [5] DE AZEREDO, Henriette Monteiro Cordeiro. FARIA, José de Assis Fonseca; DE AZEREDO, Alberto Monteiro Cordeiro. **Embalagens ativas para alimentos**. Disponível em: <https://encr.pw/JTMAq>. Acesso em: 02 abr. 2023.
- [6] BARBOZA, Henriqueta Talita Guimarães ; SOARES, Antonio Gomes ; FERREIRA, José Carlos Sá ; FREITAS-SILVA, Otniel . **Filmes e revestimentos comestíveis: conceito, aplicação e uso na pós-colheita de frutas, legumes e vegetais**. Disponível em: <https://11nq.com/pOwhA>. Acesso em: 02 abr. 2023.
- [7] PEREIRA, Eloane; LOIOLA, Samy Stevans Nery; SILVA, Sabrina Neves da. **DESENVOLVIMENTO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS DE AMIDO DE MILHO**. Disponível em: <https://encr.pw/lcOSB>. Acesso em: 14 mar. 2023.
- [8] PIZATO, Sandriane. **Efeito da aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação de maçãs 'Royal Gala' minimamente processadas**. Disponível em <https://encr.pw/S9jhk>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- [9] FOOD INGREDIENTS, Revista. **A gelatina e seus benefícios para a saúde humana**. Disponível em: <https://encr.pw/Ru3IV>. Acesso em: 12 abr. 2023
- [10] KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 2. ed. Oakland Ca: University of California, 1992. Disponível em: <https://encurtador.com.br/qzAKL>. Acesso em: 12 abr. 2023

Autoras

Renata Simões

Professora Doutora vinculada ao Centro de Ciências Naturais e Humanas (CCNH) da Universidade Federal do ABC
renata.simoies@ufabc.edu.br

Luiza Moreira Salgado

Pesquisadora colaboradora e discente no Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC
luiza.salgado@aluno.ufabc.edu.br

Autores

Antonio B. C. Siqueira

Pesquisador colaborador e discente no Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC
antonio.siqueira@aluno.ufabc.edu.br

João Hugo Martins da Luz

Pesquisador colaborador e discente no Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC
joao.hugo@aluno.ufabc.edu.br

Matheus Assis Gussiardi

Pesquisador colaborador e discente no Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC
matheus.gussiardi@aluno.ufabc.edu.br

Matheus Alefe Munari Zanardi

Pesquisador colaborador e discente no Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC
matheus.alefe@aluno.ufabc.edu.br

Matheus Ian Machado Furtado do Prado

Pesquisador colaborador e discente no Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC
ian.prado@aluno.ufabc.edu.br



Ciência cidadã proporcionando a educação científica em escolas

O que é ciência cidadã?

A ciência cidadã pode ser definida como um processo de parceria entre cientistas e pessoas interessadas em ciência (denominada(o)s cientistas cidadã(o)s), para a resolução de problemas que apresentem, por exemplo, relevância social e/ou ambiental. Além de promover a geração de novos e genuínos conhecimentos científicos, a ciência cidadã pode proporcionar aprendizagens para os participantes, como novos conhecimentos, novas habilidades, interesse e motivação pela ciência, desenvolvimento de comportamentos e atitudes pró-ambientais, entre outros.

Essas parcerias têm o potencial de ampliar a escala (espacial e/ou temporal) de abrangência de estudos que apresentem questões científicas amplas e que exijam a coleta de dados em diferentes locais e intervalos de tempo, o que seria difícil ou impossível para os cientistas realizarem sozinhos.

Os dados e resultados gerados pelo processo de ciência cidadã devem ser disponibilizados em formato aberto, uma vez que a ciência cidadã faz parte do movimento da ciência aberta. Pode-se desenvolver ciência cidadã em diferentes áreas de conhecimento científico, como física, química, história, entre outras, e, portanto, a ciência cidadã não é restrita aos estudos ambientais e não necessariamente tem como objetivo a educação.

Porém, quando associada a processos de educação, há um amplo potencial para a promoção da alfabetização científica nos participantes, os quais são envolvidos no fazer científico. Consideramos que há diferentes tipos de ciência cidadã, conforme definido, por exemplo, por Jennifer Shirk e colaboradores em um trabalho publicado em 2012:

- 1.** nos projetos contributivos, os cientistas cidadãos apenas coletam dados e os enviam para que os cientistas analisem e publiquem resultados relacionados a uma questão de investigação de interesse dos cientistas;
- 2.** nos projetos colaborativos, os cientistas cidadãos também podem participar do delineamento do estudo, mas principalmente participam da análise de dados e disseminação dos resultados obtidos; e
- 3.** nos projetos co-criados, os cientistas cidadãos participam em praticamente todas as etapas da pesquisa, como a formulação da pergunta, delineamento, coleta e análise de dados, disseminação dos resultados e tomada de decisões.

Há um grande potencial para que a participação em iniciativas de ciência cidadã leve a mudanças em padrões de comportamento, tomada de decisões embasadas em conhecimentos científicos e ao ativismo, ou seja, ao que chamamos de cidadania científica.

O grupo de pesquisa em ciência cidadã da UFABC

Iniciado em 2014, o “Grupo de pesquisa em ciência cidadã e conservação ambiental da UFABC” (cadastrado no CNPq) [1] tem o objetivo de pesquisar sobre o processo de ciência cidadã voltado para a educação científica, a conservação ambiental e o levantamento de padrões de biodiversidade. Até o momento, o grupo vem formando pesquisadores de graduação (12 trabalhos concluídos), mestrado (3 concluídos e 4 em andamento), doutorado (1 em andamento) e supervisionados (5 concluídos e 4 em andamento).

Os projetos de mestrado e doutorado estão vinculados aos programas de Pós-Graduação em Evolução e Diversidade e de Pós-Graduação em Ensino e História das Ciências e da Matemática da UFABC. Já os trabalhos supervisionados são ligados ao Programa de Capacitação Institucional do Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA).

Resultados obtidos por alguns projetos de pesquisa do grupo

Serão relatados aqui três projetos de mestrado que estão em andamento pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino e

História das Ciências e da Matemática da UFABC e que evidenciam as aprendizagens que podem ser proporcionadas por processos de ciência cidadã escolar.

Projeto um: Investigando a biodiversidade do jardim da escola

O primeiro deles, intitulado “Investigando a biodiversidade do jardim da escola”, tem o objetivo de estimular que os estudantes sejam capazes de compreender os conceitos de biodiversidade, ciência e ciência cidadã; de elaborar perguntas científicas para a investigação da biodiversidade escolar; de desenvolver estratégias de investigação e de divulgar os resultados da pesquisa.

O projeto, do tipo co-criado, baseou-se na aplicação de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) com 96 estudantes do ensino fundamental em uma escola municipal do ABC paulista (Figura 1). Dividido em 13 etapas, a SEI [2] se baseou na formulação, pelos próprios estudantes, de questões de pesquisa sobre a biodiversidade do jardim da escola.

A avaliação das aprendizagens foi baseada nos indicadores de aprendizagem propostos por Phillips e colaboradores (2018), a saber: interesse na ciência, conhecimento científico e habilidades de investigação.



Figura 1. (a) e (b) Estudantes investigando a biodiversidade do jardim da escola a partir das questões de pesquisa elaboradas por eles próprios. Fotos: Janaína Dutra Gonzalez.

Observou-se que não houve aumento no interesse dos estudantes em ciência, porém houve crescimento significativo na compreensão dos conceitos de biodiversidade e ciência cidadã (de 2,1% para 92,7% e de 6,2% para 79,2%, respectivamente).

Das questões de pesquisa elaboradas pelos estudantes, 67,2% eram produtivas e passíveis de serem respondidas por meio de investigação científica, das quais 79,3% eram compatíveis com a proposta do projeto de investigação da biodiversidade do jardim da escola no tempo disponível. Foram investigadas 21 questões, cujos resultados foram divulgados para a comunidade escolar, publicados no eBook **“Conhecendo a Biodiversidade do jardim da EMEF Dom Benedito: Um projeto de Ciência Cidadã co-criado em escola”** [3] e registrados na plataforma iNaturalist [4].

Projeto dois: O ensino do ciclo de vida das Angiospermas na educação básica através da ciência cidadã

O segundo projeto aqui apresentado é intitulado **“O ensino do ciclo de vida das Angiospermas na educação básica através da ciência cidadã”** (Figura 2), que objetivou incentivar a compreensão científica,

a motivação para ciência, a mudança de atitudes em relação às plantas e as habilidades de investigação por meio da observação fenológica do ciclo de vida das angiospermas.

Para isso, foi aplicado um protocolo de ciência cidadã colaborativo em uma SEI sobre o ciclo de vida das angiospermas, para três turmas do ensino médio. O protocolo, dividido em oito etapas, incluiu a formulação de hipóteses, aulas expositivas, observações de árvores, submissão de dados na plataforma Aneccdata [5], análise e interpretação de dados e produção textual.

A análise das produções dos estudantes revelou que a maioria entendeu o ciclo de vida das angiospermas, com metade conseguindo estabelecer corretamente a relação entre polinização e frutificação. O projeto incentivou 30% dos estudantes a observar frequentemente as plantas e 23% a estudar mais sobre elas.

Os estudantes sentem-se capazes de contribuir com projetos científicos (média 7/10) e 28% têm interesse em seguir uma carreira científica. Os dados coletados pelos estudantes apresentaram uma média de acurácia (concordância com o dado coletado pelo professor) e precisão (concordância entre os resultados dos estudantes) em torno de 70%, indicando alta qualidade dos dados coletados pelos estudantes.



Figura 2. Estudantes realizando atividades da SEI sobre o ciclo de vida das angiospermas. (a) Realizando observações fenológicas e (b) Montando um painel sobre o ciclo de vida. Fotos: Gustavo Bellini Monteiro.

Projeto três: Educação Alimentar Sustentável no Espaço Escolar: desafios e possibilidades por meio da Ciência Cidadã

Finalmente, o terceiro projeto apresentado neste texto é intitulado “Educação Alimentar Sustentável no Espaço Escolar: desafios e possibilidades por meio da Ciência Cidadã”. Este trabalho teve como objetivos:

- i) diminuir o desperdício de alimentos no espaço escolar e
- ii) desenvolver conhecimentos conceituais e atitudinais sobre educação alimentar sustentável.

Para isso, foi aplicada uma SEI destinada a 153 estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental, de 10 escolas públicas, de diferentes regiões do município de São Bernardo do Campo, sobre a temática “desperdício de alimentos”.

A SEI foi composta de 6 etapas, que consistiram basicamente em:

1. pesagem dos alimentos desperdiçados por 15 dias;
2. aplicação de um questionário prévio;
3. aulas teóricas sobre as temáticas do desperdício, sustentabilidade, consumo consciente, entre outros;
4. análise dos dados da pesagem, envolvendo cálculos sobre os recursos naturais desperdiçados;
5. nova pesagem para verificar a ocorrência do desperdício após a participação na SEI;

6. aplicação do questionário final, em que pôde-se verificar possíveis mudanças de concepção dos estudantes.

A SEI promoveu o contato com a problemática em questão, com coleta de dados, levantamento de hipóteses, análise de dados coletados, teste de hipóteses e aplicação dos saberes científicos construídos (Figura 3).

Os resultados demonstraram uma redução de 70,4% no desperdício de alimentos e aumento na média diária de alunos que se alimentam na escola em 50% das instituições após a sequência didática.

Após a sequência, 90% dos estudantes ainda percebiam a ocorrência de desperdício, mesmo reduzido. A quantidade média de desperdício de alimentos por aluno reduziu após a participação dos mesmos na sequência didática (de 127,3 g / aluno para 33,2 g / aluno).

A percepção de que o desperdício causa impacto ao meio ambiente também mudou: inicialmente, 4 estudantes identificavam problemas ambientais decorrentes do desperdício de alimentos; ao final, o número subiu para 41.

Além disso, após a participação foi possível perceber que os sentimentos predominantes como tristeza e raiva diminuíram de 84% para 62%, havendo aumento da percepção e nomeação do fenômeno do desperdício em si associado ao sentimento de dó (de 27,8% para 46,9%), resultado possivelmente decorrente do entendimento de que o ato



Figura 3. (a) Etapa teórica da SEI “Educação Alimentar Sustentável no Espaço Escolar” e (b) Etapa prática de pesagem de desperdício de alimentos. Fotos: Jussara Almeida Bezerra.

do desperdício pode ser evitado a partir de mudanças no comportamento.

Os estudos aqui apresentados, referentes aos três projetos, evidenciam que os processos de ciência cidadã escolar propostos e pesquisados contribuíram para a ampliação de saberes científicos e sensibilização dos estudantes para questões ambientais.

Referências

SHIRK, Jennifer L. et al. (2012) Public Participation in Scientific Research: a Framework for Deliberate Design. **Ecology and Society**, 17(2): 29-48. DOI: 10.5751/ES-04705-170229

PHILLIPS, Tina et al. (2018) A Framework for Articulating and Measuring Individual Learning Outcomes from Participation in Citizen Science. **Citizen Science: Theory and Practice**, 3(2): 3. DOI: <https://doi.org/10.5334/cstp.126>

[1] dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5337343122897858

[2] <https://doi.org/10.5281/zenodo.8132944>

[3] <https://www.livrosdigitais.org.br/livro/2123787WF21Q5QT>

[4] <https://www.inaturalist.org/projects/biodiversidade-do-jardim-da-emef-dom-benedito>

[5] <https://www.anecdata.org/projects/view/1061>

Autoras

Natalia Pirani Ghilardi-Lopes

Professora Doutora vinculada ao Centro de Ciências Naturais e Humanas (CCNH) da Universidade Federal do ABC

natalia.lopes@ufabc.edu.br

Janaína Dutra Gonzalez

Mestranda em Ensino de Ciências pela Universidade Federal do ABC

janainadutrabio@gmail.com

Jussara Almeida Bezerra

Mestranda em Ensino de Ciências pela Universidade Federal do ABC

jussaraab82@gmail.com

Autor

Gustavo Bellini Monteiro

Mestrando em Ensino de Ciências pela Universidade Federal do ABC

bellini.gu@hotmail.com



Controle na Engenharia: aplicativo auxilia no ensino de sistemas de controle

Com a transformação do sistema educacional nos últimos anos, intensificada pelo advento da pandemia de COVID-19, o ensino remoto evidenciou a necessidade de novas maneiras de ensinar e aprender, principalmente quando se trata de conteúdos que requerem atividades laboratoriais para complementar o processo de aprendizagem.

As disciplinas relacionadas a sistemas de controle possuem, em sua maioria, atividades práticas laboratoriais e de simulação computacional, que auxiliam o aluno a consolidar conceitos teóricos aprendidos em sala de aula. Diante das consequências inerentes à pandemia de COVID-19, estas atividades foram impossibilitadas, o que motivou a criação do aplicativo denominado “Controle na Engenharia”.

O aplicativo “Controle na Engenharia” surgiu a partir da necessidade de existência de uma ferramenta de apoio para o ensino de conteúdos relacionados com sistemas de controle durante o período de ensino remoto. Desse modo, sua criação surgiu como instrumento complementar aos conteúdos relacionados ao referido tema.

Inicialmente, sua aplicação foi direcionada ao curso de Engenharia Aeroespacial da UFABC e, posteriormente, seu uso também foi expandido ao curso de Engenharia de Instrumentação, Automação e Robótica da Universidade. Já se sabe que a ferramenta possui potencial para integrar recursos para demais cursos de



Figura 1. Imagem da página inicial do Aplicativo “Controle na Engenharia”. Fonte: Autora(es)

engenharias ou, ainda, outros cursos cujo conteúdo esteja relacionado com sistemas de controle.

O processo de ensino e aprendizagem tornou-se mais difícil durante as aulas não presenciais diante da dificuldade enfrentada por alunos com pouco conhecimento em programação e com pouca disponibilidade de softwares de simulação computacional adequados.

Assim, o objetivo principal da criação do aplicativo é dispor ao professor uma ferramenta adicional para ser utilizada durante as aulas no sentido de viabilizar, de forma simples e direta, exemplificação acerca dos conceitos básicos sobre sistemas de controle, bem como ser uma ferramenta auxiliar de estudo para o aluno, tanto durante a aula quanto fora dela.

Espera-se também que o aplicativo atue como um elemento motivador para o aluno, trazendo exemplos resolvidos, interatividade e contextualização do conteúdo com aplicações práticas relacionadas à sua área de atuação.

Passado o período de atividades remotas, observa-se que, mesmo em dinâmica de aulas presenciais, o aplicativo também pode ser utilizado, por meio de exemplos aplicados contendo simulações interativas, que facilitam o aprendizado. Como recurso motivador do aluno em sala de aula, possibilita a visualização de forma simples e prática, tanto de conceitos teóricos com linguagem acessível, quanto de resoluções de exercícios e simulações interativas em tempo real. Para os estudantes, além de ampliar participação nas atividades propostas em sala de aula, o aplicativo “Controle na Engenharia” também motiva a autonomia estudantil no processo de aprendizagem.

Funcionalidades do aplicativo “Controle na Engenharia”

No aplicativo, observa-se que os conteúdos estão separados em módulos, vinculados às áreas as quais os exemplos interativos estão relacionados. Atualmente existem dois módulos operantes: (I) Aeroespacial e (II) Controle e Automação.

O módulo **Aeroespacial** conta com oito trilhas de conteúdos:

1. Introdução;
2. Tipos de Entradas;
3. Tipos de Sistemas;
4. Tipos de Sistemas de Segunda Ordem;
5. Estabilidade;
6. Tipos de Controle;

7. Controles Proporcionais;

8. Galeria de Exemplos

Cada trilha contém conteúdo teórico, exemplos resolvidos e gráficos interativos e abrange temas como: sistemas lineares e invariantes no tempo, funções de transferência, entradas impulso, degrau, rampa e teorema da superposição, comportamento dinâmico de sistemas de primeira e segunda ordens, estabilidade de sistemas dinâmicos lineares, controle em malha aberta e malha fechada e projetos de controladores dos tipos proporcional (P), proporcional-derivativo (PD), proporcional-integral (PI) e proporcional-integral-derivativo (PID).

Na função ‘Galeria de Exemplos’ é possível acessar os exemplos resolvidos de todas as trilhas, permitindo, inclusive, que o usuário possa acessá-los de forma direta, sem a necessidade de passar pela teoria.

O módulo **Controle e Automação** conta com mais cinco trilhas de conteúdos:

1. Introdução,
2. Tipos de Entradas,
3. Lugar das Raízes,
4. Projetos e
5. Galeria de Exemplos.

Este módulo apresenta definição do Lugar geométrico das raízes e projetos de compensadores utilizando o lugar geométrico das raízes: compensador por avanço de fase. Ele também contém a visualização de um experimento real, realizado em laboratório. Nele é possível verificar diferentes comportamentos de uma planta didática (Motor DC), de acordo com os diversos ganhos aplicados no sistema.

No aplicativo, os conteúdos teóricos são apresentados em formato de tópicos, de forma resumida e com linguagem acessível, para que o usuário tenha acesso às principais informações sobre o conteúdo que deseja estudar, abrangendo desde usuários sem conhecimento prévio dos assuntos, até pessoas com conhecimento mais avançado.

O usuário pode responder questões simples relacionadas ao conteúdo apresentado, de

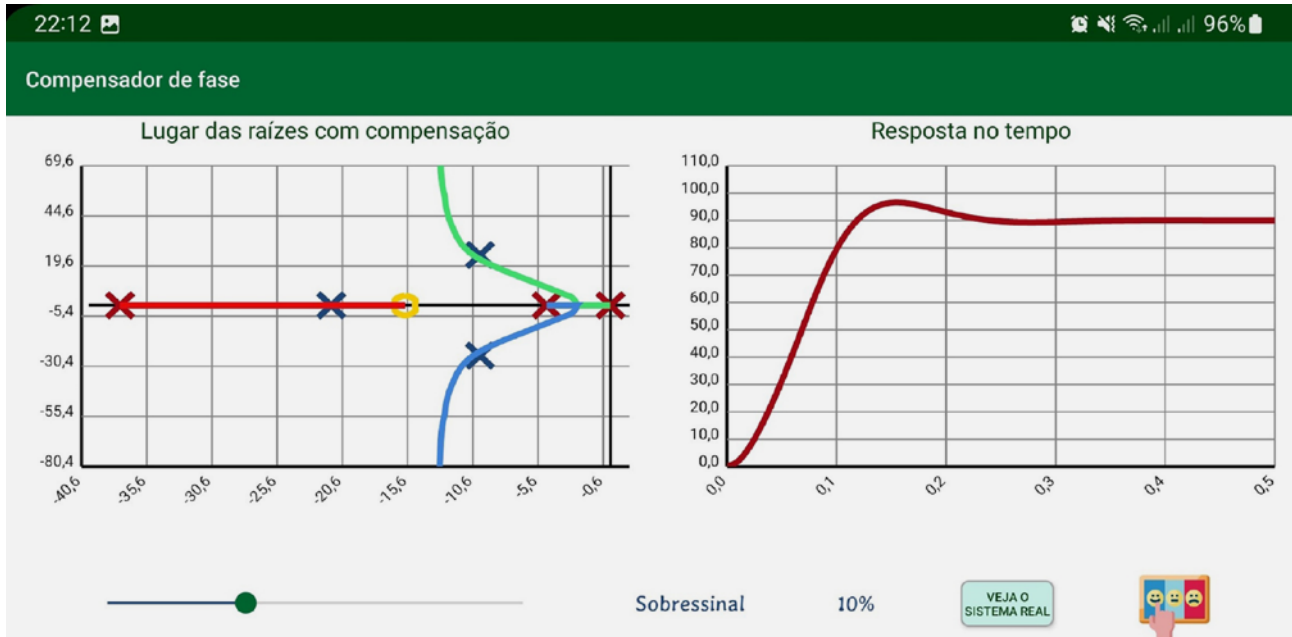


Figura 2. Exemplo de interatividade – Comportamento do sistema estudado para diferentes valores de ganho, com gráficos interativos. Fonte: Autora(es)

forma a testar seu conhecimento sobre o tema. Ao responder à questão o usuário é informado se acertou e, em caso de erro, será informado da resposta correta, junto com uma breve explicação sobre o assunto.

Cada assunto traz exemplos de aplicação resolvidos de forma detalhada, relacionados aos cursos, de forma contextualizada, o que possibilita ao aluno uma compreensão da aplicação direta do conteúdo estudado na vida real.

Os exemplos resolvidos também contam com gráficos interativos, de forma que o usuário pode de forma fácil, sem a necessidade de programação, visualizar o comportamento dos sistemas estudados, alterar parâmetros e verificar as modificações no comportamento do sistema em tempo real.

Essa dinâmica interativa proporcionada pelo aplicativo auxilia tanto o professor quanto o aluno durante o processo de aprendizado, pois, por meio das simulações, é mais fácil verificar os diferentes comportamentos do sistema em sala de aula, sem a necessidade de acesso a softwares de simulação computacional, somente utilizando um celular ou tablet com sistema Android.

O aplicativo também possui pesquisas de satisfação para cada trilha de conhecimento.

Desta forma, espera-se que a comunidade acadêmica possa utilizar o aplicativo e retornar possíveis melhorias que serão implementadas ao longo do tempo.

Neste momento, o projeto busca apoio da comunidade acadêmica para sua utilização e avaliação. Nesse sentido, têm sido desenvolvidas estratégias de divulgação por meio de diferentes meios de comunicação. A ideia é ampliar o alcance e uso do aplicativo e coletar mais resultados e percepções acerca de sua utilização. Até o momento, o retorno foi positivo. Tanto docentes quanto discentes se mostraram satisfeitos com o aplicativo e as sugestões de melhoria já estão sendo estudadas.

O projeto de criação do aplicativo “Controle na Engenharia” espera obter amplo retorno da comunidade acadêmica. Todas e todos estão convidados a acessar, avaliar e divulgar esta ferramenta.

O aplicativo “Controle na Engenharia” foi desenvolvido utilizando a plataforma Android, o que possibilita amplo acesso à comunidade em geral, por meio de celulares e tablets e encontra-se disponível na Play Store [1]. Para instalar, basta acessar: ufabc.net.br/appcontrolenaengenharia

Compensador de fase

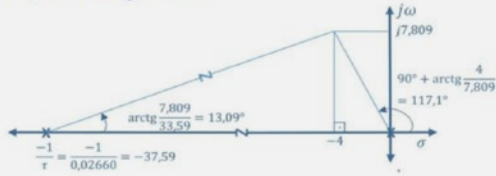
e, portanto, calculando a deficiência de ângulo ϕ que deve ser implementada no compensador:

$$\phi - 130,2^\circ = -180^\circ \rightarrow \phi = -49,81^\circ$$

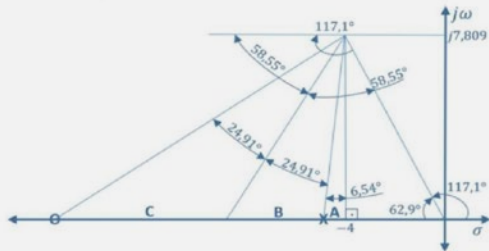
\therefore

$$\frac{\phi}{2} = -24,91^\circ$$

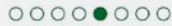
Ou, de forma geométrica:



e

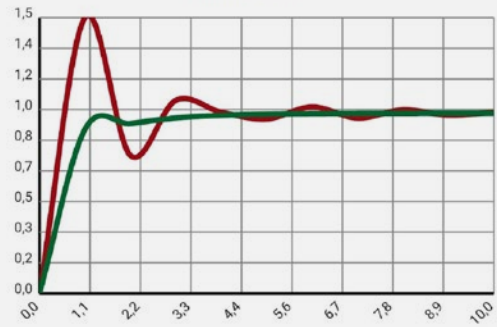


Também, observa-se em detalhes que o polo e o zero do compensador são determinados por:



Controle PID

Controle PID



Veja os dois sistemas:

Não controlado

Com controlador PID

Mude aqui os ganhos:

Kp

Ki

Kd

O que estou vendo aqui?

Avalie essa seção!

Figura 3. Exercício resolvido passo a passo.
Fonte: Autora(es)

Figura 4. Interatividade – Gráfico variando de acordo com os parâmetros escolhidos. Fonte: Autora(es)

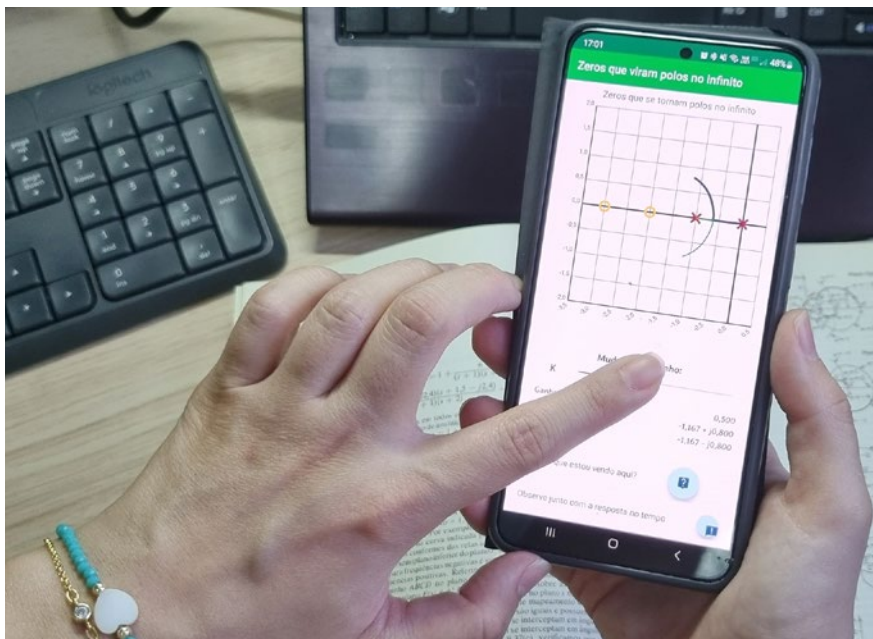


Figura 5. Imagem de usuário utilizando o aplicativo Controle na Engenharia. Fonte: Autora(es)

Referência

[1] Acesso ao aplicativo via Play Store (para dispositivos Android)
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.icufabc.scea&hl=pt_BR&gl=US.

Autora

Heloise Assis Fazzolari

Professora Doutora vinculada ao Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (CECS) da Universidade Federal do ABC

heloise.fazzolari@ufabc.edu.br

Autores

Alfredo Del Sole Lordelo

Professor Doutor vinculado ao Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (CECS) da Universidade Federal do ABC

alfredo.lordelo@ufabc.edu.br

Luan Felipe Sampaio

Bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC

Estudante de Iniciação Científica vinculado ao curso de Engenharia Aeroespacial da UFABC

luan.sampaio@aluno.ufabc.edu.br



Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem para cursos de engenharia: do estudante para o estudante

Nos últimos anos, as tecnologias inseriram-se no cotidiano das pessoas sendo amplamente utilizadas para todo tipo de atividade, inclusive na educação. Essas tecnologias usadas em sala de aula são conhecidas como Objetos de Aprendizagem (OAs), podendo ser físicos ou digitais. Atualmente existem repositórios com uma grande variedade de OAs digitais organizados de acordo com o nível de ensino, a matéria ou área de conhecimento. A maioria destes OAs, porém, acaba sendo mais voltada aos ensinamentos fundamental e médio, principalmente quando se trata das ciências exatas. Assim observa-se que há uma defasagem em relação à disponibilidade dessas OAs destinadas às demandas do ensino superior, no âmbito das engenharias e, mais especificamente, nas engenharias IV (elétrica, biomédica e subáreas).

Atualmente, existem softwares computacionais (ou simuladores), que são amplamente utilizados e recomendados para os estudantes das engenharias IV, além de alguns laboratórios virtuais (LV), que são um tipo de OA mais complexo de desenvolver. Existem ainda outros usos das tecnologias em sala de aula, como aplicativos para smartphones, websites, etc.

Considerando essa situação e o interesse dos estudantes das engenharias na aprendizagem e uso de ferramentas computacionais, em conjunto com as dificuldades observadas para o ensino

de algumas disciplinas, surgiu a ideia de desenvolver OAs para matérias específicas dos cursos de engenharia, e, inicialmente, foram considerados os conteúdos da matéria de máquinas elétricas. O desenvolvimento é realizado pelos próprios estudantes em projetos de iniciação científica ou trabalhos de conclusão de curso.

Na sala de aula podem ser utilizadas ferramentas que permitam aos estudantes verificar se os resultados dos cálculos teóricos efetuados estão corretos. Atualmente existem softwares computacionais que servem como calculadoras de álgebra, cálculo, etc., mas quando o estudante está analisando um circuito elétrico, como ele sabe se escolheu adequadamente os valores dos componentes? Se ele estiver calculando os parâmetros de um motor, como ele pode verificar se seus resultados estão dentro do esperado?

Com essas situações em mente foram desenvolvidos até agora três OAs para o estudo de máquinas elétricas. A ideia é permitir ao estudante aprofundar seus conhecimentos de uso de softwares de simulação ou de ambientes de programação para obter um objeto digital que possa ser aproveitado em sala de aula, permitindo ao estudante (desenvolvedor) aprimorar seus conhecimentos computacionais e colocar em prática conhecimentos relacionados a seu curso específico, ajudando seus pares (estudantes que irão usar o OA).

Nas seções a seguir, descrevem-se três OAs desenvolvidos. Dois deles têm como objetivo verificar resultados e o terceiro possui a funcionalidade de emular o comportamento de um motor.

Usando as tecnologias para verificar resultados

O primeiro objeto aqui demonstrado, refere-se a uma calculadora de parâmetros do transformador. No mundo digital, ele é caracterizado como website e pode ser acessado pelo computador ou smartphone. Ele foi resultado de uma iniciação científica

que aproveitou os conhecimentos do estudante para desenvolvimento de websites. Os dados necessários para calcular os parâmetros do transformador são tensão, corrente e potência em condições extremas (curto circuito e circuito aberto), e devem ser coletados em experiências laboratoriais. A ideia é que, mediante esta calculadora, o estudante consiga verificar se a construção do circuito equivalente está correta, ou, dito de outra forma, se possui condições de calcular corretamente os parâmetros do transformador. Na Figura 1 apresenta-se uma imagem do website. Mais detalhes podem ser observados em [1].

Figura 1. Website em navegador para smartphone. Fonte: [2] Pereira e Herrera (2021,a)

O segundo objeto é caracterizado como microlearning. Ele possui o objetivo de apresentar os conceitos gerais sobre os motores de indução e conta ainda com funções adicionais, como uma calculadora de parâmetros do motor e alguns gráficos de funcionamento. Este OA é um APP do Matlab, portanto ele é mais restrito e requer ter uma conta no Mathworks online. Antes de elaborar este objeto, foram encontradas outras alternativas no próprio Matlab: um deles consiste em código simples (script) para realizar os cálculos requeridos, outro era uma simulação com diagrama de blocos no Simulink. Os três (script, Simulink e APP) foram aplicados em sala de aula para avaliar a usabilidade e preferências dos estudantes. Como resultado dessa avaliação, os estudantes indicaram que gostaram mais do APP, por apresentar uma síntese de conceitos que vai além dos cálculos (o script e o diagrama de blocos apresentavam apenas resultados numéricos), e, também, por sua apresentação estar em idioma nativo.

Na Figura 2, apresenta-se uma das telas do App, com os valores necessários que devem ser fornecidos e os resultados numéricos no circuito equivalente do motor. Mais detalhes podem ser observados em (3).

Observando o comportamento de um equipamento mediante uma simulação em software livre

O último OA foi desenvolvido no software Scilab, software semelhante ao Matlab, mas com a vantagem de ser software livre. Diferente do Matlab que tem objetivos comerciais, este software não conta com todas as funcionalidades do Matlab, sendo, portanto, uma opção excelente para desenvolver blocos funcionais que possam ser úteis à comunidade acadêmica, em geral, garantindo, assim, maior democratização do acesso a ferramentas computacionais.

Diferente dos dois OAs anteriores, este último tem como objetivo visualizar o comportamento de um motor de indução e foi resultado de um trabalho de grau de alunos da Engenharia de Instrumentação, Automação e Robótica da UFABC, com colaboração do professor Jesus Romero (4). O resultado pode ser observado na Figura 3, na qual o motor é representado mediante blocos funcionais, estes que se apresentam como principais vantagens dos simuladores, mas que ainda pode ser abstrata para os estudantes.

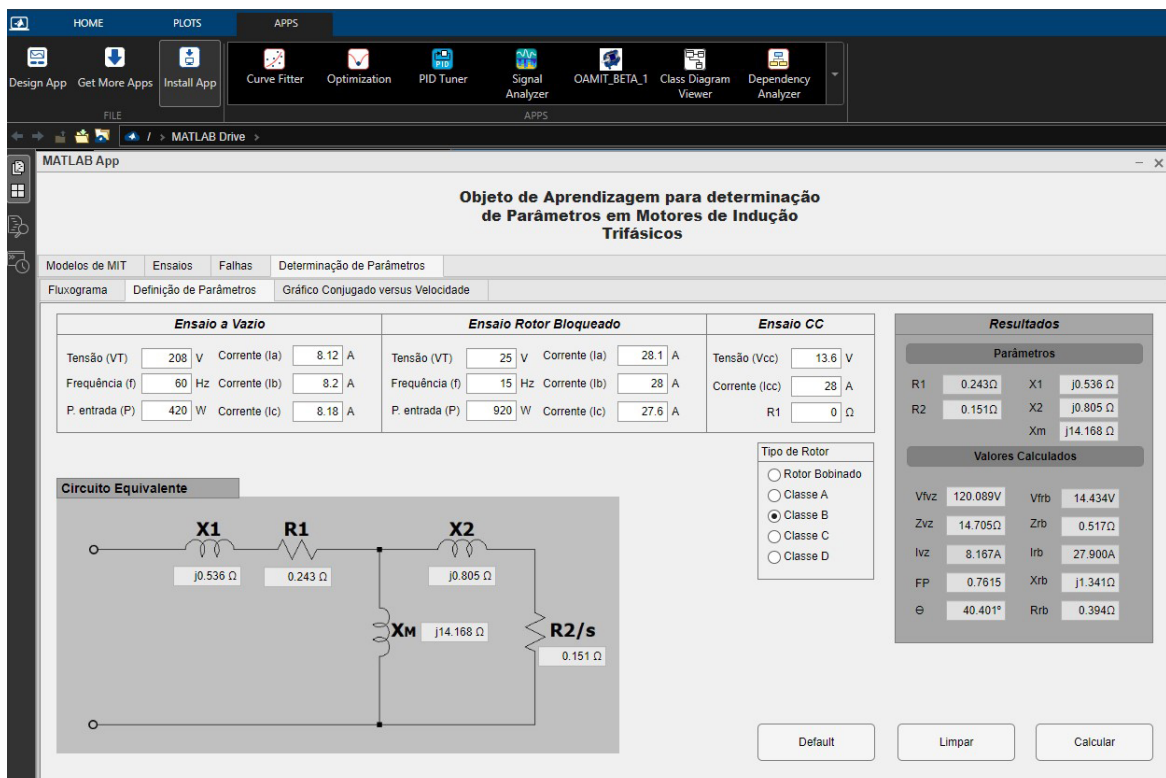


Figura 2. Tela do APP para cálculo de parâmetros do motor de indução.

Fonte: Screenshot do Aplicativo desenvolvido em [3] Gimenes Da Silva, Monteiro e Herrera (2021)

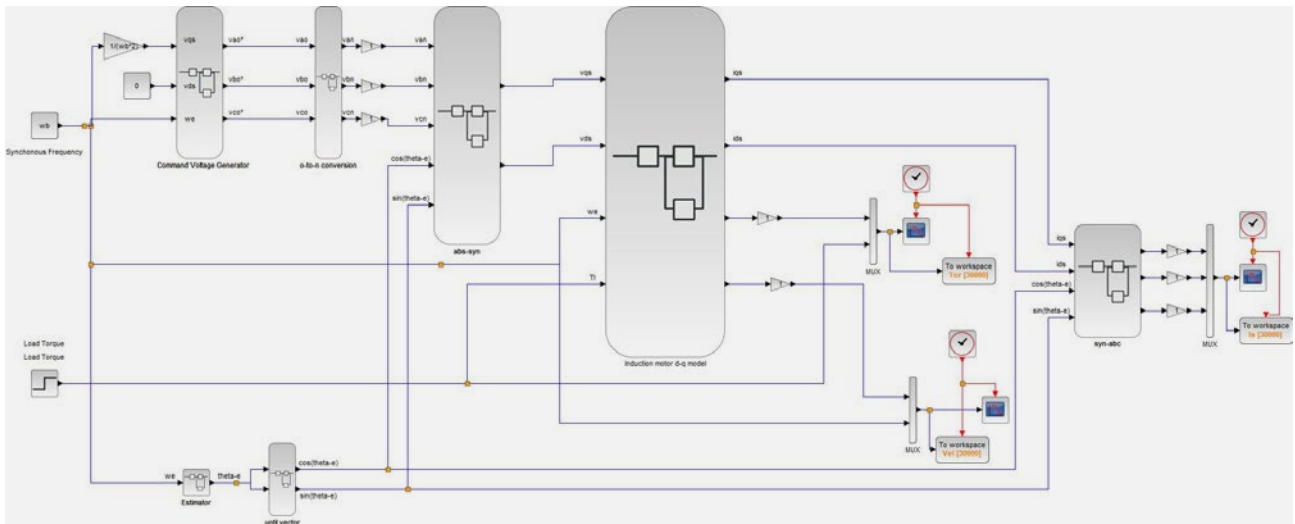


Figura 3. Tela simulação do motor de indução usado diagrama de blocos no Scilab/Xcos
 Fonte: Screenshot da simulação elaborada em [4] Medeiros, Fróes, Romero, e Herrera (2021)

Pessoas envolvidas

Desenvolver aplicativos ou website requer um trabalho conjunto entre estudantes desenvolvedores e docentes que consigam transmitir as necessidades exatas do OA para garantir atingir o objetivo de aprendizagem. Já o desenvolvimento de um LV é semelhante a desenvolver um jogo digital, que, diante da complexidade, precisa ao menos dos seguintes participantes:

- Os stakeholders e supervisores de conteúdo: pessoas responsáveis por ratificar a funcionalidade da aplicação, além de orientar e coordenar a execução correta do software. Papel desempenhado pelo professor ou orientador.
- Desenvolvedores: São eles que definem a melhor forma de construir a aplicação e qual plataforma mais adequada para o desenvolvimento. Projetos menos complexos podem ser construídos para aplicações web (HTML5, PHP ou Javascript), enquanto projetos mais complexos podem exigir uma engine mais sofisticada (por exemplo, Unity ou Unreal). A escolha da plataforma define a linguagem de programação e é interessante ser efetuada conforme a aptidão das pessoas envolvidas. Este papel é desempenhado pelos estudantes das engenharias e BCC.

- Design gráfico e outras mídias: A parte gráfica da aplicação é essencial para conclusão do projeto e importante para garantir uma melhor experiência do usuário. Consiste na criação de imagens, animações e áudios, além de definir elementos de user experience (UX) e usabilidade do software. Este papel é desempenhado por pessoas com conhecimentos em artes digitais.

Estes três grupos de pessoas são necessários para formar uma equipe completa para desenvolver um LV que possa contribuir com o processo de aprendizagem dos estudantes, desenvolvedores e usuários da UFABC.

Conclusões

Os dois primeiros OAs foram aplicados em sala de aula e avaliados pelos estudantes que ficaram impressionados pelo fato de estarem usando ferramentas desenvolvidas por colegas de curso. O principal objetivo desses OAs é fornecer um feedback dos resultados obtidos após coleta e tratamento de dados em aulas de laboratório.

O terceiro OA foi utilizado em oficinas como motivação para desenvolver simulações complexas utilizando o software livre Scilab, esta ferramenta pode ser bem explorada para aprimorar a sua usabilidade e ampliar os

blocos funcionais prontos que ele dispõe em prol da comunidade acadêmica da área das engenharias IV.

Espera-se poder continuar ampliando esta coleção de OAs e aproveitar a interdisciplinaridade da UFABC para atrair estudantes do Bacharelado em Ciência da Computação, além dos estudantes das Engenharias, e pensar em um conjunto em objetos digitais mais complexos como Laboratórios Virtuais e sua respectiva interação com o ambiente de aprendizagem virtual da instituição quando possível.

Referências

[1] Pereira, N. e Herrera, V. Aplicação Web Para Obtenção De Par Metros Do Circuito Equivalente De Transformadores Monofásicos, XLXI Congresso Brasileiro de educação em engenharia COBENG 2021 Brasil, Setembro 2021) DOI:10.37702/COBENGE.2021.3415

[2] Pereira, N. e Herrera, V. Calculadora de parâmetros do transformador, 2021a <https://resistencia-interna-trafo.vercel.app/>

[3] Gimenes, D., Da Silva, G. Monteiro, T e Herrera, V. Aplicação Em Matlab® Para Estudo do Motor de Indução Trifásico em Cursos De Graduação, XLXI Congresso Brasileiro de educação em engenharia COBENG 2021 Brasil, Setembro 2021) DOI:10.37702/COBENGE.2021.3416

[4] Medeiros, G., Fróes, M., Romero, J. e Herrera, V. Uso de Software Livre para Avaliação das Condições de Operação do Motor de Indução Trifásico. Trabalho de Grau Engenharia de Instrumentação, Automação e Robótica Universidade Federal do ABC, 2021.

Autora

Victoria Alejandra Salazar Herrera

Professora Doutora vinculada ao Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (CECS) da Universidade Federal do ABC

victoria.herrera@ufabc.edu.br

Autor

Gustavo Uruguay Castilho

Pós-Graduação em Ciência da Computação pela Universidade Federal do ABC

gustavo.castilho@ufabc.edu.br



Interação células e biomateriais na perspectiva da engenharia de tecidos

Na área de engenharia de tecidos, as células, os biomateriais e os fatores indutores são elementos centrais para a reconstituição funcional de tecidos e órgãos, ou mesmo sua regeneração. Dessa forma o estudo e a caracterização da interação com as células pode orientar o desenvolvimento de biomateriais mais efetivos e seguros para aplicação em engenharia de tecidos. Tradicionalmente, os biomateriais utilizados para as diferentes aplicações em engenharia de tecidos conferiam suporte bidimensional ou tridimensional para crescimento celular, na forma de membranas densas ou porosas, respectivamente. O desenvolvimento de novas tecnologias, como bioimpressão, possibilitou aprimorar a obtenção dos biomateriais.

A interação com biomateriais pode direcionar o comportamento de células. Os estímulos mecânicos que norteiam essa interação são traduzidos em um processo dinâmico de sinalização bioquímica intracelular que resultam em respostas tais como adesão, espalhamento, crescimento, migração, expressão gênica e diferenciação.

No organismo humano, a maioria dos tipos celulares é dependente de adesão, ou seja, interagem com o microambiente por meio de ancoragem e espalhamento. Nos tecidos, o microambiente corresponde, essencialmente, à matriz extracelular (MEC), que fornece ancoragem mecânica e importante sinalização

bioquímica às células, de forma dinâmica. Um dos desafios da engenharia de tecidos é recriar a complexidade de estímulos que a MEC transmite às células, possibilitando guiar determinado comportamento celular. Nesse sentido, o desenvolvimento de biomateriais que mimetizam a MEC, e a associação com substâncias indutoras, como fatores de crescimento, visam recriar o microambiente tecido-específico.

A MEC apresenta composição característica dependendo do tipo de tecido, sendo especialmente abundante nos tecidos conjuntivos. Como é uma estrutura bastante dinâmica, pode apresentar alterações resultantes do estado metabólico das células, ocorrência de patologias, ou envelhecimento do organismo. De forma geral, a MEC é composta por elementos fibrilares, como colágeno e fibras elásticas; elementos não fibrilares, como proteoglicanos e glicoproteínas; e microfibrilas (Figura 1).

Uma das formas mais bem caracterizadas de interação das células com a MEC é mediada por adesões focais. Esse processo é intermediado por proteínas presentes na superfície celular, as integrinas, que entram em contato com glicoproteínas adesivas da MEC, como a fibronectina. Dessa interação resulta a reestruturação de elementos do citoesqueleto, modificando a forma celular e resultando em sinalização intracelular específica.

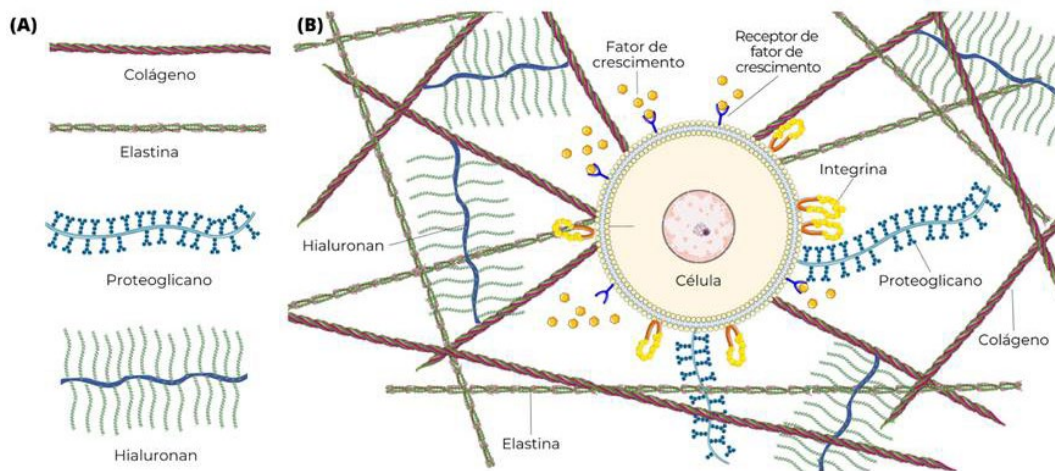


Figura 1. Matriz extracelular como microambiente para as células A. Principais componentes da MEC. (Servier Medical Art, 2023).
 Fonte: Tanimura EH, Servier Medical Art, 2023

O uso de biomateriais em engenharia de tecidos que induzam o estabelecimento de adesões focais favorece a interação celular e outros eventos tais como espalhamento e diferenciação celular. Para tanto, os biomateriais podem apresentar componentes naturalmente presentes na MEC, como a fibronectina, ou mesmo partes das proteínas adesivas, denominadas epítomos, que atuam nesse processo de adesão focal. A sequência arginina - glicina - ácido aspártico (RGD), derivada da fibronectina, é um dos exemplos mais conhecidos dentre esses epítomos. Essa sequência pode ser obtida de forma sintética e ser incorporada a biomateriais para favorecer a adesão celular. A partir do estabelecimento das adesões focais é iniciada a interação célula-substrato.

As análises de microscopia permitem observar a interação de células e biomateriais, sendo importante ferramenta de estudo, ainda considerando que existe uma

correlação direta da forma celular e sua função (Figura 2). Podem ser utilizadas desde as técnicas de microscopia de luz, direta ou invertida, microscopia eletrônica de transmissão e varredura, ou técnicas inovadoras, como a fotolitografia ou a impressão por microcontato.

A microscopia de luz possibilita o estudo da distribuição celular sobre biomateriais e a avaliação de morfologia celular, podendo ser realizadas com contraste de fase ou com corantes. Por fim, a técnica de microscopia eletrônica de varredura possibilita a avaliação morfológica da célula durante a interação desta com o substrato, em imagens de alta resolução. No projeto de Iniciação Científica, a aluna Carolina K Neves realizou avaliação da interação de células Vero com gelatina utilizando microscopia de luz com contraste de fase, microscopia de luz com corante (Figura 2A) e microscopia eletrônica de varredura (Figura 2B) com a finalidade

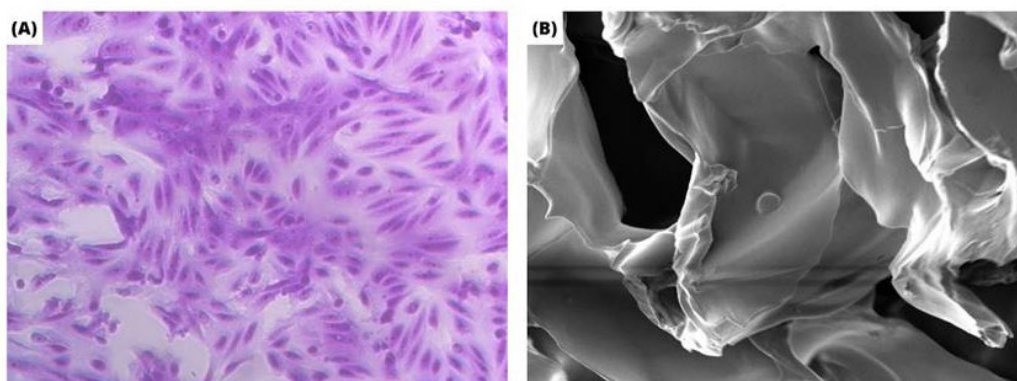


Figura 2. Interação das células com biomateriais. Estudos da morfologia celular por microscopia de luz (A) ou microscopia eletrônica de varredura (B). Fonte: Neves CK, Lombello CB, 2021

de caracterização biológica do biomaterial para utilização no tratamento de feridas crônicas, como ferramenta de engenharia de tecidos de pele. O biomaterial apresentou resultados negativos para a citotoxicidade e não interferiu no processo de proliferação celular, sendo assim uma alternativa segura para a engenharia de tecidos. Com objetivo semelhante de engenharia de tecidos de pele, será desenvolvido o projeto de Iniciação Científica da aluna Cristiane Araújo Gomes, denominado “Avaliação *in vitro* de biomaterial obtido a partir de bagaço de uva”.

As características superficiais dos biomateriais interferem diretamente na interação com as células, como por exemplo porosidade, rugosidade, cargas de superfície, geometria, molhabilidade, hidrofiliicidade, entre outros. A observação das interações que são estabelecidas com diferentes tipos celulares pode direcionar a melhor aplicação clínica desses biomateriais, em geral, biomateriais porosos, com poros interconectados e hidrofílicos favorecem a adesão de células.

O colágeno é um polímero natural, presente na MEC de diferentes tecidos, e que tem sido amplamente explorado como biomaterial na construção de arcabouços (ou *scaffolds*) para aplicação em diferentes áreas de engenharia de tecidos e medicina regenerativa, com o objetivo de reconstituição biológica da função ou composição desses tecidos, por exemplo pele, tecido ósseo e cardíaco.

A abordagem clínica baseada na engenharia de tecidos para a indução do processo regenerativo da pele envolve a utilização de biomateriais e biomoléculas associadas, para a condução da cicatrização

de ferimentos. Biomateriais à base de colágeno tipo I são explorados para essa finalidade devido às suas propriedades como a biocompatibilidade, favorecimento de adesão, espalhamento e diferenciação celular.

A possibilidade de incorporação ao colágeno de fatores de crescimento, que estimulam a migração de células do tipo fibroblasto e a diferenciação destas, proporcionando a reestruturação da matriz e a contração da lesão, reduzindo o tempo de cicatrização e favorecendo a reestruturação dos tecidos acometidos.

Células obtidas a partir da pele de doadores, semeadas sobre biomateriais a base de colágeno, constitui o primeiro arcabouço regulamentado para engenharia de tecido de pele, denominado Integra™ (Life Sciences). O uso de células humanas, inclusive células-tronco, tem sido explorado para a engenharia de tecidos.

O projeto de mestrado em Engenharia Biomédica (PPGEBM UFABC) da aluna Jackeline Sumie Katayose, em colaboração com aluna egressa desse grupo de pesquisa, Debora C Ferraraz, intitulado “Diferenciação condrogênica de células-tronco obtidas a partir de polpa de dente”, possibilitou a cultura e caracterização dessas células-tronco para interação combiomaterial de gelatina. As células mesenquimais da polpa dentária mostraram seu potencial proliferativo após 48 horas de plaqueamento, bom padrão de adesão celular e estabilidade cromossômica, estando em fase de avaliação da interação celular com biomaterial de gelatina visando sua utilização na engenharia de tecido condral (Figura 3A, 3B).

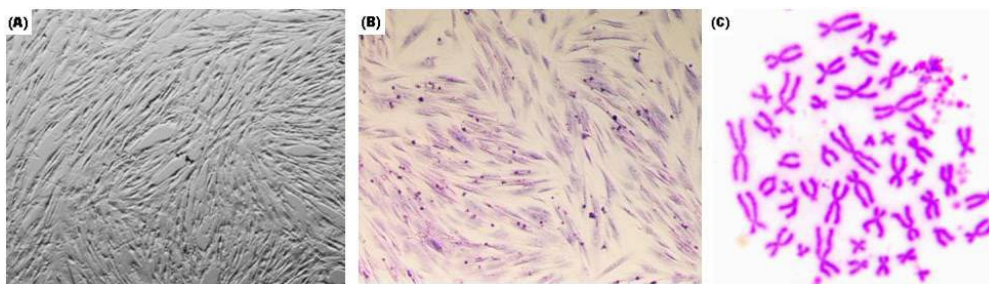


Figura 3: Proliferação de células tronco mesenquimais da polpa dentária em 72 horas, obedecendo a um dos critérios da International Society for Cell Therapy (ISCT) para caracterização celular, com contraste de fase (A), e azul de toluidina (B). Análise do cariótipo celular (C). Fonte: Sumie JK, Ferraraz DC, Lombello CB, 2022

Quando se trata de engenharia de tecido ósseo, existem algumas opções de biomateriais disponíveis comercialmente que mimetizam a estrutura óssea inorgânica. Um exemplo é a hidroxiapatita de cálcio $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, ou outros sais de fosfato de cálcio, com características osteocondutoras e bioativas, direcionando a formação de tecido ósseo.

Esses biomateriais podem ser associados ao colágeno, principal componente orgânico da matriz óssea, resultando em arcabouço com propriedades biomiméticas utilizados para a regeneração de lesões ósseas, como substitutos ósseos. Auxiliando o processo de regeneração tecidual, implantes metálicos são utilizados com a finalidade de estabilizar áreas de perda óssea, possibilitando a restauração do tecido. O projeto da aluna Andressa Francine Martins, no mestrado em Engenharia Biomédica (PPGEBM UFABC), em colaboração, visa caracterizar a interação de células com titânio grau 2 nanoestruturado, desenvolvido pelo Prof Anibal Mendes (UFABC), colaborador desse projeto. Dessa forma será possível propor a segurança de uso do titânio nanoestruturado na fabricação de dispositivos médicos.

A engenharia de tecidos cardíacos explora o uso de técnicas e biomateriais com potencial de desenvolver estruturas funcionais para substituição ou reparo de partes danificadas do coração. O coração é constituído predominantemente por músculo estriado cardíaco, um tecido altamente especializado, porém com capacidade de regeneração limitada. Sendo assim, uma abordagem para regeneração e reparo do tecido cardíaco é a construção de arcabouços projetados para oferecer um ambiente adequado para o crescimento, diferenciação e funcionamento das células, devido suas propriedades mecânicas e físicas capazes de suportar as forças mecânicas envolvidas na contração e expansão do coração. O projeto da aluna Emily Hajdu Tanimura, "Avaliação *in vitro* de biomaterial de celulose com potencial de uso em tecido cardíaco", visa explorar essa área de pesquisa.

Em qualquer uma das áreas de engenharia de tecidos mencionada, a caracterização morfológica da interação de células com os arcabouços é uma etapa fundamental da avaliação de resposta biológica do organismo. Os estudos nesta área podem resultar em um grande avanço para a engenharia de tecidos, medicina regenerativa e a biofabricação de órgãos artificiais.

No curso de Engenharia Biomédica da UFABC, o grupo de pesquisa em Engenharia de Tecidos e Biomoléculas, sob coordenação da Profa Christiane Bertachini Lombello, atua na avaliação biológica de biomateriais e engenharia de tecidos. O grupo faz colaboração com Professoras da Instituição de diferentes áreas do conhecimento, conta com a participação da Profa Mônica Helena do Nascimento, e tem a atuação expressiva de jovens pesquisadoras.

Quer saber mais sobre a interação de células e biomateriais em engenharia de tecidos?

- Sanz-Herrera JA, Reina-Romo E (2022) Cell-biomaterial mechanical interaction in the framework of tissue engineering: insights, computational modeling and perspectives. *Int J Mol Sci.* 2011;12(11):8217-44
- Du J, Katti D, Thomas V (2022) Interactions between Biomaterials and biological tissues and cells, Part I. *JOM* 74,3334–3335

Autoras

Christiane Bertachini Lombello

Professora Doutora vinculada ao Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (CECS) da Universidade Federal do ABC
christiane.lombello@ufabc.edu.br

Mônica Helena Monteiro do Nascimento

Professora Doutora vinculada ao Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (CECS) da Universidade Federal do ABC
monica.nascimento@ufabc.edu.br

Carolina Kafka Neves

UFABC/Graduação em Engenharia Biomédica;

Emily Hajdu Tanimura

UFABC/Graduação em Engenharia Biomédica;

Cristiane Araujo Gomes

UFABC/Engenharia Biomédica;

Jackeline Sumie Katayose

UFABC/Pós-Graduação em Engenharia Biomédica;

Debora Carajiliascov Ferraraz

UFABC/Doutora em Biotecnociência pela UFABC



Movimentação animal: combinando memória espacial e dinâmica populacional

Introdução

A movimentação animal desempenha um papel crucial na ecologia e na conservação da biodiversidade. Compreender os fatores que influenciam a movimentação dos indivíduos é fundamental para prever e gerenciar o desenvolvimento de estratégias de manejo e conservação de espécies. Nesse sentido, este trabalho apresenta estratégias interdisciplinares para explorar a interação entre a memória dos indivíduos e as diferentes dinâmicas de crescimento populacional, a fim de obter uma compreensão mais abrangente da movimentação animal.

A movimentação animal recebe ampla atenção em diversas áreas das ciências. No entanto, muitas vezes, a pesquisa é restrita a disciplinas isoladas que se concentram em fenômenos individuais, como navegação, estratégias de busca ou considerações teóricas sobre a distribuição ideal da população [Fordham, 2014]. Este trabalho condensa pesquisas recentes que usam fundamentos da física, matemática e computação para avaliar efeitos da movimentação individual no uso do ambiente pela população.

A exploração de habitat por animais é melhor compreendida quando se consideram as mudanças na paisagem, devido a processos naturais ou antropogênicos, e as estratégias de movimento dos indivíduos. Vários instrumentos são utilizados por

pesquisadores para compreender os comportamentos em nível populacional e sua conexão com a dinâmica da paisagem, visando, por exemplo, programas de conservação e avaliação das mudanças de padrões migratórios devido a processos de urbanização.

Estudos recentes sugerem que a heterogeneidade espacial e a previsibilidade temporal dos recursos são fatores que contribuem para definir os padrões de estratégias de movimento [Mueller, 2008], como o sedentarismo (ou seja, residência em uma área pequena comparada a todo habitat), a migração e o nomadismo. Neste trabalho, são apresentados estudos computacionais [Berbert, 2012] e matemáticos [Berbert, 2018; Oliveira, 2020a; Oliveira, 2020b] que mostram que a dependência da memória espacial e da dinâmica de crescimento populacional são outros parâmetros importantes para a distinção entre esses padrões. Por exemplo, animais migratórios possuem uma memória longa das áreas que preferem revisitar, enquanto animais nômades têm memória curta das áreas recém-visitadas como locais a serem evitados.

Compreender padrões de movimento e uso do espaço e a importância da memória espacial e da dinâmica populacional contribuem para o desenvolvimento de estratégias de manejo e conservação mais eficazes, em face de mudanças ambientais como a degradação do habitat e as alterações climáticas.

O restante deste artigo está organizado como segue: na Seção 2, encontra-se o modelo computacional e resultados. Na Seção 3, a abordagem matemática e resultados numéricos. Na Seção 4, encontra-se a discussão e conclusão.

Modelo baseado em indivíduos e resultados computacionais

De acordo com as propostas [Mueller, 2008], em relação ao movimento animal e à dinâmica da paisagem, é sugerido que a confiança dos animais em sua memória espacial também influencia os padrões de uso do espaço em nível populacional. O modelo em Berbert (2012) fornece suporte para avaliar essa relação. Os pesquisadores analisaram duas estratégias de exploração:

- *trabalho*, baseada em memória de curta duração, e
- *referência*, baseada em memória de longa duração.

Foram observadas trajetórias complexas resultantes dessas estratégias. Foram também identificadas trajetórias bem-sucedidas e outras pouco eficientes, quando consideramos como objetivo da trajetória encontrar um lugar específico no habitat disponível. Isso resultou em um diagrama de padrões ecológicos de movimento animal, mostrado na Figura 1, no qual a persistência da paisagem se refere a quanto ela permanece a mesma durante todo o tempo considerado, e a memória crítica de trabalho é um dos parâmetros avaliados no modelo.

No diagrama, foram delimitadas as regiões para sedentarismo, migração e nomadismo como funções da persistência da paisagem e da memória de trabalho. O sedentarismo ocorre em paisagens altamente persistentes e com memória de trabalho curta, restringindo os movimentos dos indivíduos a áreas pequenas. A migração ocorre em paisagens onde os indivíduos têm acesso a todo o espaço e podem explorá-lo de forma eficiente. O nomadismo ocorre em paisagens onde os

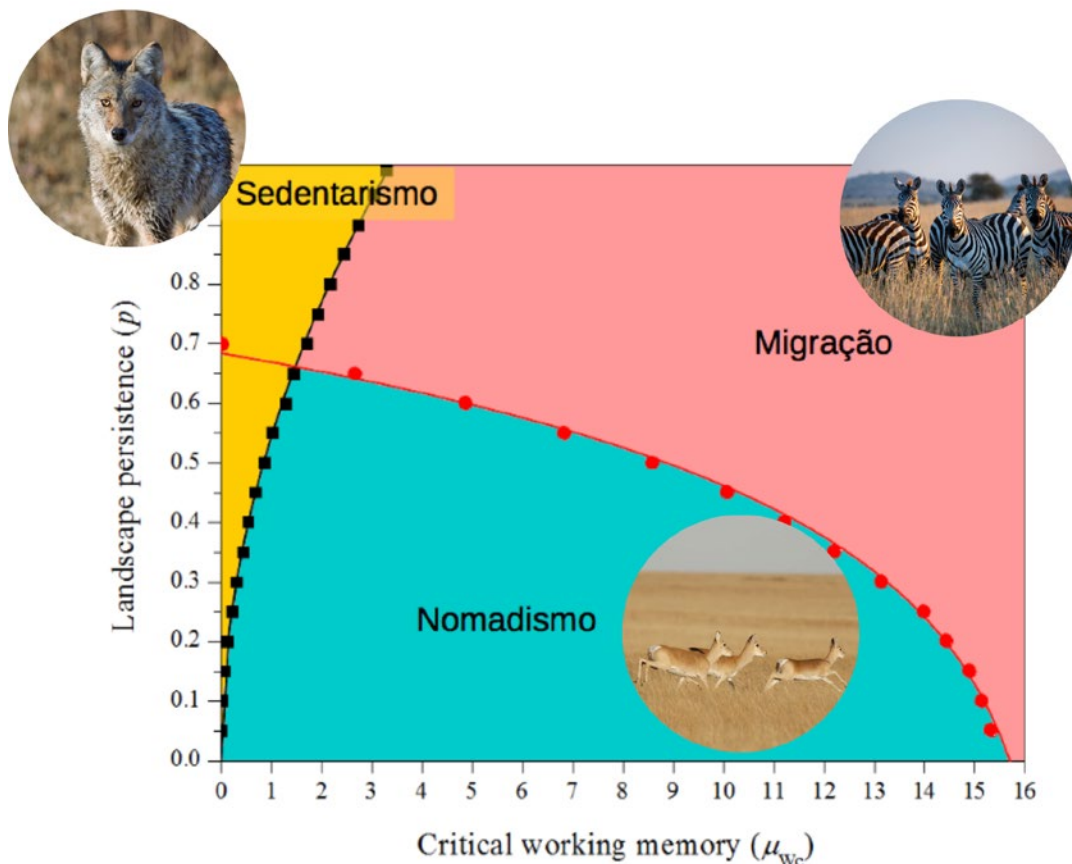


Figura 1. Padrões de movimento em nível populacional são influenciados pela **persistência da paisagem e memória crítica**. Em paisagens persistentes, ocorre o sedentarismo, por exemplo coyotes. Paisagens altamente persistentes e/ou grande memória crítica facilitam a migração (ex: zebras). Em paisagens com baixa persistência, ocorre o nomadismo, como por exemplo as gazelas da Mongólia. Fonte: Elaborado pela autora

indivíduos podem explorar todo o espaço, mas seu comportamento de busca é ineficiente para encontrar um lugar específico.

Esta é uma abordagem na qual se considera a decisão de movimentação feita por cada indivíduo. Para uma abordagem populacional, ou seja, para avaliar como a população se redistribui pelo habitat, uma abordagem matemática é necessária, como é apresentado a seguir.

Modelo matemático e resultados numéricos

Considere uma população animal que explora o ambiente movendo-se para locais ricos em recursos, evitando lugares com recursos esgotados. O objetivo de cada animal é encontrar o recurso, minimizando o gasto de energia e maximizando a eficiência na busca. Para economizar energia, o animal vai a locais próximos e, para aumentar a eficiência na localização do recurso, prefere lugares onde os recursos são mais abundantes, ou seja, aqueles que ainda não foram visitados (e os recursos consumidos!). Dessa forma, o animal precisa

- localizar áreas próximas e
- evitar lugares os quais eles se lembram de terem visitado.

Para o primeiro ponto, consideramos uma estratégia baseada em movimentação localizada. Para o segundo, consideramos uma estratégia baseada na memória.

Assim, foi definido um sistema de equações acopladas [Oliveira, 2020a e 2020b], esquematizada na figura 2, com uma equação de reação-difusão-advecção, cuja parte reativa representa o crescimento populacional, a parte difusiva representa a dispersão localizada e aleatória e a advecção (ou arrasto) é devida à memória. E outra equação para a dinâmica da memória.

As soluções numéricas revelam que a memória desempenha um papel importante no uso do espaço. À medida que a memória aumenta, ocorre um aumento na dispersão espacial. A taxa de crescimento também influencia o padrão de dispersão, com populações de crescimento rápido apresentando uma dispersão mais ampla do que aquelas com crescimento lento.

O alcance espacial alcançado pela população nos permite entender o uso



Figura 2. Esquema das equações acopladas para a dinâmica de reação-difusão-advecção.
Fonte: Elaborado pela autora

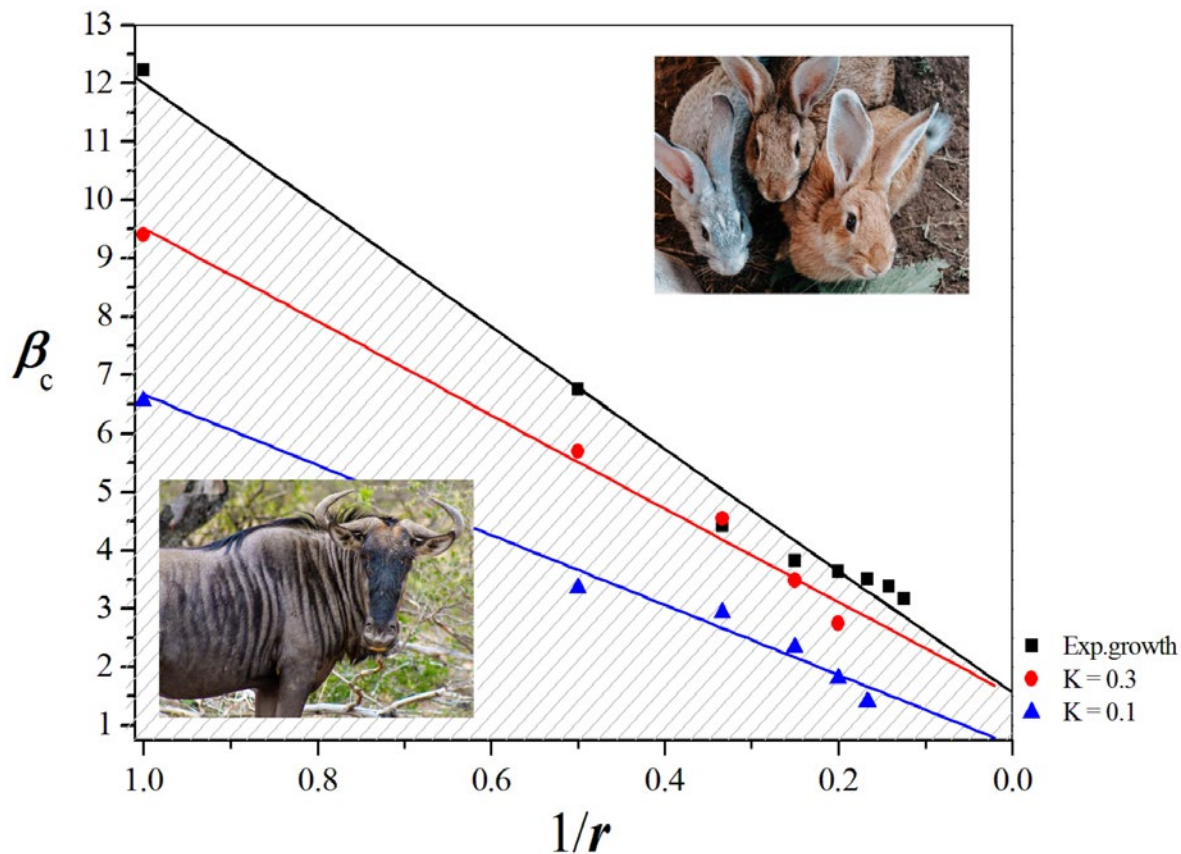


Figura 3. Memória espacial como função do inverso da taxa de crescimento para crescimentos exponencial e logístico com $K = 0,3$ e $K = 0,1$. Fonte: Elaborado pela autora

do espaço de acordo com os parâmetros do modelo. Os resultados mostram que a memória é um fator que provoca alternância da dinâmica entre dois comportamentos de dispersão, como pode ser observado no espaço de parâmetros definido pela memória e taxa de crescimento, veja figura 3.

Numa perspectiva biológica, para espécies com pequeno número de descendentes por período de reprodução, como alguns mamíferos, como o gnu ilustrado na Fig. 3, a memória desempenha um papel essencial na expansão da exploração do ambiente. Isso implica que populações com alta taxa de crescimento (como coelhos na Fig. 3) têm um comportamento de dispersão mais amplo do que uma população com baixa taxa de crescimento, que depende da contribuição da memória para expandir a exploração do espaço.

Discussão e conclusão

A movimentação animal envolve a exploração do espaço em busca de recursos, parceiros reprodutivos, abrigos e para evitar predadores. Diversos fatores influenciam as decisões de movimento, incluindo mecanismos de navegação, formas de locomoção, dinâmica da paisagem, dinâmica populacional e memória espacial dos indivíduos. A memória permite que os animais se lembrem de locais previamente visitados, influenciando suas decisões de movimento. Este artigo discute brevemente estudos que consideram a memória espacial e a dinâmica populacional na movimentação animal.

Compreender como as taxas de crescimento da população afetam os padrões de uso do espaço é essencial para a ecologia do movimento. Uma abordagem integrada

que considera mecanismos de navegação e dinâmica populacional demonstra como as dinâmicas populacionais influenciam a disponibilidade de recursos, impactando diretamente nos padrões de movimento e uso do ambiente. Estudos computacionais e matemáticos, neste contexto, mostram os efeitos em padrões de movimentação.

Em conclusão, este estudo enfatiza a importância de uma abordagem interdisciplinar com consideração simultânea da memória dos indivíduos e das dinâmicas de crescimento populacional na compreensão da movimentação animal. Ao considerar a influência desses fatores, obtemos uma visão ampla dos processos subjacentes à movimentação animal e suas implicações para a ecologia e a conservação.

Referências

D.A. Fordham, K.T. Shoemaker, N.H. Schumaker, H.R. Akcakaya, N. Clisby, B.W. Brook. 2014.

Biology Letters 10: 5.

Mueller, T. and W.F. Fagan, 2008. **Oikos** 117: 654-664.

Fagan, WF, M A Lewis, M Auger-Méthé, T Avgar, S Benhamou, G Breed, L LaDage, U Schlägel, W Tang, Y Papastamatiou, J Forester, and T Mueller. 2013. **Ecology Letters**. 16: 1316-1329.

Berbert, J.M., and W.F. Fagan. 2012. **Ecological Complexity**. 12: 1-12.

Berbert, J.M., and M.A. Lewis. 2018. **Ecological Complexity**. 33: 41-48.

Oliveira, K.A. and J.M. Berbert. 2020a. **Mathematical Biosciences**, 324,108346.

Oliveira, K.A. and J.M. Berbert. 2020b. **Indian Academy of Sciences Conference Series**, 3,1.

Autora

Juliana M. Berbert

Professora vinculada ao Centro de Matemática, Computação e Cognição (CMCC) da Universidade Federal do ABC (UFABC)

juliana.berbert@ufabc.edu.br



Nanocobre obtido por óleos essenciais e suas aplicações biomédicas

O cobre (Cu) é um mineral com comprovado efeito antibacteriano possuindo também toxicidade contra células tumorais. Na forma nanoparticulada (um nanomaterial tem tamanho de até 100 nm, em pelo menos uma dimensão), o cobre demonstra efeitos benéficos superiores com maior eficiência e menor toxicidade, em comparação à sua forma massiva/iônica (não nanoestruturada) (1). CuO NPs (nanopartículas de óxido de cobre) são amplamente utilizadas como agentes anticancerígenos, antimicrobianos e antioxidantes. CuO NPs apresentam ações antimicrobianas frente a bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, com grande potencial no combate às infecções causadas por bactérias resistentes a antibióticos, podendo ser utilizadas como uma alternativa a antibióticos e agentes antifúngicos, evitando a resistência bacteriana aos antibióticos (2).

Nas últimas décadas, as nanopartículas à base de cobre têm se mostrado promissoras devido às suas propriedades únicas e versáteis aliadas à sua biocompatibilidade, que, em quantidades baixas, são adequadas para aplicações agrícolas e biomédicas, como, por exemplo, a terapia antitumoral. Neste contexto, o presente trabalho propôs preparar CuO NPs a partir de rotas verdes e sustentáveis e avaliar seu efeito tóxico frente a linhagem tumoral de câncer de pele (melanoma), bem como sua ação antibacteriana.

O melanoma é um tipo de câncer de pele que ocorre devido ao crescimento desordenado dos melanócitos, que são as células produtoras de melanina na nossa pele, pode ser considerado um dos tipos mais grave de câncer por ser excessivamente agressivo e resistente aos tratamentos convencionais, o que torna as nanopartículas de cobre uma opção interessante para o seu tratamento. Vários estudos têm sido realizados para investigar os benefícios e efeitos colaterais da CuO NPs no tratamento do câncer. Sabe-se que nanopartículas à base de cobre podem ajudar a inibir a formação de novos vasos sanguíneos que alimentam o tumor. Desta forma, neste artigo, serão apresentados alguns dos principais resultados que obtivemos a partir de nossos estudos.

Obtenção de nanopartículas de óxido de cobre (CuO NPs) por óleos essenciais: rotas verdes e sustentáveis

Nanopartículas à base de metais, como CuO NPs, podem ser preparadas no laboratório por processos físicos e/ou químicos, conhecidos como “métodos clássicos”. No entanto, devido a várias preocupações, custo e toxicidade, hoje há uma necessidade óbvia de métodos de preparo que sejam economicamente viáveis e ambientalmente seguros.

Felizmente, essas nanopartículas podem ser obtidas de maneira eficiente por rotas verdes, utilizando extratos vegetais e óleos essenciais, também conhecida como síntese biológica (3). Nessas rotas verdes, as condições experimentais são simples, a reação de formação das nanopartículas ocorre à temperatura e pressão ambientes e em meio aquoso, na ausência de solventes e sem geração de subprodutos tóxicos. Além disso, o agente biológico atua no revestimento das nanopartículas formadas, protegendo-as de degradação.

Neste trabalho, utilizamos uma rota verde na preparação de CuO NPs a partir de óleos essenciais das espécies vegetais pimenta rosa (*Schinus terebinthifolia*) e capim limão (*Cymbopogon citratus*), abundantes na biodiversidade brasileira. A pimenta rosa possui ação anti-inflamatória e antioxidante

na pele, auxilia na redução de manchas, sendo indicada no tratamento de doenças de pele, tais como a acne e psoríases, além de possuir ação bactericida, antifúngica e antisséptica, pode atuar na regeneração de ferimentos e queimaduras. O óleo essencial de capim limão possui propriedades similares ao da pimenta rosa e tem como diferencial a ação analgésica.

A Figura 1 representa esquematicamente o trabalho desenvolvido.

O óleo essencial é composto por vários tipos de metabólitos vegetais secundários, como os terpenóides e fenólicos, sendo substâncias necessárias para proteger a planta e estimular o seu crescimento. Para os humanos, a principal marca é o gosto e o odor dos frutos e das plantas e seu uso em óleos essenciais se destaca por propriedades curativas.

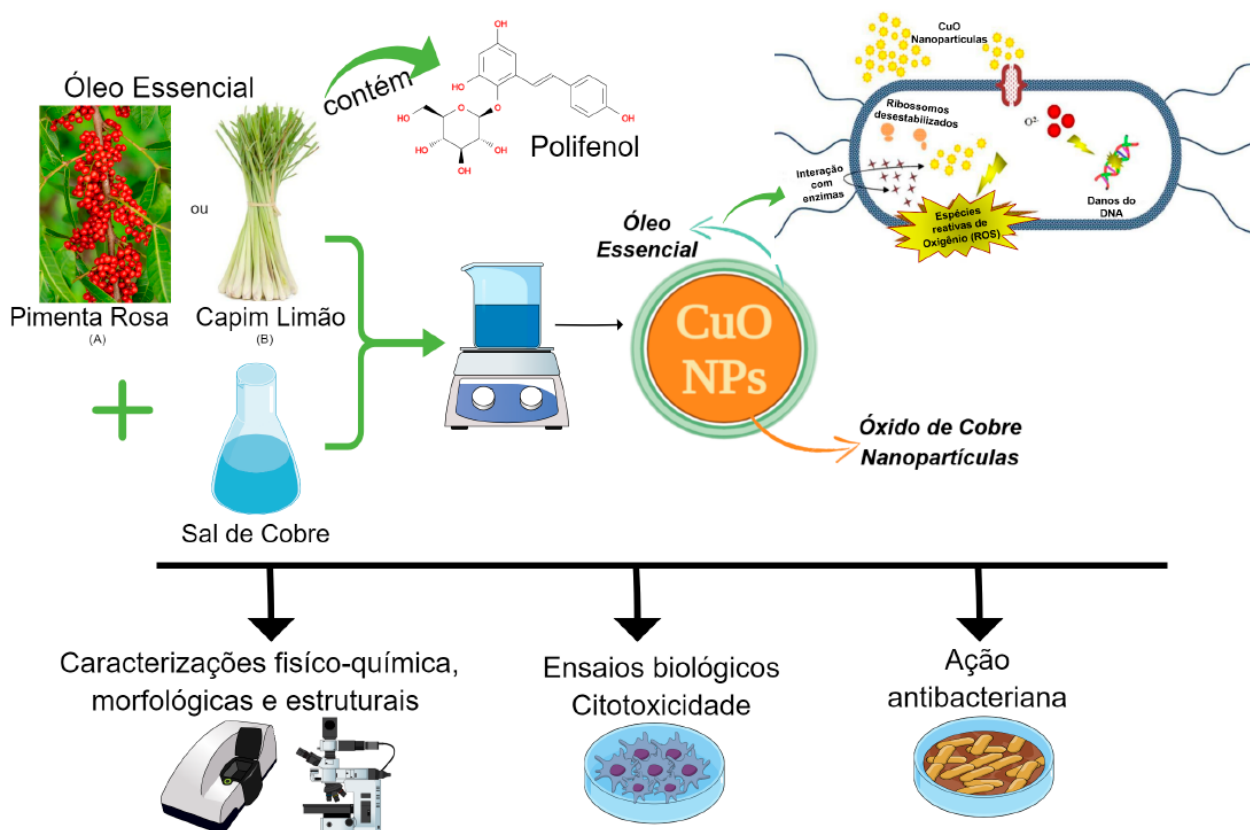


Figura 1. Representação esquemática da preparação de CuONPs obtidas por óleos essenciais. Fonte: Acervo da autora

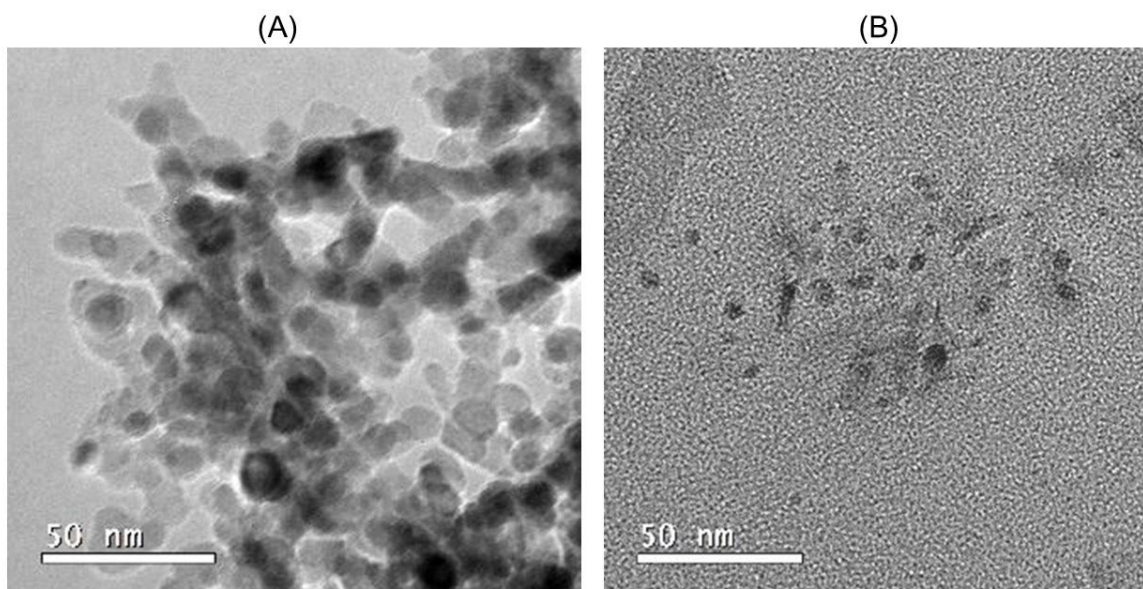


Figura 2. Imagens representativas de microscopia de CuONPs obtidas a partir de (A) pimenta rosa e (B) capim limão. Fonte: Acervo da autora

As CuO NPs obtidas pelo óleo essencial de pimenta rosa demonstraram um tamanho de 242 nanômetros, já as CuO NPs obtidas pelo óleo essencial de capim limão tiveram um tamanho de 209 nanômetros. A Figura 2 mostra imagens representativas de microscopia eletrônica de transmissão de CuO NPs obtidas a partir do óleo de pimenta rosa (A) e de CuO NPs obtidas a partir do óleo de capim limão (B). As imagens de microscopia revelam que as partículas são esféricas, bem distribuídas e seu tamanho se encontra em escala nanométrica (1 nanômetro equivale à 1×10^{-9} m).

Efeitos biológicos: toxicidade das nanopartículas em células tumorais e ação antibacteriana

A toxicidade dessas nanopartículas foi avaliada frente linhagens malignas, como por exemplo o melanoma (VMM39) e contra fibroblastos (FN1), células não tumorais, para comparação (Figura 3).

Os resultados demonstram que ambas as nanopartículas, tanto as preparadas a partir da pimenta rosa (CuONPs-PR) quanto as nanopartículas preparadas a partir do capim limão (CuO NPs-CP), apresentam toxicidade

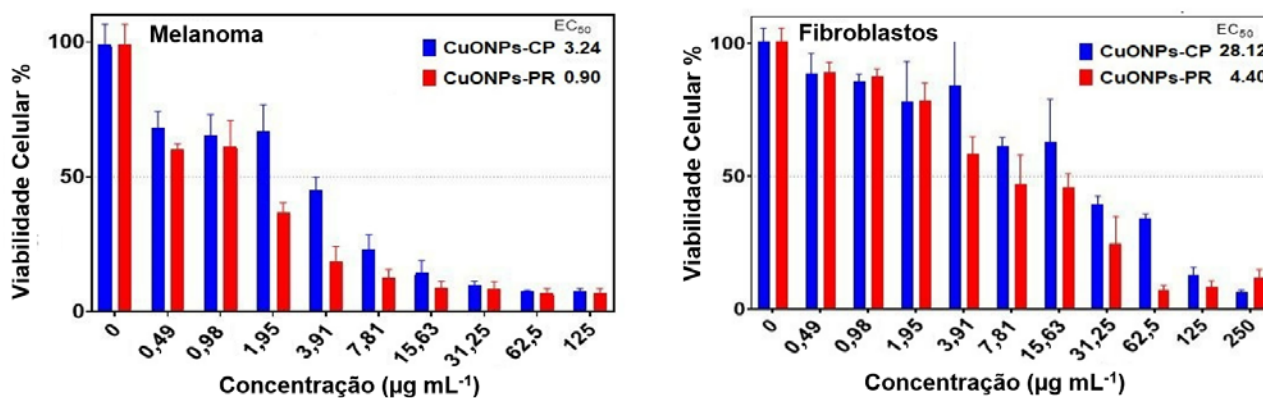


Figura 3. Viabilidade celular das nanopartículas preparadas a partir de óleos de pimenta rosa (CuONPs-PR) e de capim limão (CuONPs-CP) contra melanoma (câncer de pele) e fibroblastos (células saudáveis da pele). Fonte: Acervo da autora

dependente da concentração contra ambas as linhagens celulares (células tumorais e células não tumorais) nas concentrações testadas. O EC50 é a concentração (ou dose) eficaz na produção de 50% da resposta máxima e é uma maneira conveniente de comparar as potências dos fármacos. É importante ressaltar que ambas as nanopartículas demonstraram maior toxicidade frente às células tumorais (melanoma) do que para as células não tumorais (fibroblastos). Por exemplo, as CuONPs-CP precisam de uma quantidade menor das nanopartículas para matar as células tumorais, em comparação com a quantidade necessária para matar as células não tumorais. Estes resultados indicam maior toxicidade dos CuONPs sintetizados com óleo essencial para células de melanoma, em comparação com as células de fibroblastos, sugerindo uma janela segura para potencial uso dessas nanopartículas. Além disso, nanopartículas de CuONPs-PR mostraram-se mais tóxicas para ambas as linhagens celulares, em comparação com CuONPs-CP, indicando que a natureza química do óleo essencial usado na biossíntese de nanopartículas confere efeito biológico adicional devido ao efeito de capa sobre a superfície das nanopartículas.

Recentemente, a OMS publicou uma lista de bactérias para as quais novos antibióticos

são urgentemente necessários para enfrentar a crescente resistência antimicrobiana global, portanto, escolhemos duas bactérias consideradas de alta prioridade, que são *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, nas quais obtivemos os resultados na Figura 4, porcentagem de morte bacteriana em função da concentração de nanopartículas. Os resultados mostraram que ambas as nanopartículas (CuONPs-PR e CuONPs-CP) foram efetivas na morte bacteriana, em baixas concentrações testadas.

Conclusão

CuO NPs podem ser preparadas a partir de óleos essenciais de plantas e desempenham potente toxicidade contra células tumorais de câncer de pele (melanoma), em concentrações não tóxicas para células não tumorais da pele. Além disso, essas nanopartículas desempenham ação antibacteriana contra bactérias de relevância biomédica. Essas nanopartículas foram obtidas por rotas verdes, sustentáveis e economicamente viáveis. Mais estudos são necessários para avaliar o mecanismo de ação dessas nanopartículas nas células, bem como comparar sua eficácia com medicamentos já usados clinicamente.

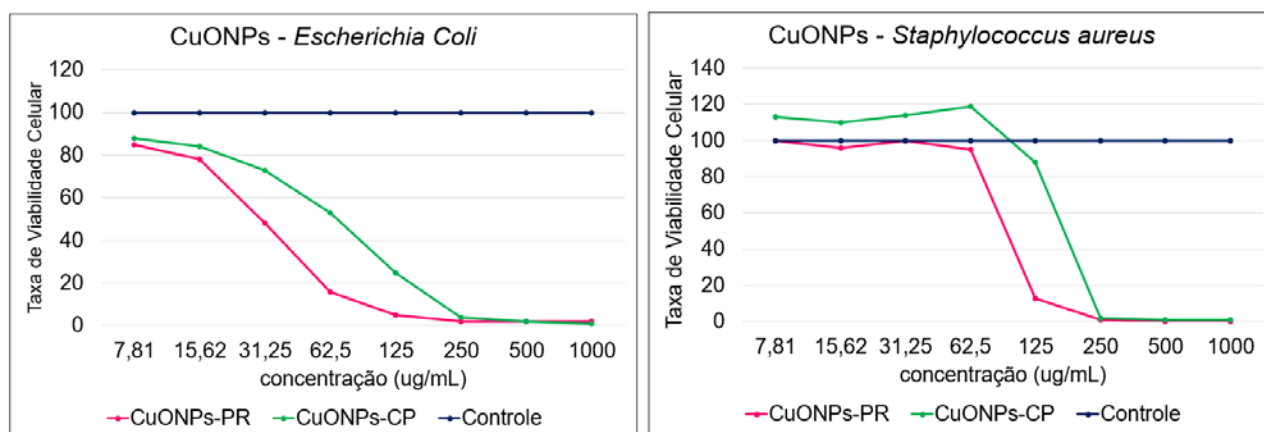


Figura 4. Taxa de viabilidade celular de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* tratadas com nanopartículas preparadas a partir de óleos de pimenta rosa (CuONPs-PR) e de capim limão (CuONPs-CP). Fonte: Acervo da autora

Referências

1. Prabhu YT, et al. (2017) A facile biosynthesis of copper nanoparticles: a micro-structural and antibacterial activity investigation. J Saudi Chem Soc 21: 180-185.
2. Naika HR, et al. (2015) Green synthesis of CuO nanoparticles using *Gloriosa superba* L. extract and their antibacterial activity. J of Taibah Univ for Sci 9: 7-12.
3. Urzedo AL, Gonçalves MC, Nascimento MHM, et al. (2020) Cytotoxicity and antibacterial activity of alginate hydrogel containing nitric oxide donor and silver nanoparticles for topical applications. ACS Biomaterials Sci Eng 6: 2117-2134.

Autoras

Amedea Barozzi Seabra (Orientadora)

Centro de Ciências Naturais e Humanas-
CCNH/UFABC

amedea.seabra@ufabc.edu.br

Nathalia Sanchez Barbosa

Mestranda em Biotecnociência BTC/UFABC

nathalia.sanchez@ufabc.edu.br

Giselle Cerchiaro

Centro de Ciências Naturais e Humanas-
CCNH/UFABC

giselle.cerchiaro@ufabc.edu.br

Cynthia Silva de Oliveira

Centro de Ciências Naturais e Humanas-
CCNH/UFABC

cynthia.oliveira@unifesp.br

Suzan Pantaroto de Vasconcellos

Unifesp – Diadema

suzan.pantaroto@unifesp.br

Autor

Vitor Gonçalves Vital

Unifesp - Diadema

vitor.vital@unifesp.br

reformulações com base nas avaliações dos participantes e experiências da própria equipe. Gradativamente, o NTME passou a ser um curso de caráter extensionista, contemplando outras pessoas interessadas e integrando participantes de todos os níveis de ensino, inclusive da Educação Infantil. O envolvimento das pesquisadoras nessa ação contemplou desde a própria formação até a coordenação de várias edições do curso, resultando em subsídios importantes para a continuação do estudo, planejamento e desenvolvimento de ações futuras.

Em decorrência das muitas reformulações realizadas no NTME e da necessidade de incorporar outras perspectivas sobre a integração das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem, um novo formato de curso foi elaborado. Denominado *Planejamento de Cursos Virtuais*, o PCV foi um curso de formação docente planejado, elaborado e conduzido, em 2019, por Carla Rodriguez e Carolina Carvalho, às quais se juntou Marcella Abreu, nas edições de 2020 e 2021.

A primeira oferta ocorreu no início de 2019, no formato semipresencial, para um público majoritariamente extensionista, interessado em ampliar seus conhecimentos e desenvolver competências para planejar e desenvolver cursos e/ou disciplinas integrando as tecnologias digitais e os ambientes virtuais de aprendizagem em suas práticas.

As ofertas do PCV em 2020 e 2021 foram ampliadas e contemplaram mais de 400 professores/as, tendo por objetivo promover a reflexão e o debate a respeito da educação mediada por tecnologias digitais, sempre por meio do compartilhamento de conteúdos, recursos e métodos para o planejamento de cursos virtuais, bem como para a curadoria e autoria de materiais didáticos na educação online.

A edição de 2020 buscou apoiar os professores da UFABC na transição para o ensino remoto frente à pandemia de Covid-19. Foi reunida uma equipe multidisciplinar que contou com 54 pessoas (docentes, discentes de graduação e pós-graduação, técnicos administrativos e terceirizados), atuando em distintos papéis (professores, tutores, conteudistas, *designers*, estagiários).

Já a oferta de 2021 (Figura 1) foi adaptada para dar apoio à comunidade do entorno, contando com a participação de professores/as da educação básica e do ensino superior. A equipe foi formada por 15 pessoas (docentes, tutores e *designers*). Para apoiar as atividades foram propostos webinários com convidados externos e da UFABC.

No total, participaram das duas ofertas 8 instituições de ensino a COPPE/UFRJ, IFMS, UNIRIO, UFRPE, IFES, UFRJ, CEFET-MG, UniCEU Caminho do Mar, da Secretaria Municipal de Educação (SEMEC) de São

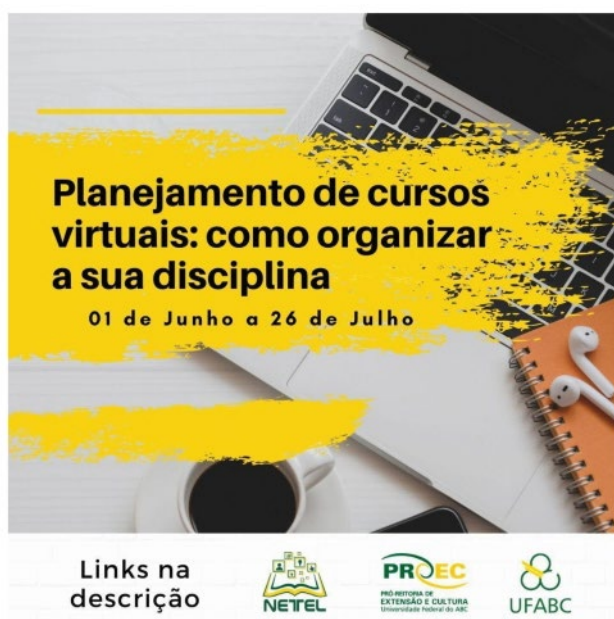


Figura 1. Divulgação curso PCV 2021 Fonte: Moodle UFABC

Paulo, bem como 15 docentes e estudantes de pós-graduação, lotados nos três centros: CECS, CMCC e CCNH. Além das reflexões e conteúdos semanais, o curso resultou em 300 propostas de cursos virtuais diferentes, que evidenciaram a compreensão sobre fatores relevantes do *design* de formações nessa modalidade, construídas pelos participantes. O envolvimento das pesquisadoras nas ofertas do PCV consistiu em enfrentar os desafios de coordenar as equipes multidisciplinares, gerenciar, planejar, elaborar e mediar as ações.

Oficinas e eventos

Metodologias ativas (Figura 2) foi uma oficina, composta por 4 encontros, ofertada em 2018 e 2019 na modalidade presencial, no campus de Santo André da UFABC. Foram mais de 200 inscrições mas, devido à capacidade das salas, estiveram presentes 24 participantes em 2018, e 29, em 2019. Entre os participantes, havia docentes e estudantes da comunidade acadêmica da UFABC e professores de IES da região metropolitana de São Paulo. O principal objetivo da oficina foi desenvolver, na prática, habilidades para a utilização das metodologias ativas no contexto do

Ensino Superior. A oficina considerou uma abordagem centrada nos participantes que, ao aprenderem sobre diferentes práticas para o ensino-aprendizagem, também puderam vivenciá-las ao longo do curso. Alguns registros e atividades estão no portfólio das ofertas dos cursos (*Metodologias ativas 2018 e Metodologias ativas 2019*). O envolvimento das pesquisadoras contemplou a ideação, o planejamento, a elaboração, a execução e a avaliação da ação.

O Educa UFABC (Figura 3) foi um evento realizado em 2019, no formato presencial, no campus de Santo André da UFABC, que reuniu 122 participantes. Teve caráter extensionista durante o qual a comunidade da UFABC e da região foram convidadas a refletir sobre o tema *Docência no século 21*. Idealizado no âmbito do projeto *Classroom Lab (Classroom)* e apoiado pelo NETEL, contou com oficinas prático-reflexivas que possibilitaram a experimentação e vivências de novas ferramentas educacionais, recursos e abordagens pedagógicas. Foram 8 horas de atividades práticas, ministradas por docentes, pesquisadores e profissionais da educação da UFABC e de 3 instituições (IFES, IFSP, CLQ).



Figura 2. Divulgação da oficina Metodologias Ativas 2019.

Fonte: <https://express.adobe.com/page/2a3MYo1fTRVI/>



Figura 3. Divulgação do evento Educa 2019

Fonte: <https://educaufabc.wixsite.com/educaufabc>

A programação foi variada, conforme *site do evento*. O envolvimento das pesquisadoras Carla Rodriguez e Carolina Carvalho contemplou a ideação, o planejamento, a execução e a avaliação do Educa, gerando apontamentos sobre as necessidades de ações futuras para enfrentar os desafios da educação do século XXI.

Reunidas após a oferta do PCV 2020 e 2021, Carla Rodriguez, Carolina Carvalho e Marcella Abreu participaram da III edição do Congresso da UFABC, que aconteceu em setembro de 2021, trazendo o debate sobre o passado, presente e futuro da Universidade em comemoração aos seus 15 anos. Neste evento, as pesquisadoras propuseram uma mesa redonda online com o tema *Experiências de formação docente durante a pandemia: partilhando práticas no ensino remoto* (Figura 4). O objetivo foi apresentar o percurso do PCV (2020 e 2021) no contexto remoto, sob a ótica dos professores cursistas. Cinco professores de diferentes instituições (USP, Prefeitura Municipal de SP, UENP,

UFABC) apresentaram suas experiências de planejamento de suas disciplinas online após a participação nas edições do curso, tornando visíveis os resultados do percurso formativo realizado. Esta ação foi transmitida *online*, teve 276 acessos até junho de 2023 e continua acessível no *canal do youtube da UFABC*.

A culminância dos (per)cursos: projeto internacional EMBRACE

O percurso trilhado nas ações ofertadas no formato de cursos, oficinas e eventos culminou na proposta de um projeto internacional chamado *EMBRACE- "Education Modernization Brazil, Colombia, Europe - the new era of digital higher education cooperation"* (Figura 5). O EMBRACE é um projeto aprovado no contexto da chamada ERASMUS-EDU-2022-CBHE, que tem o objetivo de apoiar projetos de cooperação internacional a partir de parcerias multilaterais entre organizações atuantes na área de educação superior, por meio de ações que

III CONGRESSO
UFABC
2021 - EDIÇÃO VIRTUAL
#ConstruindoTrajetóriasTransformadoras

Mesa
**Experiências de formação docente durante a
pandemia: partilhando práticas no ensino remoto**

Maria Cristina Pires de Brum
PMSP

Nathalia Vêta dos Santos
USP

Patricia Helena Fernandes Cunha
UFABC

Wellington Borges Corbalan Tebar
UENP

Wesley Góis
UFABC

Carolina Correa de Carvalho
UFABC

Marcella Abreu
UFABC

20 de setembro às 14h

Assista ao vivo no canal da UFABC no YouTube

Inscreva-se no site: congresso.ufabc.edu.br

UFABC

Figura 4. Divulgação do evento Mesa Redonda no III Congresso UFABC 2021

Fonte: NETEL/UFABC

possibilitam a melhoria da qualidade, a modernização e capacidade de resposta do ensino superior em países não associados ao programa Erasmus+.

O EMBRACE responde às necessidades dos parceiros latino-americanos de desenvolver e implementar reformas institucionais, oferecendo um forte aporte para a transformação das IES. Nesse contexto, a educação é vista como um meio para responder aos desafios regionais e globais. O projeto é liderado pela *HAMK* (Finlândia), Universidade com vasta experiência e competência em ensino-aprendizagem e projetos de formação docente. O *IPB* (Portugal) apoia o trabalho em andamento, trazendo a sua expertise no desenvolvimento de projetos e parcerias com empresas e indústrias, possibilitando um ensino significativo e voltado às necessidades da sociedade, tanto no setor público, quanto no privado.

As Universidades brasileiras parceiras *UFABC*, *IFES* e o *IFSP* e as universidades colombianas *UTP* e *Areandina* buscam desenvolver interações de ensino-aprendizagem, bem como construir um ecossistema de parceria entre indústria,

universidade e sociedade, por meio da educação pautada em novas tecnologias e diminuição da lacuna entre a academia e o mundo do trabalho.

Iniciado em abril de 2023, este projeto terá duração de 3 anos, tendo o seu workshop de encerramento nas instituições *IFSP* e *UFABC*, em março de 2026. Como resultado do projeto EMBRACE, espera-se consolidar IES modernas e resilientes na América Latina, com capacidade de utilizar a digitalização para criar experiências de aprendizagem inclusivas e centradas no estudante [1] (Figura 5).

O envolvimento das pesquisadoras *Carla Rodriguez* e *Carolina Carvalho* no EMBRACE vai além da participação na gestão da equipe *UFABC* no projeto: implica o envolvimento nas ações de planejamento, execução e avaliação dos impactos das ações desenvolvidas ao longo de todo o processo e contempla o engajamento no próprio percurso formativo para desenvolvimento de suas competências em áreas, como as da gestão educacional, que apoiam a transformação das IES e a criação de um ecossistema de aprendizagem sustentável integrando universidade, empresas e indústrias.

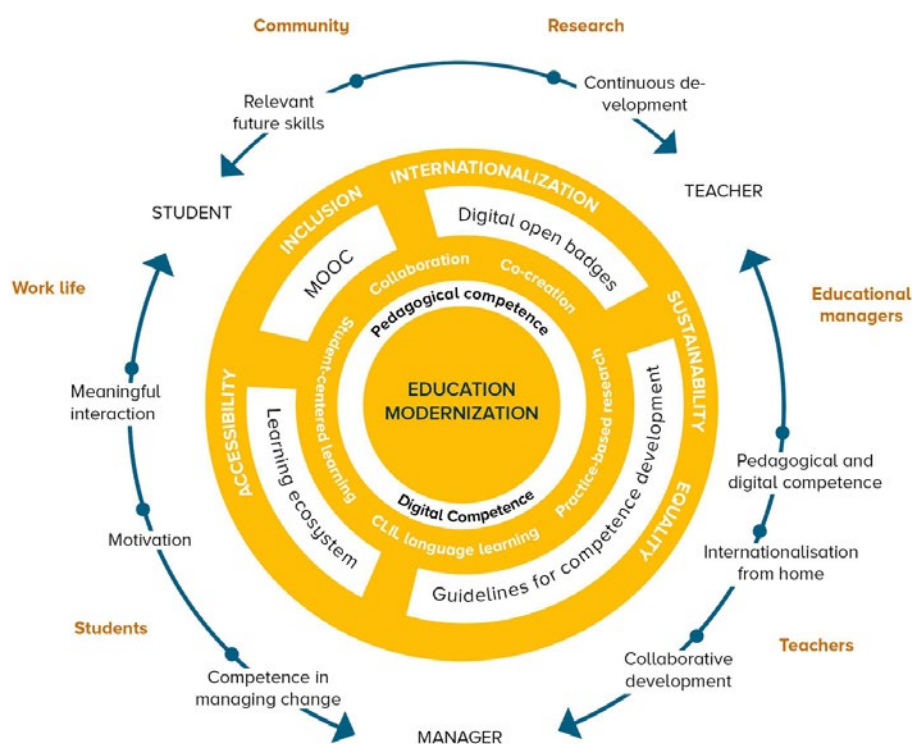


Figura 5: Metodologias e Atores envolvidos no Projeto EMBRACE
Fonte: Proposta EMBRACE (2022)

Perspectivas e (per)cursos futuros

Neste artigo, buscamos resgatar e descrever as experiências na formação docente que fomentaram ações anteriores e posteriores ao PCV, no formato de cursos, oficinas e eventos que resultaram em um projeto internacional que apoia a transformação das IES. O projeto EMBRACE abre oportunidades para a construção de um ecossistema de aprendizagem que possibilita à UFABC desenvolver ainda mais um dos seus importantes pilares, o ensino.

Alinhado ao projeto pedagógico, o EMBRACE promove a formação do docente no ensino superior, que deve estar atenta a necessidades de experiências educacionais significativas e centradas na formação acadêmica e profissional dos estudantes, por meio de modelos pedagógicos inovadores, com a integração das tecnologias também essenciais no mundo do trabalho do século XXI.

Consideramos que, para promover a transformação do processo de ensino-aprendizagem de uma IES, é importante a conscientização da comunidade acadêmica, o suporte institucional e o engajamento de todas as instâncias, contando com o apoio dos gestores, para a disseminação, elaboração de diretrizes e suporte constantes. Isso pode fomentar o engajamento de professores nas ações formativas de modo que os resultados impactem, nas suas próprias práticas, e as evidências sejam percebidas por todos os envolvidos (para além da sala de aula).

Nota

[1] Disponível em: <https://portal3.ipb.pt/index.php/pt/gri/outros-programas-e-projectos>
Acesso em: 25 jun 2023.

Autoras

Carolina Correa de Carvalho

Professora Adjunta na UFABC (CECS). Seus interesses de pesquisa são desenvolvimento contínuo do ensino e da aprendizagem, formação de professores, transformação institucional para modernização do ensino superior.

carolina.carvalho@ufabc.edu.br

Carla Lopes Rodriguez

Professora Adjunta na UFABC (CMCC) e pesquisadora no LIRTE. Os interesses de pesquisa estão relacionados às áreas Informática na Educação e Interação Humano-Computador.

c.rodriquez@ufabc.edu.br

Marcella dos Santos Abreu

Professora Adjunta na Universidade Federal do Piauí (Centro de Ciências Humanas e Letras). Orienta pesquisas na área de Linguística Aplicada e formação de professores sob a perspectiva dos letramentos e da educação linguística crítica.

marcella.abreu@ufpi.edu.br



Zoonosis DataBase (ZDB): um banco de dados para gerenciamento, análise e conscientização sobre zoonoses no Brasil

Considerando a importância das zoonoses como um problema sério de saúde pública no Brasil, nossa pesquisa tomou como base a área de gerenciamento de dados de saúde, para trazer benefícios tanto para os profissionais da área quanto para a população em geral. Ao lidar com os dados epidemiológicos de forma adequada, conseguimos fazer análises mais eficientes, o que nos permite detectar mais rapidamente o ressurgimento de zoonoses e planejar estratégias com mais precisão. Dividido em quatro fases, nosso trabalho envolveu a identificação das variáveis mais influentes no cenário das zoonoses, a criação de um banco de dados organizado, a realização de análises quantitativas e a disponibilização dos resultados em um portal web de acesso livre, denominado ZDB (Zoonosis Database). Queríamos alcançar tanto os pesquisadores interessados em dados e análises quanto a população em geral, para conscientizar e incentivar a adoção de medidas preventivas, contribuindo para a saúde tanto dos animais quanto das pessoas. Assim, o ambiente web ZDB, disponível em <https://zoonosisdatabase.github.io/zdb/> (Figura 1), foi criado para oferecer análises estatísticas descritivas e materiais informativos que auxiliem na compreensão do cenário epidemiológico das zoonoses no nosso país, capacitando todos os envolvidos na luta contra essas doenças.

Introdução

Devido ao notável avanço tecnológico, os engenheiros biomédicos têm recebido uma atenção especial dos gestores de políticas públicas, visando melhorias na área da saúde [1]. No contexto da saúde pública, há uma necessidade de reformular as abordagens para lidar com doenças epidemiológicas. O monitoramento remoto e em tempo real de dados epidemiológicos é uma ferramenta importante, que permite mais colaboração entre a população e as autoridades de saúde, aumentando a efetividade das medidas de prevenção e controle [2]. A Engenharia Biomédica tem se mostrado capaz de contribuir para a implementação de estratégias de comunicação, prevenção e suporte mais acessíveis no contexto social [3].

No gerenciamento, tratamento e análise de dados epidemiológicos, é crucial fazer uso adequado dos dados para análises coerentes e informativas. A atualização constante dos dados é importante para comunicar aos usuários os objetivos de cada procedimento, aumentando a confiança e o engajamento da população. Um exemplo de aplicação de bancos de dados e estudos estatísticos na vigilância de doenças veterinárias é apresentado no trabalho de Guernier et al. (2016), contribuindo para o controle de zoonoses [4]. Essas doenças, transmitidas

Plataforma de registros zoonóticos

Conscientização através de dados e informações sobre cuidados em epidemiologia

Contexto:

A ocorrência de zoonoses no Brasil é um dos maiores problemas de saúde pública. A área de *Sistemas Computacionais Aplicados às Ciências da Vida* da **Engenharia Biomédica** pode colaborar no tratamento, gerenciamento, organização e análise de dados para promover melhores estratégias de planejamento e prevenção destas doenças. O ZDB é um projeto que auxilia pesquisadores e profissionais da saúde na aquisição de dados e apresenta à população em geral a importância e definição das principais zoonoses atuantes no país.

Quem somos:

O ZDB é um projeto realizado na Universidade Federal do ABC, pela graduanda em Engenharia Biomédica [Liandra Ayumi Federizi Yoshida](#), sob orientação da Prof^a Dr^a [Fernanda N. Almeida](#). Esta iniciativa faz parte do BHIG: *Bioinformatics and Health Informatics Group*.

Suporte:



© Zoonosis DataBase. | zdb.zoonosisdatabase@gmail.com

Figura 1. Interface de acesso ao banco de dados ZDB (Zoonosis Database, <https://zoonosisdatabase.github.io/zdb/>).

entre animais e humanos, representam um desafio global e causam um grande impacto na saúde pública. As análises epidemiológicas desempenham um papel fundamental na orientação da vigilância e prevenção, especialmente em regiões com infraestrutura de saneamento básico precária.

Tendências Globais das Zoonoses e o Papel da Saúde Única

Nos últimos anos, tem ocorrido um aumento significativo na propagação de doenças, incluindo as zoonoses, em todo o mundo. Esse fenômeno é impulsionado pela globalização, mudanças climáticas, densidade populacional crescente e desafios enfrentados pela saúde pública. As zoonoses representam uma ameaça significativa à saúde pública, sendo que 6 em cada 10 doenças infecciosas são zoonoses. O Brasil se destaca nesse contexto, com a maior diversidade de animais capazes de transmitir essas doenças [5]. No entanto, enfrentamos desafios como desigualdades sociais e falta de acesso a informações também sobre zoonoses.

Para lidar com esses desafios, é necessário adotar uma abordagem interdisciplinar e fortalecer a cooperação entre os setores de saúde humana, saúde animal e meio ambiente em nível global. A Saúde Única é um conceito que visa coordenar ações integradas nesses setores, promovendo uma visão abrangente da saúde pública. Além disso, a disponibilidade de dados estruturados e compartilhados é crucial para combater a disseminação descontrolada de doenças zoonóticas. Nesse sentido, iniciativas como o ZDB (*Zoonosis Database*) têm surgido para fornecer um banco de dados aberto com análises estatísticas e materiais informativos sobre essas doenças. Essas informações são essenciais para orientar pesquisadores e a população em geral na compreensão da situação epidemiológica e na adoção de medidas preventivas e de controle em suas regiões. É fundamental promover a conscientização da população a fim de implementar ações eficazes para reduzir o risco de doenças zoonóticas e garantir a saúde tanto de seres humanos quanto de animais.

Análise das Zoonoses no Brasil: Matriz SWOT e Resultados Divergentes

As informações sobre zoonoses no Brasil foram analisadas e classificadas em uma matriz SWOT, destacando pontos fortes, oportunidades, fraquezas e ameaças. Os pontos fortes incluem ações de vigilância epidemiológica, educação ambiental e programas de imunização. As oportunidades estão relacionadas ao potencial do território brasileiro e à participação da população. As fraquezas envolvem ações humanas que prejudicam o meio ambiente e desigualdades sociais. As ameaças são o ressurgimento de doenças e as mudanças climáticas. A matriz GUT também foi usada para atribuir notas aos fatores de risco, levando em consideração a gravidade, urgência e tendência. Essas informações estão disponíveis no ZDB, juntamente com análises estatísticas e materiais informativos.

Vimos resultados divergentes em relação às zoonoses, como a esquistossomose no Centro-Oeste e a dengue no Norte, em vez da tuberculose. Isso destaca a disparidade entre os conceitos de incidência e mortalidade. Realizamos análises utilizando gráficos simples e combinações de variáveis (Figura 2). Ao avaliar os extremos, observamos uma correlação entre o nível de escolaridade e o número de ocorrências de zoonoses. Populações com menor escolaridade, como analfabetos ou aqueles com apenas Ensino Fundamental 1, apresentaram maiores registros de ocorrências de doenças em comparação à população com ensino superior completo. Essa relação é particularmente evidente nas regiões Nordeste e Sudeste, destacando a necessidade de maior atenção às ações de combate à desigualdade social nessas áreas.

O banco de dados ZDB contém uma quantidade significativa de informações, permitindo diversas outras análises e questionamentos. Análises mais detalhadas podem ser encontradas no ZDB, em seções específicas para pesquisadores e para a

Ocorrências de zoonoses por região e escolaridade

Sem levar em consideração os dados cadastrados como "Ignorado/Em branco"

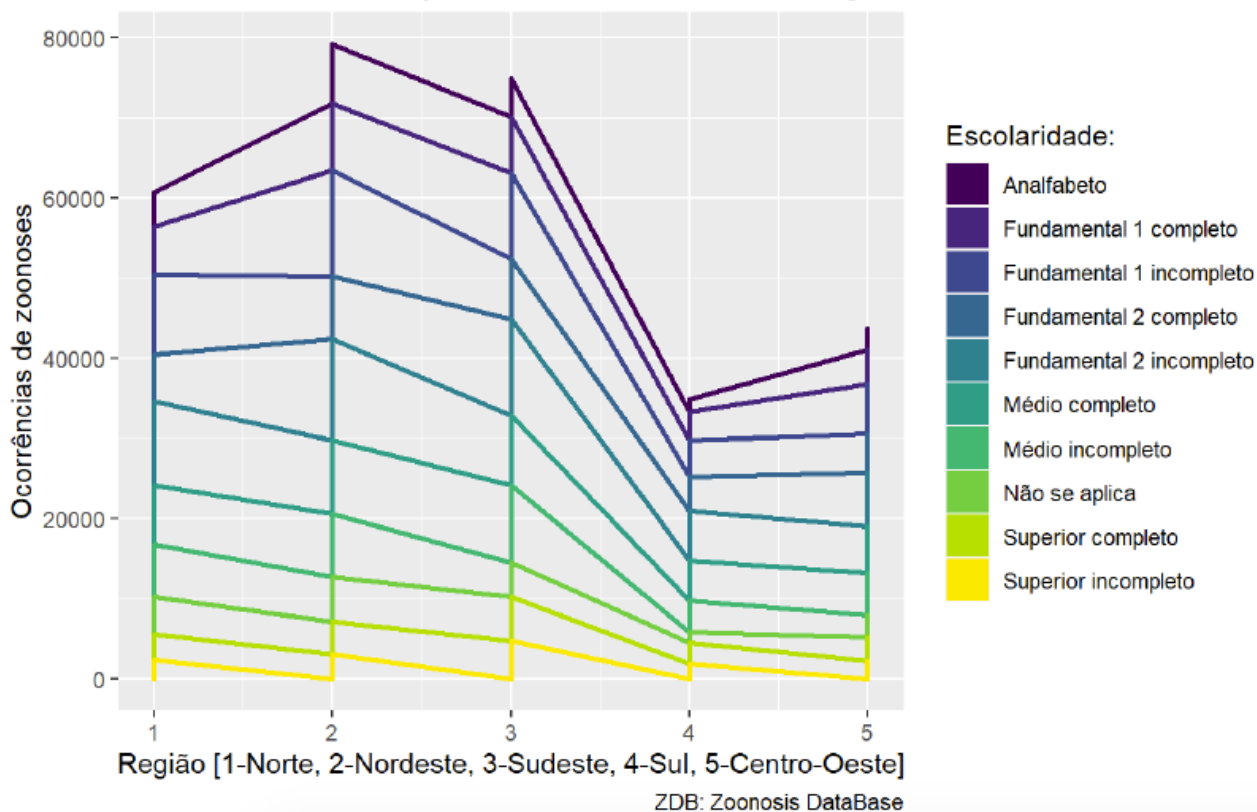


Figura 2. Ocorrências de zoonoses por região e nível de escolaridade.

população em geral. Durante uma semana de monitoramento do site, foram registrados 97 novos usuários e 19 usuários recorrentes, sendo a maioria proveniente do Brasil (84,7%) e dos Estados Unidos (3,1%).

O potencial da Engenharia Biomédica na Saúde Animal

A Engenharia Biomédica tem o potencial de ampliar suas aplicações além do âmbito humano, considerando também o bem-estar animal. Isso envolve a integração de diferentes áreas de conhecimento para melhorar a abordagem da medicina veterinária. Projetos de saúde pública que abrangem animais e seres humanos devem ir além do armazenamento de dados e influenciar ações de intervenção. É importante verificar como o governo está se preparando para a análise contínua de dados e a atualização de estratégias de prevenção. Garantir que essas análises incorporem

dados atualizados é fundamental, uma vez que muitas vezes os dados disponíveis são relatados com atraso.

No que diz respeito às ações de prevenção, é essencial considerar que a zoonose ou a região que requer intervenção urgente pode variar, dependendo do foco do problema em análise. Portanto, destaca-se a importância dos agentes de transformação social na educação ambiental. Projetos nesse sentido podem funcionar como medidas tecnológicas para conscientizar a população, permitindo que ela se torne agente de transformação colaborativo, contribuindo para um cuidado ambiental conjunto. Embora a literatura científica revise a aplicação de bancos de dados para a saúde pública, há uma escassez de estudos nacionais sobre o gerenciamento de dados em epidemiologia. Pesquisadores da Austrália e da Índia estão divulgando estudos sobre a importância de dados mais organizados e acessíveis ao público de forma ampla [6]. A conscientização da população

e a organização de dados são fundamentais. Melhorias na aquisição automatizada de dados e atualização constante do banco de dados podem fortalecer o suporte primordial à saúde pública no Brasil.

Referências

1. Silva O et al. (2020) Contribuições da engenharia biomédica da ufabc no combate à COVID-19. Revista Tecnologia e Sociedade. 16. DOI: 10.3895/rts.v16n44.12377.
2. Almeida F, Sperança M. (2020) O papel de uma plataforma web como ferramenta de apoio no controle à pandemia. PesquisABC. 27.
3. Pecchia L. et al. (2019) Health technology assessment and Biomedical Engineering: global trends, gaps and opportunities. Medical Engineering & Physics, vol. 72, pp. 19-26, DOI: 10.1016/j.medengphy.2019.08.008
4. Guernier V. et al. (2016) Use of big data in the surveillance of veterinary diseases: early detection of tick paralysis in companion animals. parasites & vectors, vol. 9, n. 1, p.9-303, 23. DOI: 10.1186/s13071-016-1590-6.
5. Pavanelli C. et al. (2019) Análise integrativa das principais zoonoses de ocorrência no Brasil. Valore, Volta Redonda, vol. 4, n. 1, pp. 302-309.
6. MCGreevy P. et al. (2017) Vetcompass australia: a national big data collection system for veterinary science. animals, vol. 7, n. 12, pp. 1-15, 26. DOI: 10.3390/ani7100074.

Autoras

Fernanda N. Almeida

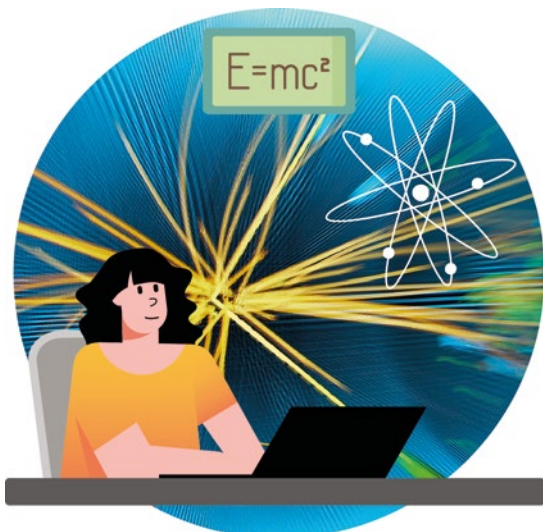
Professora da UFABC vinculada ao Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (CECS) da UFABC e à Engenharia Biomédica

fernanda.almeida@ufabc.edu.br

Liandra A. F. Yoshida

Pesquisadora e discente da UFABC vinculada à Engenharia Biomédica

liandra.ayumify@gmail.com



UFABC participa de um dos maiores experimentos de física de partículas atuais: o DUNE

Dedicado ao estudo dos misteriosos neutrinos, o Deep Underground Neutrino Experiment, DUNE, reúne mais de 1400 cientistas de mais de 30 países e busca responder questões fundamentais sobre essas partículas, estabelecendo-se como uma das maiores colaborações de física de partículas atuais. A UFABC faz parte desse esforço desde 2014.

O experimento terá o mais intenso feixe de neutrinos do mundo, sendo produzido no Fermi National Laboratory (Fermilab), nos arredores de Chicago, EUA, onde estará o primeiro conjunto de detectores, os detectores próximos. Depois de percorrer cerca de 1300 km por baixo da Terra, os neutrinos devem encontrar o segundo conjunto de detectores, chamado de detector distante, situado em uma antiga

mina a cerca de 1,5 km abaixo do solo na Dakota do Sul (figura 1).

Os neutrinos são partículas fundamentais com carga elétrica nula e que podem ser detectados em três tipos, chamados neutrinos do elétron, do múon e do tau. Experimentos recentes mostraram que os neutrinos têm uma pequena massa, indicando que esta deve ser pelo menos 250 mil vezes mais leve que a do elétron! Apesar de extremamente numerosos (a cada segundo, cerca de 100 bilhões deles produzidos no Sol passam pela unha do seu dedão), eles interagem com a matéria a uma taxa bastante baixa, o que os permite percorrer grandes distâncias sem serem afetados. De cada cem mil neutrinos produzidos pelo Sol que atingem a Terra, apenas um é detido por ela.

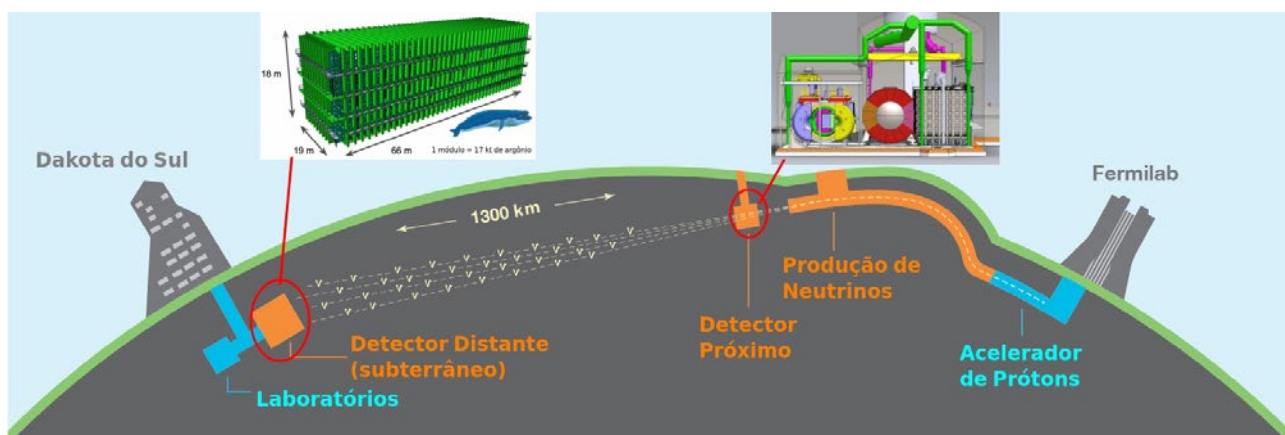


Figura 1. Desenho esquemático do experimento DUNE com a localização dos detectores próximo e distante.
Fonte: Adaptado de <https://www.dunescience.org/>

Essa “antissociabilidade” dos neutrinos permite que essas partículas sejam fonte de informações importantes sobre fenômenos astrofísicos cujos detalhes são ainda pouco conhecidos, tais como as explosões de supernovas e de raios gama. Eles também são produzidos no interior da Terra, no choque de raios cósmicos com a atmosfera terrestre, em reatores nucleares, até mesmo uma banana e todos nós emitimos neutrinos a partir do decaimento de núcleos instáveis como o potássio-40. Por outro lado, sua detecção se torna difícil, o que acaba levando à construção de enormes experimentos para aumentar a chance de observá-los.

Os neutrinos foram introduzidos no mundo das partículas elementares a partir de uma previsão feita por Wolfgang Pauli na década de 1930 para acomodar observações envolvendo o decaimento radiativo de núcleos, que pareciam violar o princípio de conservação de energia sem o envolvimento desta partícula. No entanto, a sua detecção só foi possível cerca de três décadas mais tarde e apenas começamos a compreender suas propriedades básicas e o papel dos neutrinos em nosso mundo.

A detecção de neutrinos provenientes do Sol permitiu verificar que o processo responsável pela geração de energia no seu interior é o de fusão nuclear de hidrogênio em hélio. No entanto, uma grande discrepância foi observada entre dados experimentais e teóricos sobre os neutrinos produzidos pelo Sol. Os neutrinos eletrônicos detectados na Terra vindos de lá indicavam que o astro produzia apenas de 60% a 70% do que as teorias sobre a produção de energia solar previam. Em 2001, o Observatório de Neutrinos de Sudbury (SNO), no Canadá, confirmou que os três tipos de neutrinos são capazes de se transformar uns nos outros, fenômeno batizado de “oscilação dos neutrinos”. Assim, o Sol produz apenas neutrinos do elétron, mas estes transformam-se nos outros dois no intervalo entre serem criados e detectados. Por isso, aqui se detectam menos neutrinos eletrônicos do que a teoria prevê.

As pesquisas prosseguem para determinar a massa dos neutrinos e medir outros parâmetros necessários para completar a descrição teórica do fenômeno de oscilação e é aqui que o DUNE se insere. O experimento DUNE será capaz de medir independentemente todos os parâmetros necessários para descrever as oscilações devido ao seu grande volume, faixa de energia e intensidade do feixe de neutrinos. Além disso, testará se neutrinos e suas antipartículas se comportam de maneira semelhante ou não, o que pode ser a chave para a explicação da chamada assimetria matéria-antimatéria que ocorreu quando o Universo era muito jovem e que resulta em estarmos aqui, basicamente.

Diferentes técnicas experimentais são utilizadas para a detecção destas partículas. O DUNE investirá na construção de grandes câmaras preenchidas com argônio líquido. Este material é interessante pela grande precisão nas medidas de energia, permitindo confiabilidade na identificação das partículas interagentes, além de ser abundante e barato.

O Brasil contribui fortemente com o detector de luz do DUNE, um dos subsistemas do experimento. Ele será constituído pelas chamadas ARAPUCAS, propostas pelos pesquisadores Ana Machado e Ettore Segreto, da Unicamp e, como o próprio nome sugere, tem como objetivo capturar a luz dentro de uma caixa bastante reflexiva até que esta consiga ser detectada pelos sensores. A tecnologia da ARAPUCA vem apresentando resultados excelentes e os próximos testes em condições similares ao DUNE serão feitos no Centro Europeu para Pesquisa Nuclear (CERN), na Suíça, nos experimentos ProtoDUNE, também com forte presença brasileira na sua montagem e operação. Estes são protótipos de 760 toneladas de argônio líquido que serão utilizados para explorar as tecnologias a serem empregadas nos quatro módulos de 17000 toneladas cada que serão construídos na Dakota do Sul.

A professora da UFABC Laura Paulucci, que faz parte da colaboração DUNE, passou os

primeiros 3 meses de 2021 no CERN atuando na montagem e instalação do sistema de detecção de fótons do ProtoDUNE-Vertical Drift. A montagem dos módulos seguia uma série de passos necessários para dispor todos os componentes internos, incluindo os sensores de luz e eletrônica de aquisição, em ARAPUCAS de 60 x 60 cm². Todos os módulos eram testados em argônio líquido, a uma temperatura de -189oC para verificação da eletrônica de leitura dos sinais e estabilidade dos componentes. Após os testes, os filtros que formam a janela de detecção dos módulos (figura 2) eram colocados e os módulos seguiam para instalação nas paredes do detector ou em seu catodo (figura 3). No total, foram 16 módulos de detecção de luz montados para o experimento. Apesar desse trabalho de “mão na massa”, o foco da atuação da professora no DUNE é na simulação computacional

dos eventos no detector distante e o uso do sistema de detecção de fótons em análises de física. Atualmente ela coordena, junto com Dominic Brailsford da Universidade de Lancaster, o grupo de simulação e reconstrução do detector distante do DUNE.

Além das propriedades básicas dessas partículas, o DUNE também será capaz de detectar neutrinos da próxima explosão de supernovas, se tivermos sorte de ela acontecer na Via Láctea ou vizinhanças durante o tempo de tomada de dados do experimento, além de neutrinos atmosféricos, solares e potenciais novos fenômenos físicos, como o decaimento do próton, caso ocorra. A próxima década promete ser uma década de ouro para a física e astrofísica de neutrinos e o Brasil está em condições de fazer contribuições significativas na área. Fiquem atentos para as próximas notícias desse mega-experimento!

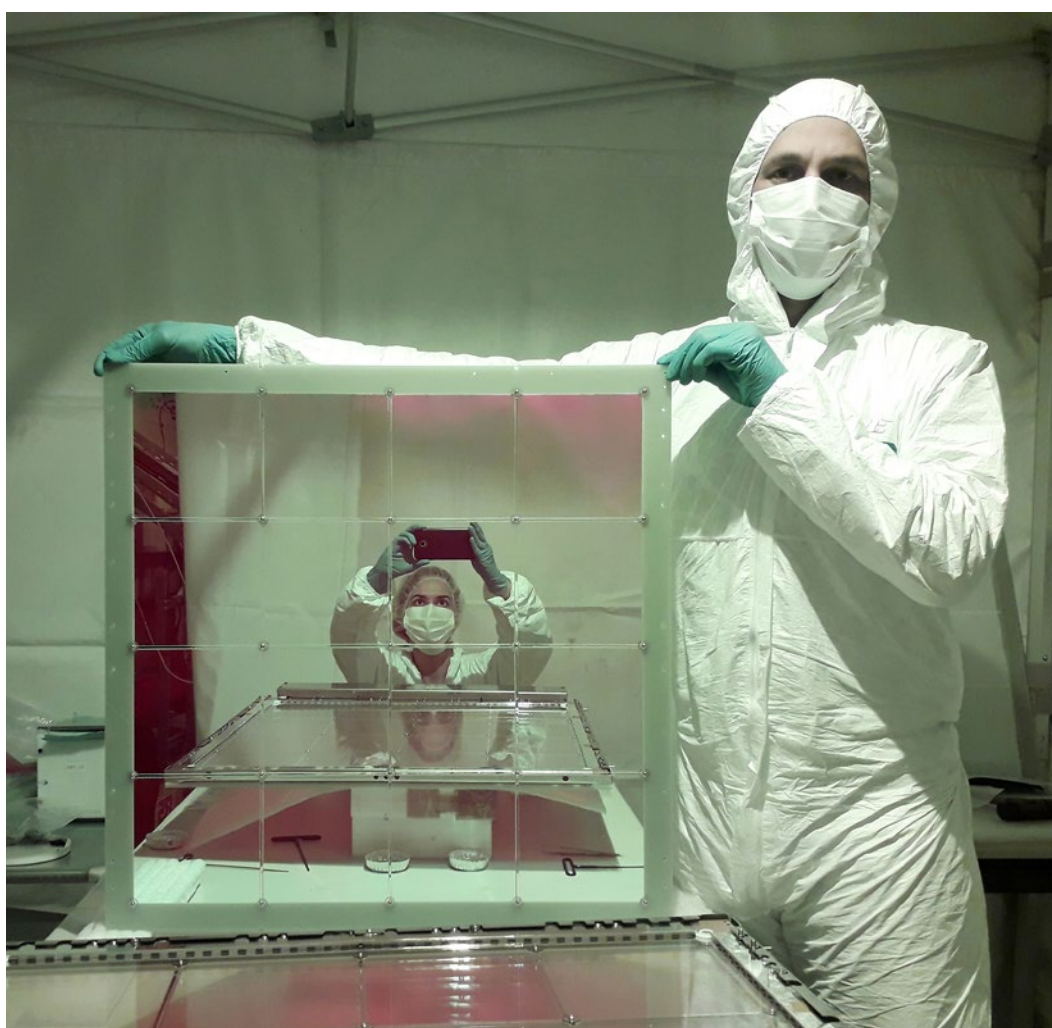


Figura 2. Painel com filtros (na vertical) prestes a ser colocado em uma ARAPUCA (na horizontal).
Créditos da imagem: Laura Paulucci



Figura 3. À esquerda, equipe de pesquisadores após a instalação dos dois primeiros módulos detectores de luz no ProtoDUNE-Vertical Drift (vistas no topo, juntos à parede) e à direita, os dois catodos do experimento, no centro da imagem, com seus oito módulos detectores de luz instalados. - Créditos das imagens: Robert J. Wilson (esquerda) e Manuel Arroyave (direita).

Autora

Laura Paulucci

Professora da UFABC vinculada ao Centro de Ciências Naturais e Humanas (CCNH)

laura.paulucci@ufabc.edu.br

