

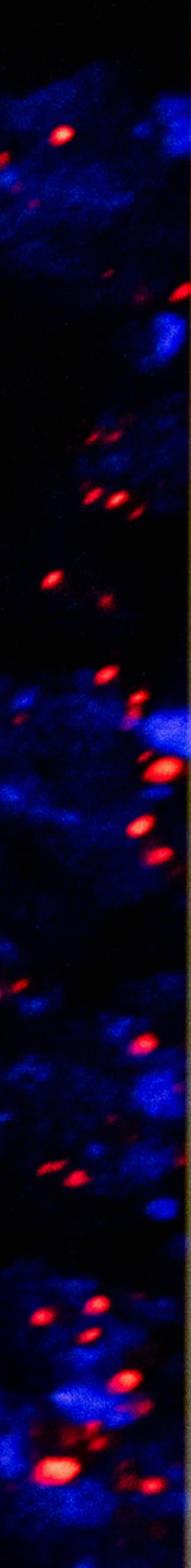


CBioClima

Centro de Pesquisa
em Biodiversidade
e Mudanças do Clima

INOVAÇÃO





Diretoria e Coordenação do CBioClima

Pesquisadora responsável e Diretora:

Patrícia Morellato

Vice-diretor:

Maurício Bacci Jr.

Coordenação de Inovação:

Leonardo Fraceto

Coordenação de Disseminação:

Mauro Galetti

Coordenação Científica:

Célio Haddad

Coordenação de Internacionalização:

Vitor Miranda

Coordenação de Equidade,

Diversidade e Inclusão:

Clarisse Palma da Silva

Coordenação de Integração:

Tadeu Siqueira

Gestão Administrativa

Gestão Executiva:

Patricia Carolina Moreno

Gestão de Inovação

Renan Ramos Chaves

Gestão de Disseminação:

Emerson José

Concepção editorial **CBioClima Inovação**

Leonardo Fraceto

Renan Ramos Chaves

Michelle Braz

Projeto Editorial

Coordenação editorial e produtora responsável:

Michelle Braz (MTB 0079426/SP – DRT 0054825/SP)

Texto:

Michelle Braz

Produção fotográfica:

Luís Germano e Michelle Braz

Fotografia e tratamento de imagens:

Luís Germano (@germanopromidia / germanopromidia@gmail.com)

Design gráfico:

Juliana Coluce e Matheus Franco (cafe46.com.br / contato.julianacoluce@gmail.com)

Capa: fotografia de Luís Germano, plano detalhe de folha de soja com aplicação de tratamento a base de formulação nanotecnológica.

CBioClima Inovação é uma produção editorial pertencente ao CBioClima (CEPID com apoio da FAPESP), sediado no Instituto de Biociências - Unesp/Rio Claro.

Todos os direitos reservados, 2026.



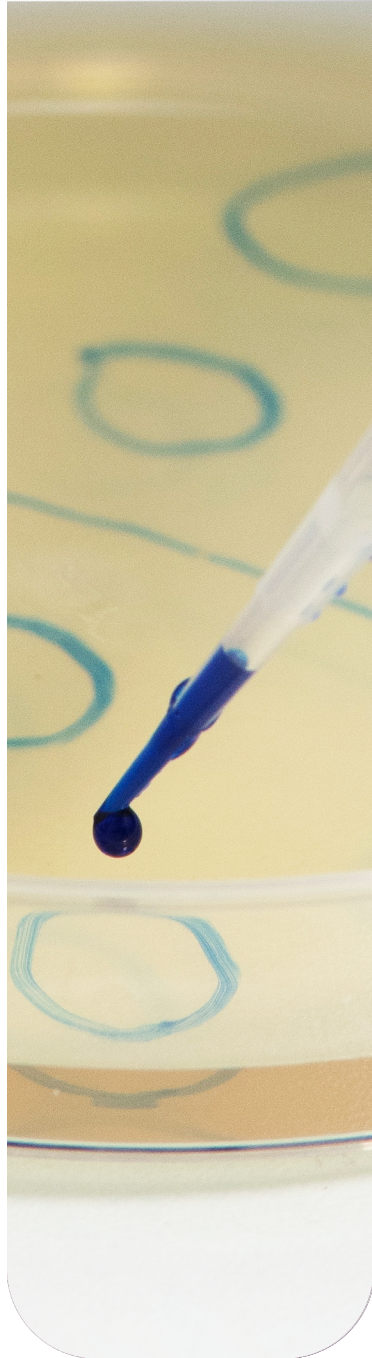
Inovação



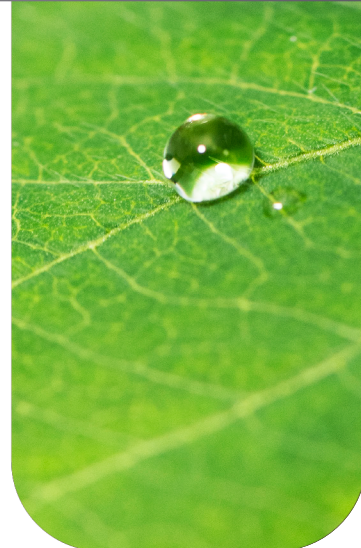
CBioClima

Centro de Pesquisa
em Biodiversidade
e Mudanças do Clima





Diversos planos detalhes de situações específicas em laboratório. Da esquerda para direita: aplicação de amostra em placa; fração de lignina kraft; sementes de soja sem tratamento; folha tratada com formulação; aplicação direcionada de formulação em planta; análise de microscopia confocal de nanopartículas marcadas em plantas; tratamento de sementes por leito fluidizado; plantas cultivadas para experimentos em laboratório.



ÍNDICE

06

O desafio de comunicar a inovação

Artigo de Opinião - Leonardo Fraceto e Renan Chaves

12

A inovação como alicerce

Artigo de Opinião - Renan Chaves

18

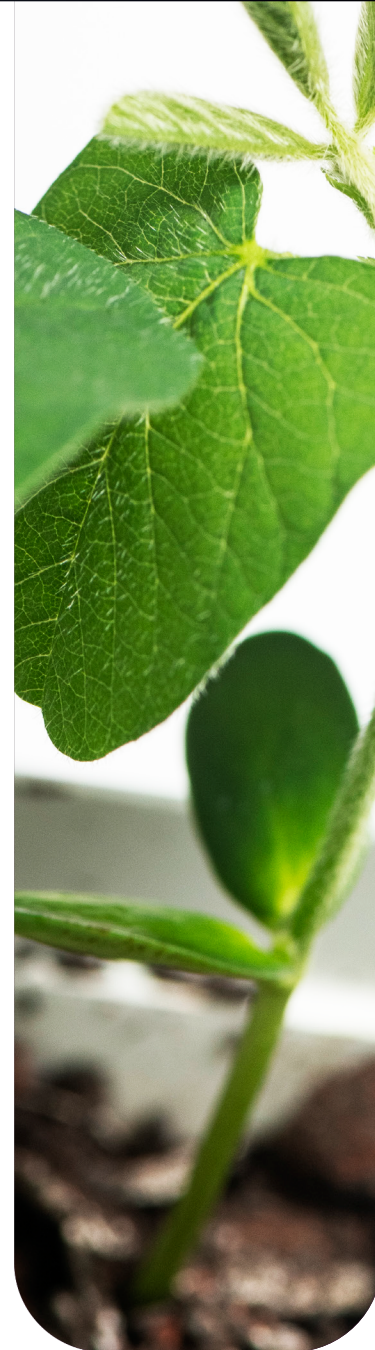
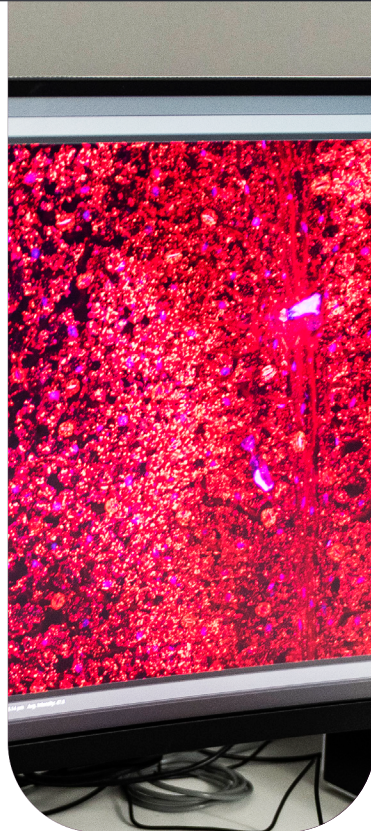
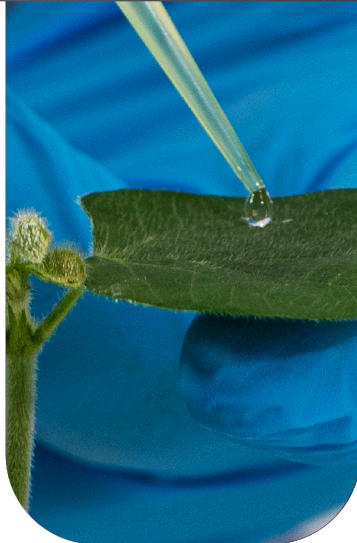
Inovação transformadora

Artigo de Opinião - Patrícia Morellato

26

Transformando desafios ambientais em soluções sustentáveis: como podemos tornar as plantas mais tolerantes aos períodos secos

Pesquisadora Neidiquele Silveira



40

Ciência, inovação e impacto social na bioeconomia azul

Pesquisador Guilherme Wolff

54

Novas perspectivas para o controle de pragas e o estímulo do crescimento agrícola

Pesquisadora Renata de Lima

68

O futuro da tecnologia agrícola já começou

Pesquisador Leonardo Fraceto

82

Contato

O DESAFIO DE COMUNICAR A INOVAÇÃO

Num fluxo tão veloz e multifacetado de informações, nosso portfólio concretiza um mosaico de nossas principais ações de inovação.

Leonardo Fraceto

Coordenador de Inovação
do CBioClima

Renan Chaves

Gestor de Inovação
do CBioClima

Sementes de soja. À esquerda, sementes sem tratamento. À direita, soja no estágio após tratamento com formulação nanotecnológica.





“Precisamos engajar estudantes, jovens pesquisadores e mostrar que inovar é possível, desejável e, muitas vezes, é o próximo passo viável de suas trajetórias acadêmicas.”



Plano detalhe de
planta em estufa.

Ao longo do último ano, mergulhamos em um processo intenso para organizar a comunicação da inovação no CBioClima. Em um ambiente onde o conhecimento é muito rico, mas também disperso, **a equipe de Inovação sentiu a necessidade de estruturar e dar visibilidade às áreas de expertise e aos resultados obtidos através de suas pesquisas inovadoras, apresentando um portfólio com a identificação dos pesquisadores, além de suas respectivas tecnologias e patentes desenvolvidas.**

Mais do que uma vitrine de realizações, o objetivo era mostrar o valor agregado não só pelos resultados, mas também pela qualidade da infraestrutura e, principalmente, pelo know-how de quem está por trás dessas conquistas. Quem faz o quê? Quais são as nossas competências? Essas perguntas precisavam ser respondidas para que os parceiros, os investidores e a própria comunidade científica pudessem dimensionar o potencial do CBioClima.

Sabemos que a dificuldade em comunicar a inovação é uma realidade compartilhada por outros centros de pesquisa. Um dos principais gargalos identificados nesse trabalho foi a necessidade de alinhar expectativas e fomentar uma cultura de inovação entre nossos próprios pesquisadores. A sugestão de que um projeto de pesquisa, amadurecido ao longo de décadas, pode se transformar em inovação: nem sempre é bem-recebida. Por isso, acreditamos que a comunicação interna é tão importante quanto a externa. Precisamos engajar estudantes, jovens pesquisadores e mostrar que inovar é possível, desejável e, muitas vezes o próximo passo viável de suas trajetórias acadêmicas.

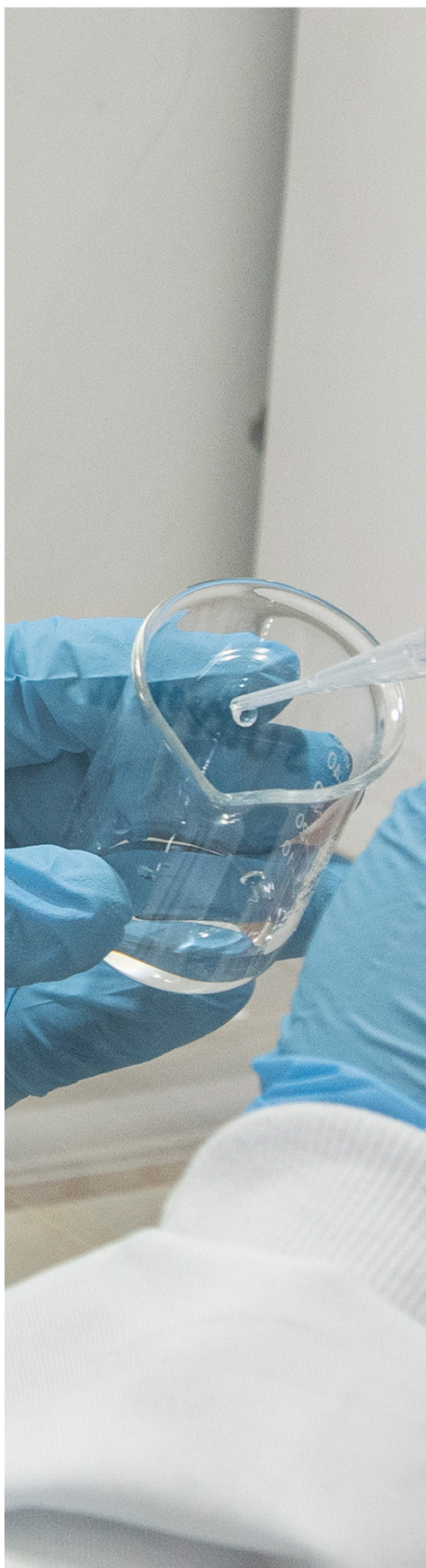
“(...) queremos criar um canal de aproximação com parceiros estratégicos, sejam eles do setor público, privado ou do ecossistema de ciência e tecnologia.”

Embora o foco inicial do portfólio fosse comunicar com a indústria e potenciais parceiros, aqui queremos ir além. A publicação desse documento tende a ser dinâmica, aberta a atualizações e capaz de dialogar com diversos públicos. É um convite para que mais pessoas se engajem e tragam novas ideias, ampliando o alcance da inovação.

No processo de estruturação do portfólio, optamos por uma abordagem diferente da tradicional. **Não é um documento elaborado por uma única pessoa, mas sim uma construção coletiva e dialogada, onde cada pesquisador pode contar sua trajetória e sua expertise.** Dessa forma, nossos diversos leitores saberão a quem recorrer para cada necessidade específica. Ao mesmo tempo, esse portfólio também documenta todo o esforço de engajamento, evidenciando as tentativas de integrar novos atores, sendo este um importante registro que demonstra a transparência e o compromisso de nossa instituição com a inovação.

Situações de desenvolvimento em laboratório. Da esquerda para direita: vials para quantificação de amostras; plantas para desenvolvimento de estudos de atividade biológica de formulações; etapa de desenvolvimento de formulação.





Um portfólio bem-estruturado é mais do que um repositório de tecnologias. É uma ferramenta de transformação, capaz de aproximar talentos, atrair recursos e inspirar novas formas de pensar e fazer ciência. Nossa expectativa é que esse documento sirva de ponte entre o CBioClima e todos aqueles dispostos a inovar. Que seja um convite aberto a pesquisadores, estudantes, parceiros e financiadores para construirmos juntos o futuro da inovação no Brasil.

Outro ponto fundamental é a perspectiva de comunicação externa. Aqui a intenção é clara: **queremos criar um canal de aproximação com parceiros estratégicos, sejam eles do setor público, privado ou do ecossistema de ciência e tecnologia.** Acreditamos que essa experiência traz uma lição valiosa: a inovação não acontece apenas no laboratório, mas também na forma como comunicamos nosso trabalho e engajamos os profissionais envolvidos e a comunidade.



Coordenador
de Inovação
do CBioClima

**Leonardo
Fraceto**

Gestor
de Inovação
do CBioClima

**Renan
Chaves**

A INOVAÇÃO COMO ALICERCE

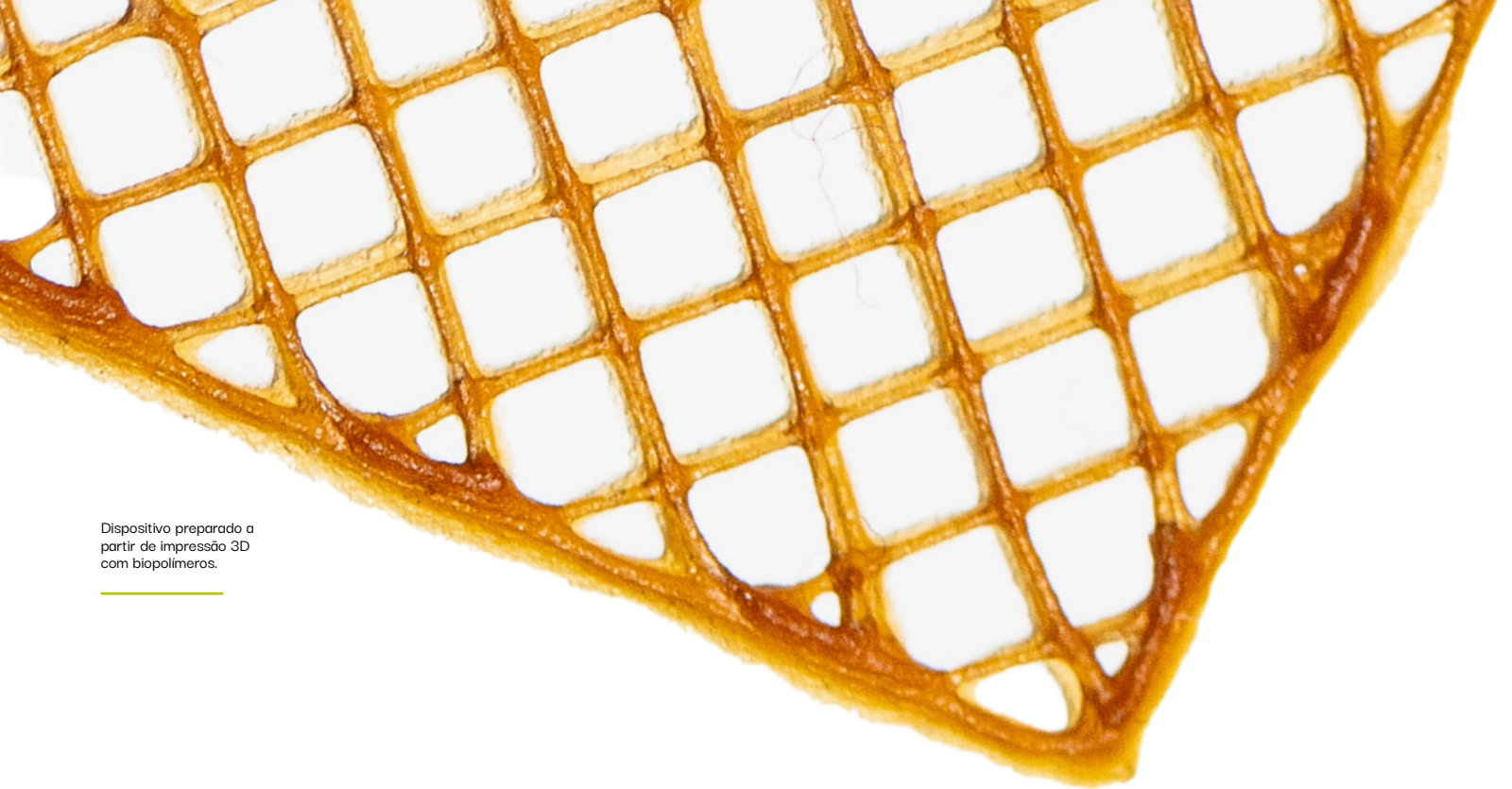
Renan Chaves

Gestor de Inovação
do CBioClima



Em suas múltiplas dimensões,
a inovação é essencial para
enfrentar os desafios ambientais
e sociais do nosso tempo.

Plano detalhe de
planta em estufa.



Dispositivo preparado a partir de impressão 3D com biopolímeros.

Ao longo da minha carreira, pude perceber como o conceito de inovação é dinâmico e multifacetado. Ao buscar definições em diferentes áreas e fontes da literatura, encontramos uma diversidade de interpretações, mas há um denominador comum. A inovação é, essencialmente, qualquer forma nova de gerar valor, seja ele econômico, social, cultural ou científico.

Essa concepção mais ampla nos permite enxergar a inovação além da tecnologia de ponta, incluindo iniciativas sociais e culturais que impactam positivamente a sociedade.

“A inovação é, essencialmente, qualquer forma nova de gerar valor, seja ele econômico, social, cultural ou científico.”

É impossível dissociar a inovação e os desafios contemporâneos, como a perda de diversidade e as mudanças climáticas. Esses temas, amplos e inter-relacionados, exigem soluções criativas e adaptativas. Vejo, por exemplo, oportunidades de inovação na produção de alimentos, com métodos que resultem em menor emissão de carbono e em escalas produtivas que não aumentem o desmatamento. Além disso, iniciativas sociais, tais como o incentivo ao transporte público e à mobilidade ativa, seja a pé ou de bicicleta, são exemplos claros de como políticas e práticas corriqueiras podem contribuir para a mitigação das mudanças climáticas.



A inovação pode surgir tanto de avanços tecnológicos sofisticados, como a edição genética de plantas buscando uma produção mais eficiente e sustentável, quanto de mudanças culturais, que alteram padrões de consumo e comportamento. O importante é reconhecer que toda forma nova de gerar valor, seja em micro ou macroescala, pode ser enquadrada como inovação.

Quando escolhi a graduação em Processamento de Dados, percebi a convergência entre Desenho Industrial e Tecnologia da Informação, áreas aplicadas que visam resolver problemas concretos. A migração para a Administração Pública reforçou meu interesse pela inovação, especialmente ao analisar projetos legislativos ligados à propriedade industrial, com destaque para a tensão entre o direito à propriedade industrial e o direito à saúde, particularmente evidente na indústria farmacêutica.

Essas experiências me fizeram enxergar que a inovação, muitas vezes, nasce de uma demanda, de um problema não resolvido. A literatura econômica, a exemplo de Schumpeter, reforça essa ideia ao abordar o conceito de “destruição criativa”, onde crises funcionam como catalisadores da inovação. No contexto atual, não é exagero falar em crise de biodiversidade e crise climática, que, por sua gravidade, geram uma demanda urgente por novas soluções.

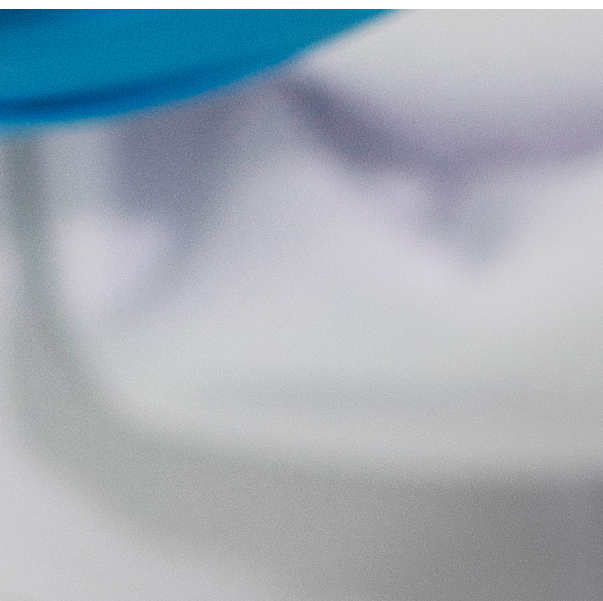
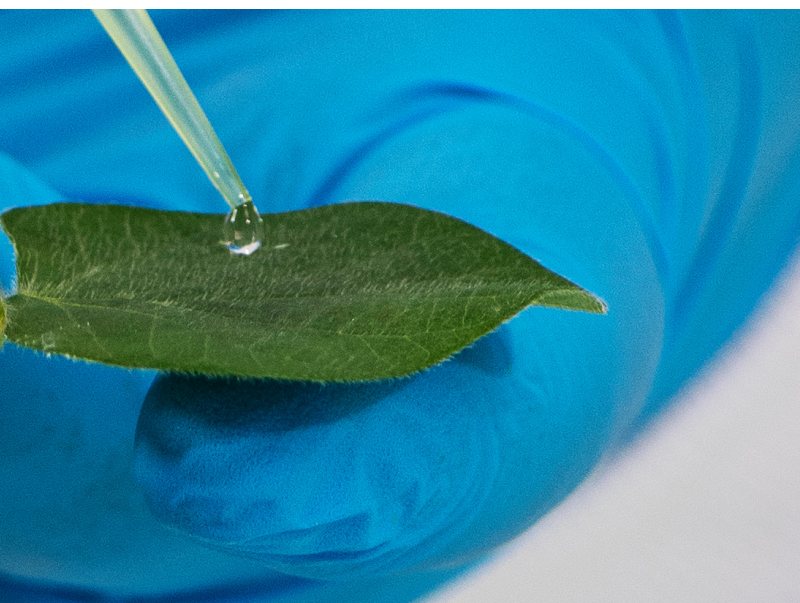
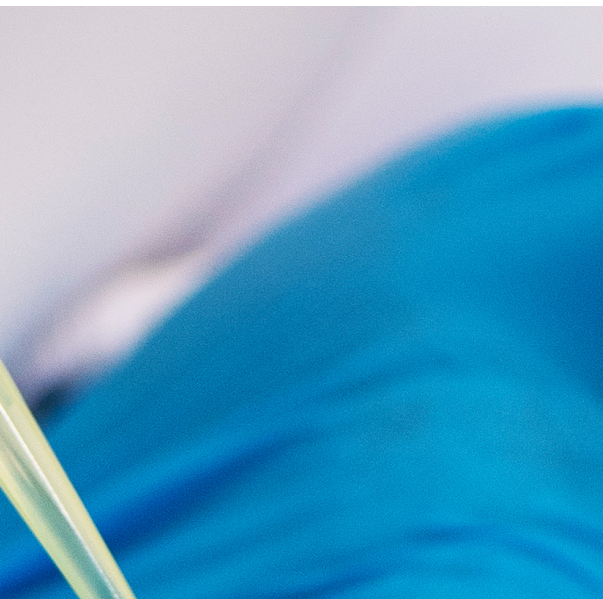
**“Para quem deseja inovar,
é fundamental conhecer a
política de inovação da sua
instituição.”**

Para quem deseja inovar, é fundamental conhecer a política de inovação da sua instituição. Universidades como Unesp, Unicamp e UFMG possuem diretrizes próprias que orientam e oferecem suporte ao desenvolvimento de ideias inovadoras.

No âmbito federal, destaco três marcos legais essenciais: a Lei de Propriedade Industrial, a Lei de Inovação e o Marco Legal das Startups. Estes instrumentos são fundamentais para quem pensa em empreender, proteger suas criações ou estruturar negócios inovadores.

Acredito que a inovação social, muitas vezes vista como política pública de base, pode transformar cenários de cidadania, uso de recursos ambientais e econômicos, e a gestão do espaço público. A sociedade civil tem um papel fundamental nesse processo, adotando soluções inovadoras que, de baixo para cima, impactam a coletividade.





Diante disso, reafirmo que inovar é buscar novas formas de gerar valor diante dos desafios contemporâneos, especialmente nas áreas ambiental e social.

Seja por meio de avanços tecnológicos, mudanças culturais ou políticas públicas, a inovação é uma resposta necessária e urgente às crises que enfrentamos. Cabe a cada um de nós, seja no ambiente acadêmico, empresarial ou social, compreender os marcos legais, explorar as oportunidades e, sobretudo, agir de forma criativa e responsável para construir um futuro mais sustentável.

Gestor
de Inovação
do CBioClima

**Renan
Chaves**



A close-up photograph of two individuals in a laboratory setting. The person on the left is wearing a white lab coat, a white surgical mask, and black-rimmed glasses. The person on the right is wearing a white lab coat, a white surgical cap, and a white surgical mask. The background is slightly blurred, showing laboratory equipment.

INOVAÇÃO TRANSFORMADORA

Patrícia Morellato

Diretora
do CBioClima

A close-up photograph of a female scientist in a laboratory. She is wearing a white lab coat, a white hairnet, and a white face mask with the brand name 'inoven' visible. She is also wearing black nitrile gloves. She is holding a small, white, cylindrical object, possibly a sample or a pipette tip, and a small amount of white vapor or smoke is rising from it. The background is a laboratory setting with various equipment, including a stainless steel refrigerator, a white storage cabinet with a blue calendar, and a rack of pipettes. A semi-transparent grey box with white text is overlaid on the image.

O papel do CBioClima na interdisciplinaridade,
geração de conhecimento aplicado
e impacto socioambiental.

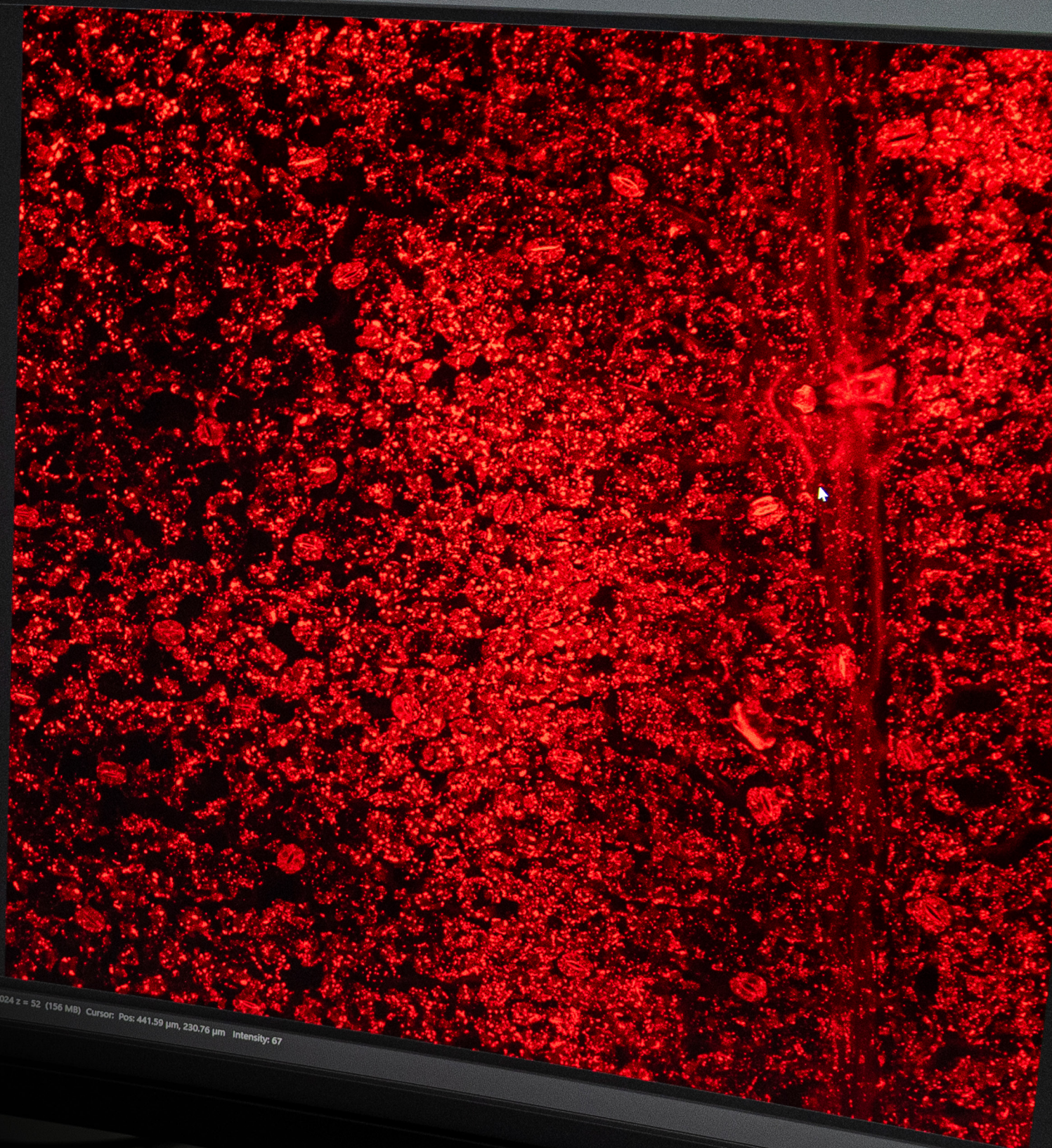
Pesquisadoras Tais Germano e Simone Silva
no Laboratório de Microbiologia durante
processamento de amostras.



Quando penso sobre a essência da inovação dentro do CBioClima, enxergo não apenas o conceito de criação de algo novo, mas a força transformadora que ela exerce sobre a geração de conhecimento com potencial prático. Integrada ao contexto de um Centro de Pesquisa dedicado à fusão entre ciência e inovação, percebo que **o verdadeiro papel da inovação é promover a ponte entre o universo científico e o setor produtivo, impulsionando soluções que transcendam o ambiente acadêmico e alcancem impacto real na sociedade e na economia.**

O desafio de inovar dentro de um Centro, cuja essência é a pesquisa científica, exige de nós uma postura proativa: não basta gerar conhecimento. É preciso testá-lo, validá-lo e transformá-lo em soluções inovadoras. Essa abordagem faz com que nosso trabalho seja mais do que acadêmico, voltando-se para problemas concretos e aproximando a pesquisa da inovação tecnológica, sempre com foco no desenvolvimento científico, econômico e social.

“(...) não basta gerar conhecimento. É preciso testá-lo, validá-lo e transformá-lo em soluções inovadoras.”



in x = 1024 y = 1024 z = 52 (156 MB) Cursor: Pos: 441.59 μm , 230.76 μm Intensity: 67
x 581.25 μm

Tela do Microscópio Confocal durante
análise de nanopartículas marcadas
com sondas em folhas de plantas.



Em nossos núcleos de inovação, por exemplo, desenvolvemos estudos em aquicultura que resultam em produtos inovadores, capazes de serem incorporados por startups e escalados até o setor produtivo. Essa dinâmica só é possível porque dispomos de recursos humanos qualificados e infraestrutura robusta, o que nos permite dedicar esforços direcionados à melhoria contínua e à promoção de saltos significativos em inovação.

Outro aspecto que considero fundamental na inovação é sua natureza interdisciplinar. No CBioClima, temos profissionais de diversas áreas, tais como química, biologia e engenharia, trabalhando juntos para impulsionar projetos inovadores. **Esse ambiente plural favorece a integração de diferentes saberes, potencializando a criatividade e a eficiência das soluções desenvolvidas.**

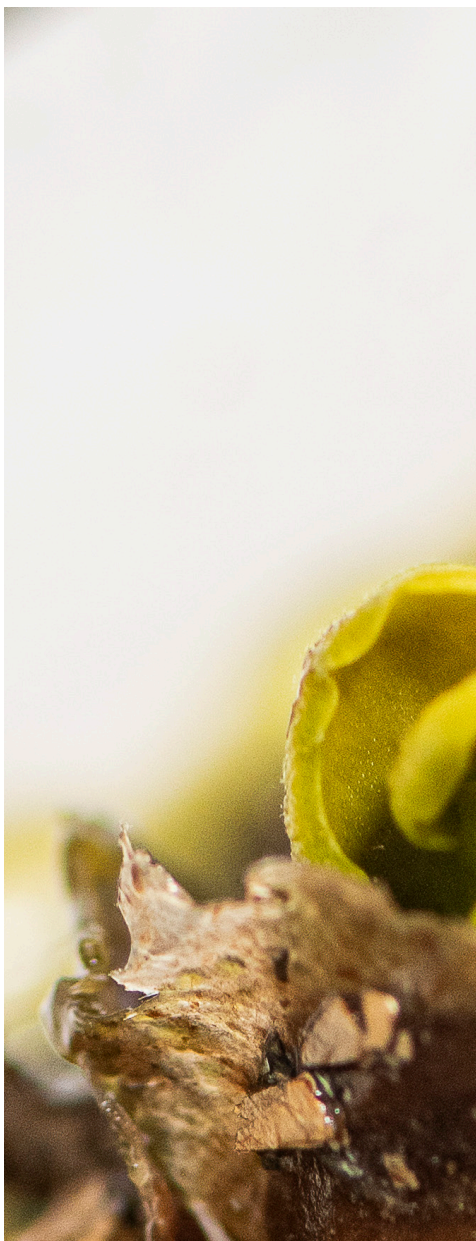
Diretora do CBioClima, Patrícia Morellato, na Unesp/Rio Claro.

“Esse ambiente plural favorece a integração de diferentes saberes, potencializando a criatividade e a eficiência das soluções desenvolvidas.”

Essa proximidade entre pesquisa e inovação é potencializada pela infraestrutura de laboratórios e equipamentos que o CBioClima oferece. Esse investimento, viabilizado principalmente pelo apoio financeiro da FAPESP (Programa CEPID) e de outros financiadores, nos permite dar passos ousados e ampliar o alcance das nossas iniciativas, consolidando o CBioClima como referência nacional e internacional em inovação orientada pela pesquisa científica.

Em nosso Centro, a inovação é orientada pela resolução de problemas reais, sejam eles do setor produtivo ou do setor social. Um exemplo é a nossa linha de pesquisa sobre microbioma do solo, que tem potencial para revolucionar a agricultura por meio de nanopartículas e técnicas avançadas de incorporação de insumos, tornando-os mais eficientes, naturais e orgânicos. Essas soluções têm impacto direto na produtividade e na sustentabilidade, reduzindo desperdícios e promovendo práticas agrícolas mais responsáveis.





Nos últimos dois anos, houve a consolidação das atividades de inovação do CBioClima, especialmente a partir de nossa base estruturada em 2023. **Nossa atuação foi marcada pela organização de projetos em áreas-chave como Bioeconomia, Economia Circular, Soluções Baseadas na Natureza, Nanotecnologia e Agricultura.** Dessa forma, promovemos um ecossistema empreendedor através de parcerias estratégicas, intercâmbio de conhecimento e desenvolvimento tecnológico.



Recentemente, avançamos nas iniciativas de proteção da propriedade intelectual e transferência de conhecimento, com destaque para o depósito oficial de três ativos relevantes de propriedade industrial. A primeira patente, relacionada a um processo sustentável para obtenção de frações específicas de Lignina Kraft com aplicações em nanotecnologia, representa nosso compromisso com materiais inovadores e sustentáveis. A segunda patente, desenvolvida em cooperação com empresas do segmento de Química Fina, reforça nosso protagonismo em tecnologias de encapsulamento. Além disso, o relatório para a Certificação de Denominação de Origem do Filé de Tilápia de Chavantes amplia nosso alcance em processos de certificação de valor agregado, fortalecendo o desenvolvimento da bioeconomia regional.

Esta trajetória reflete o compromisso do CBioClima com a excelência científica e a inovação responsável. Seguiremos promovendo soluções que unam ciência, tecnologia e sustentabilidade, impactando positivamente o desenvolvimento regional e nacional, contribuindo para um futuro mais saudável e equilibrado. Ciência e inovação caminham juntas e continuarão a transformar nossa sociedade, promovendo avanços duradouros e inclusivos.

Diretora
do CbioClima

**Patrícia
Morellato**





A photograph of a woman with blonde hair and glasses, wearing a blue and white striped shirt, looking towards the left. In the background, a man with dark hair and glasses, wearing a black shirt, is also looking left. They are in a greenhouse or nursery setting with various plants and seedlings visible. The background is slightly blurred.

A pesquisadora Neidiquele Silveira na casa-de-vegetação com seus discentes.

**TRANSFORMANDO
DESAFIOS AMBIENTAIS EM
SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS:
COMO PODEMOS TORNAR AS
PLANTAS MAIS TOLERANTES
AOS PERÍODOS SECOS**



A pesquisadora Neidiquele Silveira com os discentes na casa-de-vegetação. Da esquerda para direita: Ye Zikang, Vitória Calasso, Maria Vitória Dainezi, Caio Menele, Neidiquele Silveira e Fernando Nakahara.



A Inovação é um processo dinâmico e que vai muito além de simplesmente gerar uma nova ideia. Para inovar precisamos ser capazes de gerar valor e promover melhorias em algo que já existe, transformando a realidade de uma população e até mesmo redefinindo as suas atitudes e a sua forma de pensar.

“A inovação é um processo dinâmico e que vai muito além de simplesmente gerar uma nova ideia.”

Em uma época em que as adversidades ambientais e sociais são cada vez mais complexas, a inovação assume um papel central no processo de mitigação da perda da biodiversidade e dos efeitos das mudanças climáticas. Neste campo podemos citar, por exemplo, o uso de estratégias biotecnológicas que viabilizam a restauração florestal, favorecendo a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas, mesmo que estas brotem em condições adversas. “Aplicamos moléculas sinalizadoras como doadores de óxido nítrico (NO) e sulfeto de hidrogênio (H₂S) para aumentar a tolerância de mudas nativas ao déficit hídrico, combinada à nanotecnologia, e obtemos uma liberação mais controlada e eficiente do composto. Mesmo que as plantas já produzam essas moléculas naturalmente, esta aplicação de forma exógena tem mostrado aumento da tolerância das mudas ao déficit hídrico”, relata Neidiquele Silveira, pesquisadora associada do CBioClima e Professora Assistente Doutora no Departamento de Biodiversidade do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (Unesp/Rio Claro).



Espera-se que essas tecnologias possam aumentar os índices de sucesso no estabelecimento de espécies vegetais em áreas degradadas. As soluções da equipe liderada por Silveira contribuem para a recuperação de ecossistemas, a conservação da biodiversidade e o sequestro de carbono, o que auxilia no equilíbrio de todo o ecossistema em que tal técnica seja aplicada.

Trajetória acadêmica e percurso pela inovação

A trajetória acadêmica de Silveira sempre esteve ligada à pesquisa em fisiologia vegetal, com foco na resposta das plantas aos estresses abióticos, especialmente seca e sinalização.

Ao longo de sua carreira, a pesquisadora se especializou nesta área. Mas para dar um passo além e consolidar o seu compromisso com soluções tecnológicas voltadas à sustentabilidade, Silveira buscou conhecimentos e parcerias no campo da biotecnologia e da nanotecnologia. “O ambiente colaborativo foi essencial para ampliar minha visão sobre inovação e aplicabilidade científica. Como resultado, tive a oportunidade de participar do desenvolvimento e depósito da minha primeira patente, relacionada a um método inovador para retardar o amadurecimento de frutos por meio da aplicação de NO encapsulado”, salienta Silveira.

Plano detalhe da planta em desenvolvimento inicial de aroeira (*Schinus terebinthifolia*), espécie utilizada em programas de restauração florestal.



Amadurecimento da inovação no campo científico

O campo da fisiologia do estresse abiótico em plantas obteve um ganho considerável a partir da incorporação de ferramentas biotecnológicas à pesquisa. Tal avanço só foi possível graças à atuação de grupos multidisciplinares, que favorecem o surgimento de soluções inovadoras com impacto direto na agricultura e na conservação ambiental.

Principais pesquisas e aplicações

As pesquisas desenvolvidas por Silveira buscam soluções para aumentar a sobrevivência de mudas nativas utilizadas na restauração de áreas degradadas de floresta, principalmente em áreas que estão sujeitas a altas temperaturas e constantemente impactadas pela seca.

A partir do estudo dos mecanismos de tolerância das plantas, como a sinalização mediada pelo óxido nítrico (NO) e sulfeto de hidrogênio (H₂S), investigam-se formas de torná-las mais resistentes aos estresses ambientais. Para aumentar a eficácia dessas moléculas, os cientistas utilizaram a nanotecnologia como ferramenta para viabilizar uma liberação controlada. Esta abordagem permite que as plantas se preparem melhor para enfrentar condições adversas, o que contribui para o sucesso da restauração de áreas degradadas a partir do plantio de espécies nativas.

| Problemas e soluções inovadoras

A inovação tecnológica busca soluções eficazes para problemas específicos. Na restauração florestal com mudas nativas, a falta de água compromete o estabelecimento de mudas em áreas degradadas. A solução proposta por Silveira envolve o desenvolvimento de protocolos de aclimação e aplicação de bioestimulantes, como doadores de óxido nítrico (NO) e sulfeto de hidrogênio (H₂S), para aumentar a tolerância das mudas à seca.

Logo na fase de germinação das sementes florestais, o déficit hídrico reduz a germinação e o vigor de sementes nativas. Para solucionar este problema, a pesquisadora propõe a aplicação de tratamentos de condicionamento com doadores de NO e H₂S para aprimorar o vigor inicial das sementes.

Mas não é apenas no reflorestamento que esta técnica pode ser útil. A seca também causa impactos na produção agrícola, sendo comum encontrarmos plantações prejudicadas pela seca. E, neste cenário, o encapsulamento de doadores de NO e H₂S que promovem liberação controlada durante a germinação também pode conferir, por exemplo, ao feijoeiro mais resistência à falta de água.

No caso da citricultura, a falta de chuvas pode afetar negativamente a produtividade e a qualidade das frutas. Como solução para este empecilho podemos utilizar bioestimulantes e reguladores de crescimento, como NO e H₂S, aplicados nas folhas ou no solo.

Pesquisadora Neidiquele Silveira com seus discentes no Jardim Experimental. Da esquerda para direita: Caio Menele, Fernando Nakahara, Eduardo Cortez, Vitória Calasso, Neidiquele Silveira, Maria Vitória Dainezi, Ye Zikang.







“

A inovação tecnológica busca soluções eficazes para problemas específicos.”

A pesquisadora Neidiquele Silveira com seus discentes na casa-de-vegetação com plantas de jatobá. Ao lado esquerdo: Maria Vitória Dainezi, Caio Menele, Ye Zikang, Fernando Nakahara. Ao lado direito: Neidiquele Silveira, Eduardo Cortez, Mateus Thomé, Vitória Calasso.

Diferenciais das soluções inovadoras

As soluções propostas apresentam diferenciais importantes em relação a outras tecnologias existentes. O uso de doadores de óxido nítrico (NO) e sulfeto de hidrogênio (H₂S) encapsulados em matrizes biodegradáveis como a quitosana é simples, de baixo custo, sustentável e sem toxicidade.

Apesar das vantagens, essa tecnologia ainda é pouco explorada na ciência de plantas, especialmente na aplicação prática em campo. “É fundamental que estudos futuros considerem aspectos como custo-benefício, viabilidade econômica, interesse da indústria e aceitação por parte de agricultores e consumidores. Para tanto, o avanço dessa abordagem depende de colaborações multidisciplinares envolvendo química, ciência dos materiais, fisiologia vegetal, ecologia, ecotoxicologia e economia, contribuindo para o desenvolvimento de uma agricultura mais precisa, eficiente e resiliente às mudanças climáticas”, evidencia Silveira.

A pesquisadora Neidiquele Silveira (ao centro) com seus discentes no Laboratório de Fisiologia vegetal. Da esquerda para direita: Fernando Nakahara, Caio Menele, Vitória Calasso, Neidiquele Silveira, Ye Zikang, Maria Vitória Dainezi, Eduardo Cortez.





Pesagem de amostras foliares para análises laboratoriais, realizada por Vitória Calasso.

Coleta de extratos vegetais após centrifugação para análises bioquímicas, realizada por Ye Zikang (discente em mobilidade acadêmica da Universidade de Hubei, China).



Estágio atual das pesquisas

Atualmente, a pesquisa do uso de óxido nítrico (NO) e sulfeto de hidrogênio (H_2S) aliado à nanotecnologia para tornar as plantas mais tolerantes à seca encontra-se em fase inicial, com experimentos realizados em condições controladas em câmara de germinação e em casa-de-vegetação. “Cinco alunos de Iniciação Científica e três mestrandas participam de diferentes subprojetos, envolvendo tanto espécies agrícolas quanto florestais. Além dos testes com óxido nítrico e sulfeto de hidrogênio, nós estamos em testes de novas matrizes em nanopartículas lipídicas”, destaca Silveira.

Contudo os resultados preliminares já indicam que os efeitos desta aplicação podem variar conforme a dose e a espécie vegetal. Diante desta variação, os pesquisadores agora se dedicam a descobrir a dosagem exata necessária a cada espécie estudada. Esse aprofundamento das análises é fundamental para se estabelecer padrões de segurança para esta nova tecnologia que em breve será estudada em condições de campo.



Germinação de aroeira (*Schinus terebinthifolia*), espécie utilizada em programas de restauração florestal.



A pesquisadora Neidiquê Silveira (ao centro) com seus discentes no ambiente de casa de vegetação com diversidade de espécies vegetais mantidas para experimentação.

Perspectivas científicas e impacto na sociedade

A aplicação de nanopartículas de quitosana com doadores de óxido nítrico (NO) e sulfeto de hidrogênio (H₂S) representa uma inovação sustentável que pode mitigar os efeitos da seca em plantas agrícolas e nativas, aprimorando a segurança alimentar, o processo de reflorestamento de áreas degradadas e a adaptação às mudanças climáticas.

Ao contribuir para o sucesso na germinação e no estabelecimento de espécies nativas, tais tecnologias ajudam a reduzir a perda de biodiversidade. Outra aplicação pertinente dessa tecnologia é a possibilidade de prolongar a vida útil das frutas, evitando, deste modo o desperdício desses alimentos.



Plano detalhe germinação da espécie aroeira em gerbox.



Pesagem de amostras vegetais em balança analítica.

| Parcerias e colaborações

Para realizar esta pesquisa, Silveira precisou ir além de seus conhecimentos no campo da fisiologia vegetal e buscou parcerias que pudessem contribuir com a pesquisa no campo da inovação, em especial com pesquisadores que atuam no desenvolvimento de nanomateriais funcionalizados.

Equipe da pesquisadora Neidiquele Silveira. Da esquerda para direita: Ye Zikang, Sabrina Henz, Vitória Calasso, Neidiquele Silveira, Eduardo Cortez, Jaqueline Cardili, Caio Menele, Fernando Nakahara, Maria Vitória.





Neidiquele Maria Silveira

Formação:

Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Mestrado em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Doutorado em Agricultura Tropical e Subtropical pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), com período sanduíche pela University of the West of England (UWE), Inglaterra.

Posição Atual:

Professora do Departamento de Biodiversidade do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (Unesp, câmpus Rio Claro).

Área de Atuação:

Fisiologia vegetal, com foco nas respostas das plantas aos estresses abióticos, na sinalização e na nanobiotecnologia aplicada à agricultura e à ciência ambiental.

Atividades de inovação tecnológica:

Experiência no desenvolvimento de Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), em parceria com institutos de pesquisa e empresas. Detentora de patente referente a um método para retardar o amadurecimento de frutos, aumentando sua vida pós-colheita.

Além disso, atuação no desenvolvimento de projetos voltados à atenuação de estresses abióticos em plantas de interesse agrícola e à restauração florestal.

Contato:

Neidiquele Maria Silveira

E-mail: neidiquele.silveira@unesp.br

LinkedIn: [neidiquele-silveira-97496759/](https://www.linkedin.com/in/neidiquele-silveira-97496759/)

MÉTODO PARA RETARDAR O AMADURECIMENTO DE FRUTOS, PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UMA COMPOSIÇÃO CONTENDO UM DOADOR DE ÓXIDO NÍTRICO (NO) E UMA NANOCÁPSULA POLIMÉRICA, E COMPOSIÇÃO

Problema:

Perdas expressivas pós-colheita em frutos carnosos, decorrentes da alta perecibilidade, demandam estratégias eficazes que ampliem a vida útil sem comprometer a qualidade, reduzindo desperdícios e promovendo segurança alimentar.

Solução:

A invenção propõe a aplicação de nanopartículas poliméricas com doadores de óxido nítrico em frutos pós-colheita para prolongar sua conservação, viabilizar transporte e comercialização e promover práticas pós-colheita mais sustentáveis.

Vantagens/Diferencial:

Método simples e de baixo custo para conservar frutas, especialmente o mamão, mantendo qualidade física e nutricional em temperatura ambiente, facilitando armazenamento e distribuição, reduzindo perdas pós-colheita e gerando impacto econômico e nutricional para a população.

Estágio de Desenvolvimento (TRL):



Inventores:

Joana Claudio Pieretti; Amedea Barozzi Seabra;
Neidiquele Maria Silveira; Julia Claudiane da Veiga;
Ilana Urbano Bron.

Propriedade Intelectual:

Pedido de Patente BR1020240080289A2



A pesquisadora Neidiquele Silveira com os discentes Mateus Thomé e Vitória Calasso em análise de plantas de citros cultivadas em sistema hidropônico para condução de experimentos fisiológicos.



**CIÊNCIA, INOVAÇÃO E IMPACTO
SOCIAL NA BIOECONOMIA AZUL**



Plano detalhado da espécie zebrafish (*Danio rerio*), utilizada em estudos experimentais para validação tecnológica nos níveis iniciais de maturidade (Technology Readiness Level - TRL 1 a 4), conduzidos no Laboratório de Bioinovação e Ecotoxicologia da Unesp/Registro.

Saiba mais sobre o trabalho de Guilherme Wolff, pesquisador na área de bioeconomia que conecta sustentabilidade, negócios e inclusão social.

Zootecnista, livre docente em aquicultura e economia circular e especialista em bioinovação, Guilherme Wolff é um dos nomes de destaque no campo de pesquisa e inovação aplicadas à agricultura sustentável, recursos aquáticos e bioeconomia no Brasil. Sua carreira une paixão pela natureza, vivências no ambiente aquático e um olhar inquieto sobre como a ciência pode gerar valor real para a sociedade.

Na infância, viveu em uma vila de operários da CESP, às margens do rio Paraná. Wolff desenvolveu uma conexão profunda com o meio ambiente, experiência que inspira até hoje seu compromisso em desenvolver soluções que promovam uma produção sustentável e inclusiva. “Desde criança, a relação com a água e o ambiente me moldou. Sempre me questionei como poderia impactar de verdade a comunidade de onde vim. O que me move é transformar conhecimento em soluções reais para os desafios ambientais, sociais e econômicos”, ressalta o cientista.

Cena de pesquisa científica realizada em fazenda comercial, localizada no Vale do Ribeira, bioma da Mata Atlântica, utilizada para validação de tecnologias aquícolas. Da esquerda para a direita: as pesquisadoras Thalísia Cunha e Marcela Obando, o discente Luiz Chiavini e o pesquisador Guilherme Wolff.



Para Wolff, inovação não é apenas criar algo, mas sim transformar ideias e pesquisas em ferramentas, metodologias e tecnologias que resolvam problemas reais e gerem valor para pessoas, instituições e todo o ecossistema social. Nesse sentido, o pesquisador acredita que o verdadeiro impacto da ciência está em sua capacidade de mudar vidas, sanar dores e tornar o mundo mais justo e sustentável. Em seu trabalho, essa visão se concretiza por meio de projetos que unem pesquisa colaborativa, criação e conexão direta com os desafios enfrentados por produtores, comunidades tradicionais e órgãos públicos.

“A base de todas as economias é a água. Uma vez impactada, afeta desde a produção de alimentos até a energia e o turismo.”

Da teoria à prática, os trabalhos conduzidos por Wolff apresentam adaptações das metodologias à realidade brasileira, considerando o clima tropical, a biodiversidade única e as necessidades dos diferentes atores envolvidos na produção aquícola. “A base de todas as economias é a água. Uma vez impactada, afeta desde a produção de alimentos até a energia e o turismo”, adverte o pesquisador.

Dentre suas inovações, Wolff liderou o desenvolvimento de uma metodologia para mensuração da capacidade de suporte ambiental e econômica de lagos e reservatórios, viabilizando a outorga de produção de piscicultura em ambientes tropicais e neotropicais. Essa ferramenta, resultado de dez anos de pesquisa em parceria com órgãos nacionais e internacionais, já resultou em publicações em revistas científicas de alto impacto, oito patentes e também no surgimento de cinco startups, que levam adiante o conhecimento e apoiam uma bioeconomia mais sustentável. Antes desse trabalho, a metodologia utilizada era baseada em modelos estrangeiros, no caso, inadequados ao clima tropical.





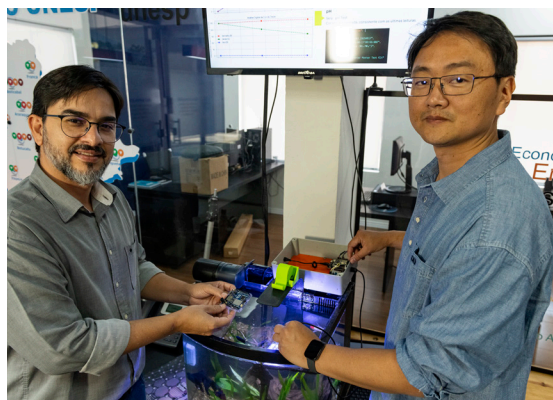
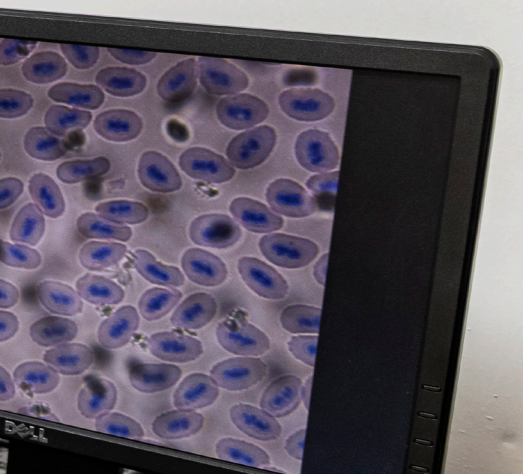
| A pesquisa com propósito

Mesmo antes de se tornar referência em inovação, Wolff sempre desejou mais do que publicar artigos. O divisor de águas em sua carreira veio com a participação em grupos de pesquisa no Paraná, sob a liderança do professor e cientista Aldi Feiden, onde vivenciou a cocriação com comunidades e setores produtivos. “Ali entendi que dava para juntar o que via desde criança com o rigor acadêmico. **Do laboratório ao campo, inovação é solução compartilhada, a tecnologia deve democratizar o acesso à informação e ao manejo, beneficiando tanto o pequeno produtor quanto grandes empresas**”, salienta.

A inquietação de Wolff em conectar ciência com as necessidades da comunidade encontra expressão em projetos de inovação social e tecnologias sociais desenvolvidos especialmente para biomas como a Mata Atlântica. Ao trabalhar com comunidades quilombolas e pequenos produtores, o pesquisador fomenta a diversificação da renda com sistemas integrados de produção, cultivos multitrópicos e educação ambiental, iniciativas que já impactaram positivamente centenas de pessoas e receberam reconhecimento internacional.

Além de sua atuação nestas comunidades e no ambiente acadêmico, Wolff também atua como mentor de startups, fomenta spin-offs acadêmicas e licencia suas patentes para empresas inovadoras. Ele lidera o primeiro programa de aceleração de startups Deeptech em Aqua e Bioeconomia Azul da América Latina, ajudando jovens cientistas a tirarem ideias do papel, auxiliando seus alunos a transitarem do universo acadêmico para o universo do mercado através do desenvolvimento de negócios e trabalhos sociais.





Pesquisadores Guilherme Wolff e Érico Teramoto no laboratório de Bioeconomia e Inovação da Unesp/Registro finalizando o protótipo de monitoramento limnológico com IoT integrados aos algoritmos/IA.



O professor Guilherme Wolff apresentando a trajetória tecnológica de desenvolvimento desde a pesquisa científica até sua transformação em inovação social e criação de startups, na Incubadora Tecnológica da Unesp – Aquário de Ideias.

O pesquisador Levi Pompermayer, membro da equipe do CBioClima, realizando procedimentos analíticos no Laboratório de Bioinovação da Unesp/Registro, para o desenvolvimento de pesquisas aplicadas à Bioeconomia Azul.

Projetos como o de cultivos multitrópicos e inovação social em comunidades da Mata Atlântica mostram o compromisso de Wolff com inclusão e diversidade. Ele e seu grupo atuam desde a integração de plantas, peixes e algas até a criação de novos produtos para bioeconomia local, sempre ouvindo a demanda das comunidades, gerando tecnologias acessíveis, de baixo custo e adaptadas à realidade brasileira.

“O futuro da inovação é colaborativo, circular e sustentável. Aposto em plataformas digitais, inteligência artificial e integração de dados para antecipar riscos ambientais e econômicos. Acredito que a formação de pessoas é o elo que garante a perenidade do conhecimento”, reitera Wolff.



Exemplar de macho de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), variedade híbrida da piscicultura S3, utilizada nas pesquisas.



Da esquerda para a direita: os pesquisadores Carlos Gaona, Guilherme Wolff, Ana Leticia Sanches e Levi Pompermayer, em atividade de desenvolvimento de pesquisa científica voltada a Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para fomentar a bioeconomia da Mata Atlântica.

Metodologias e patentes: da bioeconomia digital à resiliência climática

As metodologias e patentes desenvolvidas no âmbito da bioeconomia até a resiliência climática representam avanços significativos para o setor aquícola e ambiental. O zoneamento aquícola, estruturado em três escalas (global, regional e local), estabelece uma metodologia robusta para delimitar áreas de produção, promovendo a conexão entre ciência e políticas públicas. Esse método já é reconhecido como referência e está integrado ao licenciamento ambiental nacional, o que facilita a implementação de práticas sustentáveis e adequadas às diferentes realidades territoriais. Complementando essa abordagem, foi desenvolvido um algoritmo bioenergético inédito para modelagem de resíduos, capaz de estimar resíduos de nitrogênio e fósforo. Adaptado ao clima tropical e às principais espécies criadas no Brasil, esse algoritmo contribui de maneira decisiva para a promoção da sustentabilidade ambiental e o aumento da eficiência produtiva na aquicultura sustentável.



Plano detalhado de uma bioimpressora do Laboratório de Bioeconomia e Inovação da Unesp/Registro, produzindo um hidrogel à base de compostos orgânicos sustentáveis e recicláveis.

“Essas soluções, em conjunto, demonstram uma convergência entre inovação tecnológica, sustentabilidade e resiliência (...)”

Outro destaque é o Framework ECCp, uma plataforma inovadora, já utilizada em lagos do Brasil e do Chile, que integra aspectos bioenergéticos, hidrodinâmicos e cenários climáticos, oferecendo uma acurácia de 96%. No campo das inovações protegidas, destaca-se a Patente BR 10 2025 016467 1, que descreve um sistema de modelagem de dados para previsão bioeconômica. Este sistema conecta dados dispersos em painéis de inteligência operacional, facilitando a tomada de decisões dos produtores diante da variabilidade climática. Já a Patente BR 10 2021 000824 5 apresenta um processo pioneiro de integração entre variáveis climáticas e financeiras, utilizando tecnologias de IoT e *machine learning* para prever riscos e fortalecer a bioeconomia. Essas soluções, em conjunto, demonstram uma convergência entre inovação tecnológica, sustentabilidade e resiliência, fundamentais para o enfrentamento dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e para o desenvolvimento sustentável do setor.





Ambientes de inovação e formação de pessoas

Além da pesquisa, Wolff coordena ambientes de inovação como a Incubadora Tecnológica Aquário de Ideias e o Bioeconomy Living Lab, conectando universidades, produtores, empreendedores e sociedade para acelerar a transferência de tecnologia e capacitar novos talentos em bioinovação. Sua atuação como mentor de startups e programas de aceleração é marcada pela busca de soluções de baixo custo, aplicáveis à realidade brasileira e capazes de transformar ciência em impacto social concreto. “A universidade é o arcabouço, mas são as parcerias que levam a ciência ao mercado e à sociedade. Ferramentas só fazem sentido se chegam à ponta e geram valor para todos”, destaca o cientista.

Discente Maria Luiza Bernardo, do curso de Engenharia de Pesca, participando de treinamento imersivo com tecnologias de aprendizagem digital e cocriação voltadas à Bioeconomia Azul, desenvolvido na Incubadora Tecnológica Aquário de Ideias da Unesp/Registro.



Cena do metaverso visualizada no visor de óculos 3D, utilizada durante o processo de cocriação de um plano de negócios para uma startup Deep Tech voltada à reutilização de resíduos da pesca oceânica, com foco no desenvolvimento de um produto mínimo viável (MVPs) em ambiente controlado.

As pesquisas de Wolff também influenciam políticas públicas de ordenamento aquícola, licenciamento ambiental e gestão adaptativa dos recursos hídricos. As ferramentas e patentes desenvolvidas, muitas licenciadas para startups, integram dados ambientais, zootécnicos e financeiros, criando plataformas colaborativas capazes de prever riscos, otimizar produção e gerar inteligência operacional para o setor. **“A inovação social é tão importante quanto a tecnológica. Desenvolvemos várias tecnologias sociais, de sistemas integrados de produção a programas de educação ambiental”,** sintetiza o pesquisador.

O pesquisador Guilherme Wolff calibrando sua tecnologia patenteada em conjunto com membros da equipe, durante a instalação e o aprimoramento do sistema em uma empresa comercial de produção de pescados.





O pesquisador Guilherme Wolff (ao centro), acompanhado da pesquisadora Marcela Obando (à esquerda), de Thalísia Cunha e do discente Luiz Chiavini (à direita), em uma fazenda equipada com Recirculating Aquaculture System (RAS), ou Sistema de Recirculação Aquícola – tecnologia terrestre de produção de organismos aquáticos que reutiliza continuamente a água após processos de filtração física e biológica.

Recentemente, Wolff publicou um livro inédito e playbook lançado na COP30 Brasil Amazônia e no Aquaciências 2025, intitulado Blue Capital: Bases e ferramentas para inovar e empreender na bioeconomia azul. Confira em: <https://blue-capital.github.io/bluecapital/index.html>



Guilherme Wolff

Formação:

Graduação em Zootecnia e Mestrado em Engenharia de Pesca pela Universidade Estadual do Paraná (Unioeste).

MBA em Inovação pelo Programa I-Corps da University da Califórnia, Berkeley.

Doutor em Ciências Animais pela Universidade de Brasília (UnB) e Universidade de Guelph, Canadá.

Pós-doutorado em Bioinovação e Livre Docente em Aquicultura Sustentável e Economia Circular pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp).

Posição Atual:

Professor Associado na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) - Câmpus de Registro e no Centro de Aquicultura da Unesp no Campus de Jaboticabal.

Coordenador da Incubadora de Empresas de Base Científica e Tecnológica no vale do Ribeira e Litoral Sul de São Paulo - Aquário de Ideias.

Área de Atuação:

Inovação, aquicultura sustentável e bioeconomia azul, integrando ciência, tecnologia e inovação social para promover o uso responsável dos recursos hídricos, fortalecer a produção sustentável de alimentos e fomentar startups da base científica.

Atividades de inovação tecnológica:

Coordenou o Programa de Mestrado e Doutorado Acadêmico para Inovação (MAI/DAI) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) na Unesp. Atuou como consultor em inovação para a cadeia de produção aquícola pela ONU/FAO e pelo Programa horizon 2020 da União Européia. Esteve como Gerente de Empreendedorismo na Agência Unesp de Inovação (PD&I) com instituições nacionais e internacionais.

Registro e Licenciamento de patentes em parceria universidade-empresa e fomento de startups e spin-offs DeepTech nas áreas de bioeconomia azul.

Contato:

Guilherme Wolff Bueno

E-mail: guilherme.wolff@unesp.br

LinkedIn: [/guilherme-wolff-bueno-a2124b1a/](https://www.linkedin.com/in/guilherme-wolff-bueno-a2124b1a/)

SISTEMA E MÉTODO SEQUENCIAL DE MODELAGEM DE DADOS PARA PREVISÃO BIOECONÔMICA E GESTÃO OPERACIONAL DE FAZENDAS AQUÍCOLAS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Problema:

A principal problemática é a falta de ferramentas integradas que considerem clima, produção, finanças e capacidade de suporte ambiental no manejo aquícola, agravada pela ausência de métodos específicos para climas neotropicais e pelo acesso limitado a tecnologias eficientes e de baixo custo, o que pode gerar impactos ambientais e prejuízos econômicos.

Solução:

Uma tecnologia aplicada à bioeconomia dos recursos naturais aquáticos e pesqueiros, que promove a produção de alimentos com menor impacto ambiental e maior eficiência econômica. Ao antecipar riscos climáticos e financeiros, o sistema reduz perdas produtivas, desperdício de insumos e impactos ambientais associados a manejos inadequados. Consequentemente, contribui para a redução de emissões indiretas decorrentes da ineficiência produtiva e para a construção de sistemas alimentares aquáticos mais resilientes às mudanças climáticas.



Cena da equipe de pesquisa, juntamente com o pesquisador, realizando etapas que vão desde a validação em ambiente relevante até a demonstração de protótipo em ambiente operacional das tecnologias e inovações patenteadas, em uma fazenda comercial de alta produção de pescado localizada no reservatório da Usina Hidrelétrica de Chavantes, rio Paranapanema, divisa entre São Paulo e Paraná.

Vantagens/Diferencial:

A invenção também impulsiona a inovação tecnológica no setor aquícola ao integrar conectividade, inteligência analítica e modelagem bioeconômica em uma única estrutura de gestão. Isso aumenta a competitividade dos produtores, melhora o planejamento das safras e fortalece a sustentabilidade econômica da atividade. Além disso, a tecnologia possui um importante componente de inovação social, ao democratizar o acesso a ferramentas avançadas de monitoramento e de previsão bioeconômica. Ao permitir que produtores tenham acesso a esse tipo de sistema sem custos elevados, a patente contribui para reduzir as desigualdades tecnológicas no campo, ampliar a inclusão digital no meio rural e fortalecer cadeias produtivas locais baseadas em conhecimento, sustentabilidade e geração de renda. Assim, a invenção posiciona-se como um instrumento estratégico para a transição da aquicultura tradicional para um modelo mais inteligente, sustentável, resiliente e alinhado aos princípios da Bioeconomia Azul.

Estágio de Desenvolvimento (TRL):



Inventores:

Guilherme Wolff Bueno; Érico Tadao Teramoto; Roberto K. Naoe; Carlos A. Prata Gaona; Danilo C. Proença; Levi Pompermayer Machado.

Propriedade Intelectual:

BR 10 2025 016467 1

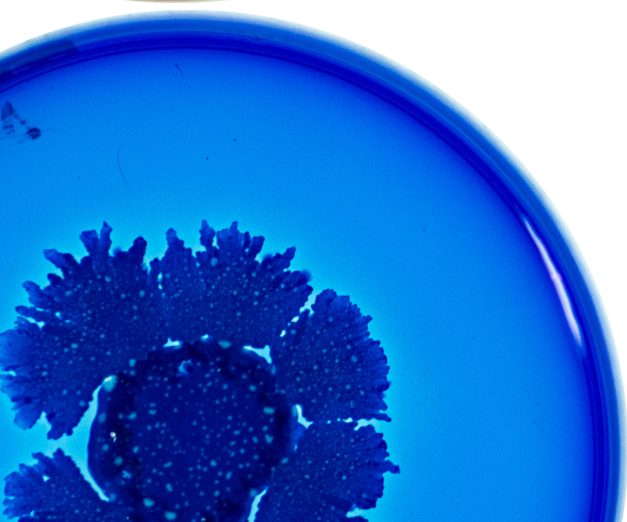
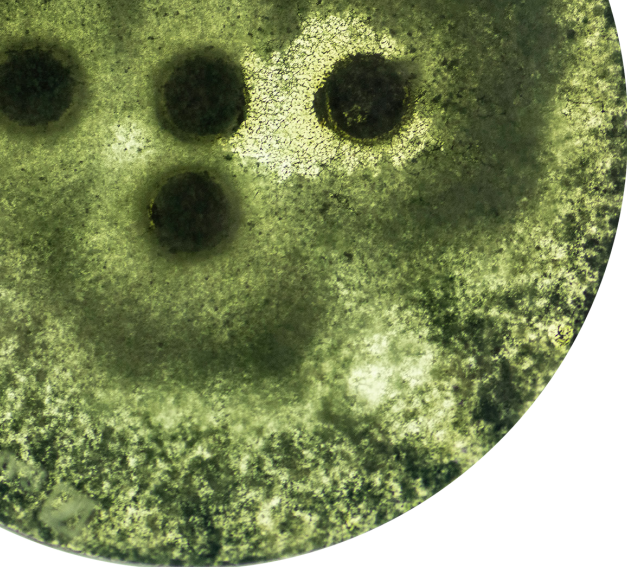
NOVAS PERSPECTIVAS PARA O CONTROLE DE PRAGAS E O ESTÍMULO DO CRESCIMENTO AGRÍCOLA

Estudos revelam avanços no uso de nanopartículas de ferro, prata, titânio e *Beauveria bassiana* para práticas agrícolas. Conheça as inovações da pesquisadora **Renata de Lima** e saiba mais sobre o seu trabalho com nanopartículas em prol de uma agricultura mais sustentável.



A pesquisadora Renata Lima no Laboratório de Avaliação de bioatividade e toxicidade de nanomateriais (Labiton) da Universidade de Sorocaba (Uniso).





Fazer uma agricultura 100% biológica não é tarefa fácil. Entretanto, a utilização de partículas biogênicas tem se mostrado uma alternativa promissora para equilibrar sustentabilidade e viabilidade econômica. No centro desta inovação está a cientista Renata de Lima, pesquisadora associada ao CBioClima que estuda o desenvolvimento e a aplicação de nanopartículas biogênicas, produzidas com microrganismos benéficos à saúde das plantas agrícolas, além de metais como prata, ferro e titânio.

Para se ter uma ideia do potencial desta inovação, as nanopartículas biogênicas podem atuar no controle de pragas, estimular o crescimento de plantas ou até mesmo proteger microrganismos benéficos contra intempéries climáticas. “É o caso da sinergia entre metais e metabólitos dos fungos, que permite atacar as pragas de formas diferentes, aumentando a eficácia do controle biológico. **Nossas pesquisas utilizam microrganismos, óleos essenciais e metabólitos de microrganismos para sintetizar nanopartículas que tenham ação contra fungos, bactérias e pragas agrícolas, assim como nanopartículas que sejam específicas para auxílio na fertilização**”, salienta Lima.

Placas de cima para baixo: fungo crescendo em placa para obtenção de material para síntese biogênica; bioprospecção de bactérias de solo; Análise de avaliação de produção de protease.

A close-up, high-magnification photograph of a petri dish containing a dark, textured agar medium. The surface is covered with a dense, fuzzy growth of a dark brown or black fungus, likely Trichoderma harzianum, which is being used in the study. The lighting is dramatic, with strong highlights and deep shadows, emphasizing the texture of the fungal growth.

**“O desafio inegável, no entanto,
é transpor as barreiras de custo,
legislação e aceitação mercadológica.”**

A síntese biogênica de nanopartículas metálicas, por exemplo, surge como uma solução inovadora para desafios agrícolas, como controle de pragas e fertilização do solo. Dentre os tipos de nanopartículas, as de ferro destacam-se pela baixa toxicidade e pelo papel essencial desse micronutriente para as plantas. Utilizando *Trichoderma harzianum* como agente estabilizante, além de outras partículas, a equipe liderada por Lima produziu nanopartículas de óxido de ferro que apresentou propriedades interessantes.

Os testes realizados indicaram ausência de citotoxicidade e genotoxicidade nas concentrações utilizadas, além de estimular a proliferação do *Trichoderma*, inibindo o fungo patogênico *Sclerotinia sclerotiorum*, sem afetar a germinação de sementes.

Além disso, o uso de nanopartículas recobertas com metabólitos tem potencial para descontaminação ambiental, mostrando a versatilidade e o impacto positivo dessas inovações. O desafio inegável, no entanto, é transpor as barreiras de custo, legislação e aceitação mercadológica.

Plano detalhe de fungo patogênico
crescido em placa para testes.

O papel da interdisciplinaridade e da colaboração

Inovar não é, necessariamente, criar algo absolutamente inédito. Muitas vezes, trata-se de resolver um problema antigo com uma abordagem diferente. “A inovação pode ser disruptiva, mas também pode ser um incremento, melhorar o que já existe”, frisa Lima.

Em seu cotidiano profissional, a cientista acredita que a inovação provém de um processo coletivo, dos encontros entre áreas distintas do conhecimento e da comunicação entre pesquisadores, empreendedores e profissionais de diferentes setores. **“Sozinho, fazer inovação disruptiva é muito difícil. A interdisciplinaridade é essencial. Às vezes, a solução só aparece quando alguém vê o problema sob outra perspectiva. Você tem que aplicar técnicas em outros contextos. A técnica é minha ferramenta, o problema é que vai determinar a forma que ela será utilizada”**, ressalta a pesquisadora.

Muitas vezes nesse processo de inovação, um único detalhe pode fazer toda a diferença, como no caso da pesquisa sobre a influência do revestimento nas nanopartículas de prata biogênicas. O estudo revelou a importância do revestimento: a técnica de síntese biogênica pode conferir a nanopartículas um capping composto por biomoléculas, o que confere propriedades como estabilidade, baixa toxicidade e atividade biológica.



As nanopartículas de ferro, prata e titânio revestidas apresentaram morfologia esférica e maior eficácia inibitória contra o fungo patogênico *Sclerotinia sclerotiorum*, enquanto as não revestidas foram ineficazes. Apesar de não apresentar diferença na citotoxicidade, as não revestidas mostraram maior genotoxicidade em linhagens celulares. Na análise do impacto sobre microrganismos agrícolas, apenas as revestidas exerceram efeito inibitório, enquanto as não revestidas causaram alterações significativas na microbiota do solo.

Os resultados obtidos por esta pesquisa evidenciaram que o revestimento é fundamental para o controle do tamanho e do potencial biológico das nanopartículas de prata.

Plano detalhe de placa de fungo produzindo metabólitos.

Mais inovações em nanopartículas para a agricultura

Além da síntese biogênica de nanopartículas de ferro também foram realizados estudos sobre a síntese biogênica de nanopartículas de titânio utilizando *Trichoderma harzianum*, que foi capaz de proporcionar estímulo ao crescimento do fungo, ampliando sua eficácia como agente de controle biológico de microrganismos que causam doenças às plantas da lavoura.

Diversas placas de fungos benéficos e fungos patogênicos utilizados para síntese e avaliação de atividade antifúngica.



“(...) evidencia o potencial para estimular organismos de controle biológico em práticas agrícolas sustentáveis...”

Avaliação de bioatividade e toxicidade de nanomateriais para estudos de microrganismos com potencial utilização na agricultura.

O estudo mostrou que as nanopartículas afetam somente microrganismos patogênicos, não afetando os microrganismos de interesse agrícola. As nanopartículas de titânio não causaram alterações morfológicas ou bioquímicas em plantas de soja, o que evidencia o potencial para estimular organismos de controle biológico em práticas agrícolas sustentáveis.





Discente Julia Garcia, mestra em
Processos Tecnológicos e ambientais.



Pesquisadora Renata Lima
observando qualidade da cultura de
microalgas utilizadas em síntese de
nanopartículas para produção de
Bioestimulantes de microalgas.

Quanto à atividade biológica, nanopartículas de óxido de ferro contendo ou não revestimento induziram altas taxas de mortalidade das lagartas. Entretanto, é válido mencionar que os efeitos subletais variaram entre espécies.

“A inovação pode ser disruptiva, mas também pode ser um incremento, melhorar o que já existe.”

Outra inovação que se destaca no portfólio da equipe da pesquisadora Renata de Lima é a síntese de nanopartículas metálicas e de óxidos produzidas a partir do fungo *Beauveria bassiana*. A técnica mostrou-se promissora para o controle de lagartas da família *Noctuidae*, pragas estas que geram grandes prejuízos aos agricultores.

As nanopartículas, tanto as revestidas quanto as não revestidas, apresentaram diferenças físico-químicas, sendo as não revestidas menos estáveis e mais agregadas. Foram observados grupos funcionais de biomoléculas e atividade enzimática do fungo em capping e não houve citotoxicidade relevante, embora as não revestidas tenham provocado maior dano ao DNA.



Plano detalhe da planta em situação após tratamento com uma formulação.

Cena de abertura do container de nitrogênio onde são estocadas as linhagens celulares para análises de toxicidade in vitro.



Montagem de testes de viabilidade celular realizado com a exposição das nanopartículas em culturas de linhagens celulares.

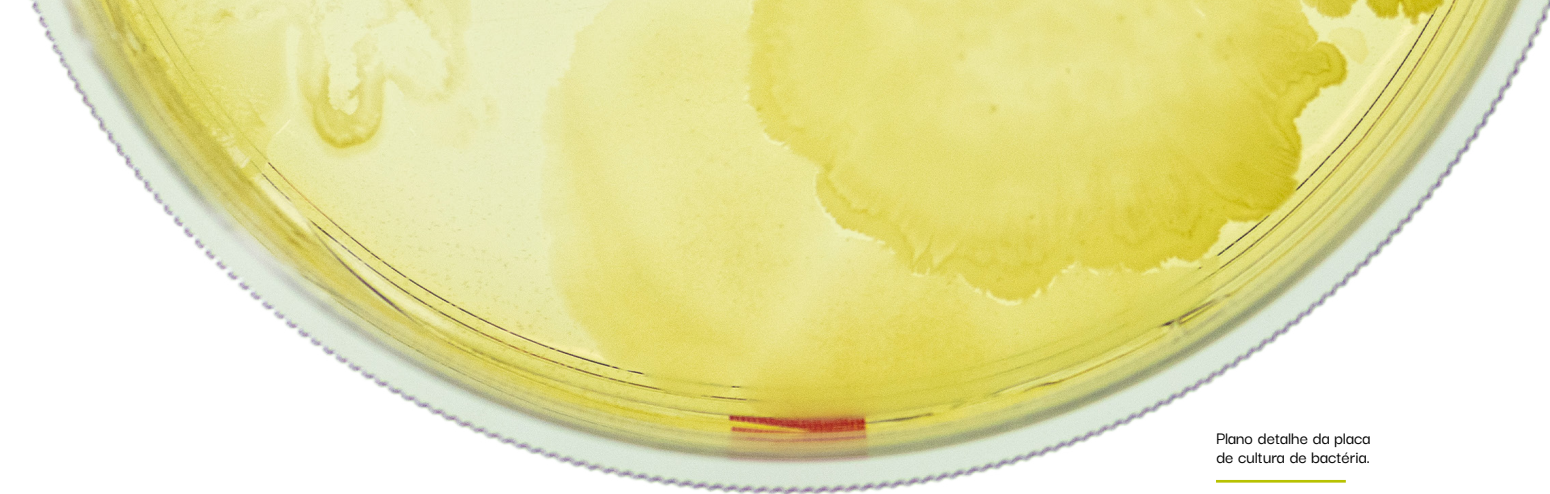


Cena de plaqueamento de células para testes in vitro.

Entre o mercado e a vida acadêmica

Pesquisadora, professora e empreendedora, Renata de Lima transita entre a universidade, o laboratório e o mundo das startups, sempre guiada pelo desejo de resolver problemas reais, inovar e colaborar para uma agricultura mais sustentável. Na graduação, aproximou-se da genética, área que se tornaria o fio condutor de suas primeiras experiências científicas. Após a graduação, aprofundou-se no mestrado em melhoramento genético animal, migrando depois para a biologia molecular humana em seu doutorado na Unicamp.

Essa diversificação na formação acadêmica possibilitou a cientista a aplicar seus conhecimentos – desde citogenética à toxicologia, genética animal e humana, até biologia molecular – em seu trabalho com a nanotecnologia aplicada à agricultura e ao ambiente. “Trabalhei com citogenética em peixes, depois fui para genética humana, depois biologia molecular. Em seguida começamos a trabalhar com nanopartículas biogênicas metálicas, aliando fungos, bactérias e metais para criar soluções inovadoras para a agricultura e o ambiente. Eu uso as ferramentas que aprendi onde for necessário. O foco é resolver o problema, não me prendo a uma única aplicação”, relata a cientista.



Plano detalhe da placa de cultura de bactéria.

A experiência de transitar entre o mundo acadêmico e o universo empresarial revelou desafios e tensões inerentes ao modelo brasileiro de inovação. Além de uma boa equipe, a pesquisadora salienta que é preciso viabilizar o recurso financeiro necessário para que uma inovação aconteça. Após anos de colaboração com uma empresa parceira, a cientista decidiu estruturar uma startup para dar vazão à sua pesquisa. **“A universidade é comunitária, o caminho do dinheiro até o pesquisador é árduo. Montar uma startup foi uma solução para manter a pesquisa viva e financiada.”** Hoje, a universidade muitas vezes é tratada apenas como prestadora de serviço nos projetos das empresas. Mas o que fazemos são projetos de inovação tecnológica e não apenas a prestação de serviço. Usamos nossa capacidade criativa para resolver problemas; isso precisa ser reconhecido”, argumenta a pesquisadora. Atualmente, Renata está à frente de duas startups, uma voltada para aplicações agrícolas (Príobio) e outra para o meio ambiente (Ananke), ambas nascidas de demandas externas e da busca por autonomia na pesquisa.

Equipe do laboratório/grupo de pesquisa de Renata Lima. Da esquerda para direita: Simone Silva Santos, Tais Germano da Costa, Natalia Bilesky José, Bianca Migliorini e Julia Garcia.





Renata de Lima

Formação:

Graduação em Ciências Biológicas (UFSCar).

Mestrado em Genética e Evolução (UFSCar).

Doutorado em Ciências Médicas (Unicamp).

Posição Atual:

Docente na Universidade de Sorocaba (Uniso), Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, e Processos Tecnológicos Ambientais.

Área de Atuação: Nanotecnologia

Atividades de inovação tecnológica:

Pesquisa, desenvolvimento e inovação de projetos.

Fundadora da empresa PRÍOBIO nanotecnologia inteligente.

Patentes relacionadas a síntese de nanopartículas metálicas Biogênicas.

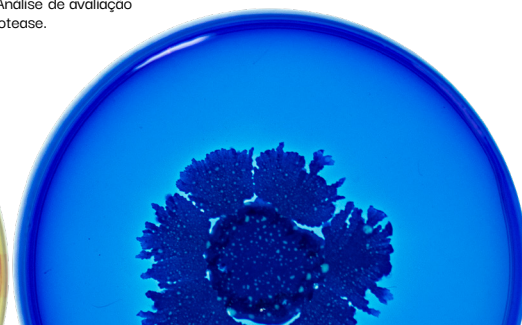
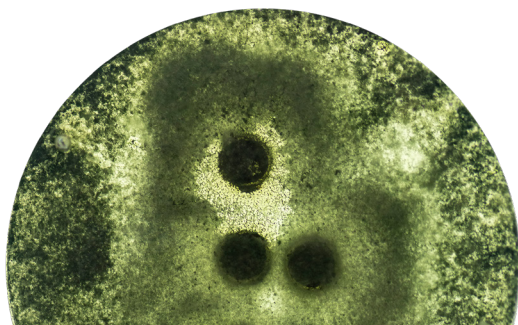
Contato:

Renata de Lima

E-mail: renata.lima@prof.uniso.br

LinkedIn: [/renata-lima-3815b376/](https://www.linkedin.com/in/renata-lima-3815b376/)

Placas da esquerda para a direita:
fungo crescendo em placa para
obtenção de material para síntese
biogênica; bioprospecção de
bactérias de solo; Análise de avaliação
de produção de protease.



PROCESSO DE OBTENÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA RECOBERTAS OBTIDAS A PARTIR DE *TRICHODERMA HARZIANUM* PARA O CONTROLE DE PRAGAS AGRÍCOLAS E PRODUTOS OBTIDOS

Problema:

Uso excessivo de agrotóxicos para combate a pragas agrícolas, com risco ao ambiente. Eficácia do controle biológico devido à interferência do ambiente.

Solução:

Utilização de nanopartículas biogênicas direcionadas para auxiliar no combate a doenças agrícolas.

Vantagens/Diferencial:

Menor toxicidade e atividade prolongada, podendo ser utilizada em combinação com outros produtos.

Estágio de Desenvolvimento (TRL):

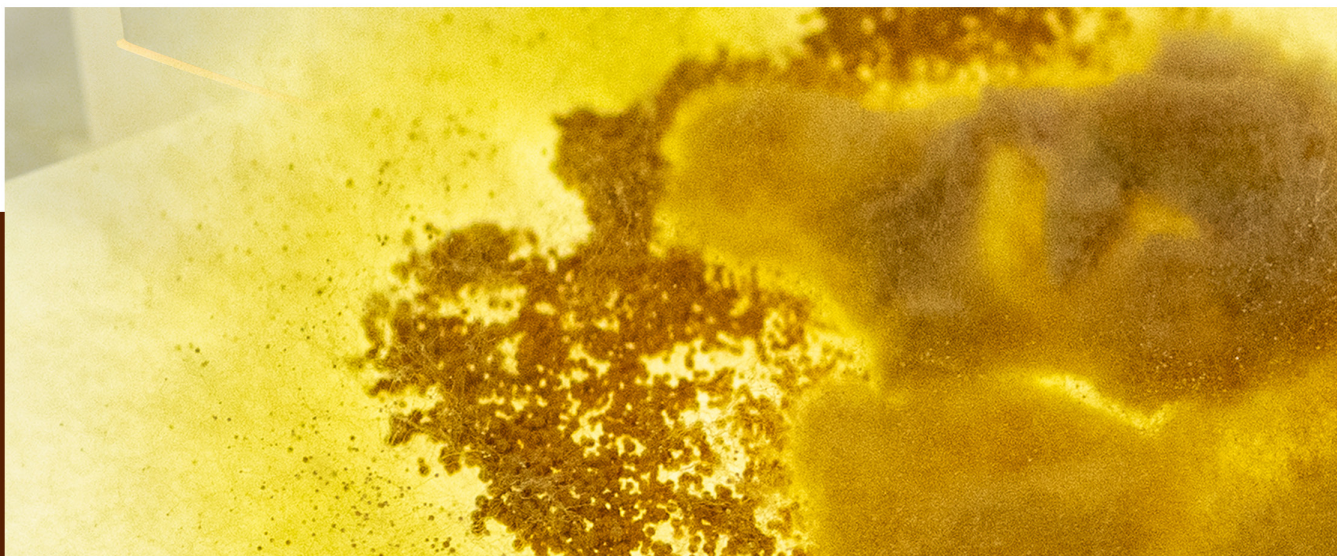


Inventores:

Mariana Guilger; Renata de Lima;
Tatiane Pasquoto Stigliani.

Propriedade Intelectual:

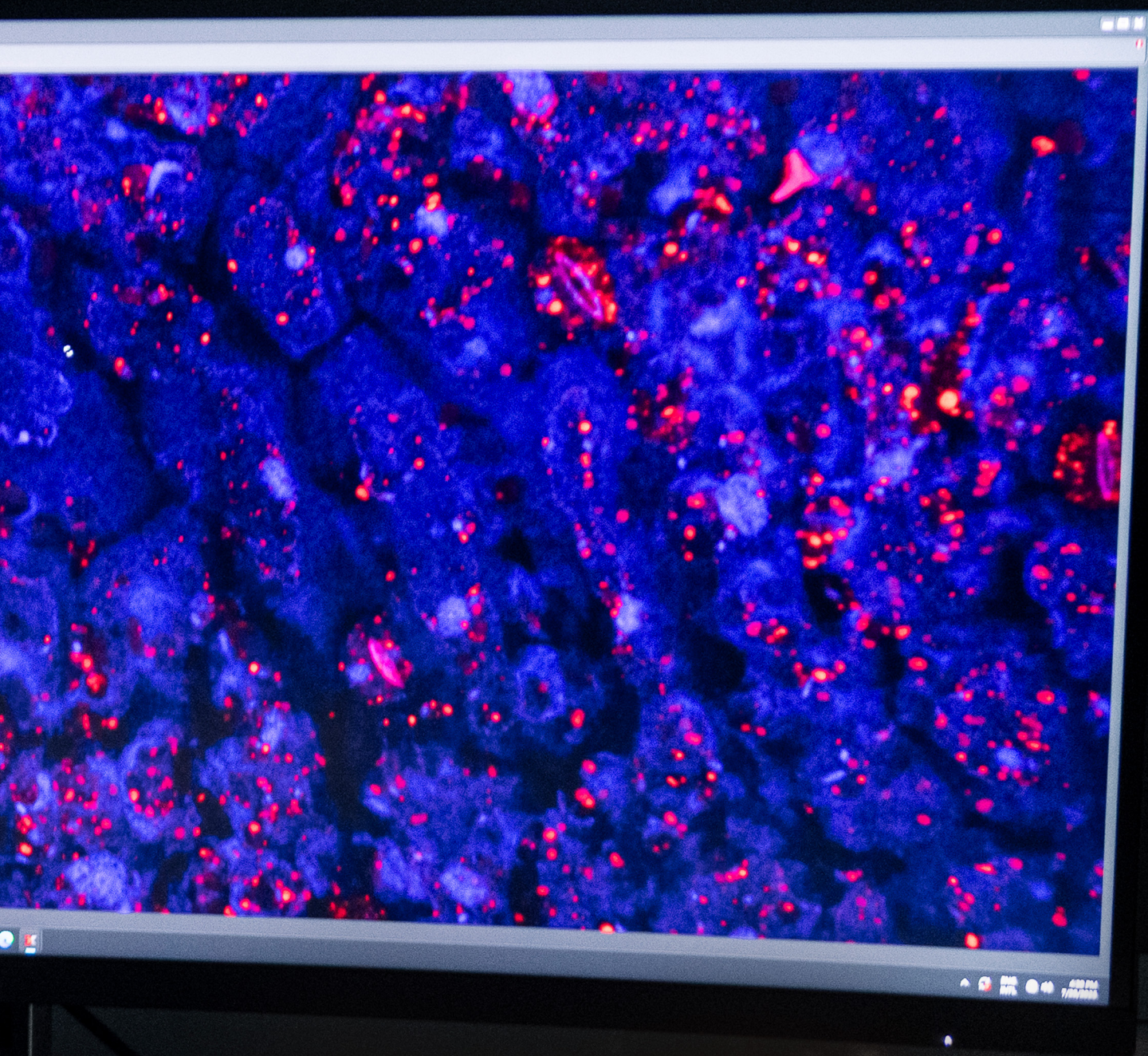
Patente concedida BR1020180117920



Detalhe de placa com produção de metabólitos em fungos.



**O FUTURO DA TECNOLOGIA
AGRÍCOLA JÁ COMEÇOU**



Inovação e sustentabilidade são fundamentais para o sucesso da agricultura brasileira. Conheça as pesquisas do coordenador de inovação do CBioClima, Leonardo Fraceto, e saiba como a nanotecnologia pode aumentar a produtividade das lavouras.

Coordenador de Inovação do CBioClima, Leonardo Fraceto, durante análise de amostras de nanopartículas marcadas e sua interação com plantas por microscopia confocal.



Se queremos uma sociedade mais sustentável, capaz de mitigar os problemas ambientais que enfrentamos, precisamos inovar a forma como produzimos alimentos. Não estamos falando de simplesmente criar uma nova forma de cultivar a terra ou de criar animais. Fazer frente aos desafios gerados pelo atual estado de emergência climática significa buscar novas formas de gerar valor e otimizar os recursos existentes por meio do emprego de tecnologias capazes de promover o avanço agrícola de forma sustentável, além de gerar benefícios econômicos na cadeia produtiva.

Quando falamos em inovação na produção de alimentos, precisamos lembrar que ela é benéfica a todos os envolvidos. Primeiro, ganham os seus criadores que poderão vender a tecnologia; depois, é a vez de quem produz, pois, ao utilizar a inovação, os agricultores poderão obter, por exemplo, um controle de pragas mais eficiente, o que gerará uma colheita maior. Na ponta desse ciclo produtivo, também há benefícios para a população, que terá à sua disposição alimentos de melhor qualidade, a um custo mais acessível. “As tecnologias que desenvolvemos têm sempre como objetivo resolver problemas e minimizar os impactos do uso de agrotóxicos” ressalta Leonardo Fraceto, coordenador de inovação do CBioClima.

“As tecnologias que desenvolvemos têm sempre como objetivo resolver problemas e minimizar os impactos do uso de agrotóxicos.”



Leonardo Fraceto (à esquerda) com Jéssica Rodrigues (ao centro) e Jhones Oliveira (à direita) no Laboratório de Nanotecnologia Ambiental da Unesp/Sorocaba.



“O principal problema que observo na atualidade é que as pessoas fazem pesquisa, mas não sabem por que aquilo é importante.”

Todo esse ciclo produtivo favorece a criação de empregos e a melhoria das condições agrícolas. Por meio da inovação, os cientistas buscam resolver os problemas que as tecnologias existentes ainda não são capazes de solucionar, viabilizando, assim, a produção de alimentos de forma mais sustentável e saudável. Fraceto comenta ainda que: **“estas pesquisas estão sendo viáveis devido à rede de colaborações que permitem identificar e validar, de forma clara, os problemas com empresas ou produtores e, a partir daí, direcionar para um desenvolvimento mais focado na busca por soluções.”**



| Ir além do que temos hoje

O emprego de tecnologias inovadoras também pode ajudar as plantas a se adaptarem melhor às mudanças climáticas, minimizando os efeitos adversos, como secas e inundações. Para que este processo de inovação atenda às necessidades geradas pela emergência climática que enfrentamos hoje, é preciso que os pesquisadores mantenham o seu foco na busca por soluções de questões que sejam realmente relevantes para a sociedade. “O principal problema que observo na atualidade é que as pessoas fazem pesquisa, mas não sabem por que aquilo é importante”, declara o coordenador de inovação.



Na opinião de Fraceto, uma estratégia eficiente para preencher a atual lacuna existente entre as pesquisas científicas e os anseios e urgências de nossa sociedade, sobretudo quando falamos da produção de alimentos, seria consultar e ouvir as empresas e os produtores rurais com o objetivo de assegurar que o conhecimento científico gerado seja de fato capaz de proporcionar algo útil e necessário à população.



Cena de trabalho no Laboratório de Nanotecnologia Ambiental. Acima da esquerda para a direita: Ana Preisler na estufa de cultivo de plantas; Patrícia Proença realizando análise de cromatografia e Alexandre Jorgetto trabalhando com impressão 3D; Leonardo Fraceto e Jhones Oliveira realizando processamento de amostras. Abaixo da esquerda para a direita: Estefânia Campos durante análise e tratamento de dados; Amanda Sousa, Anderson Pereira e Jéssica Rodrigues durante discussões sobre preparo de formulações.



“Se temos inovações que podem minimizar os impactos das variações climáticas nas culturas, isso pode ter um impacto significativo.”



Placas de frações extraídas a partir de lignina utilizando um solvente verde.



A inovação pode mitigar os efeitos das mudanças climáticas e da perda de biodiversidade. As tecnologias adaptativas podem ajudar as plantas a responder melhor a condições adversas, como variações de temperatura e períodos de seca. “Se temos inovações que podem minimizar os impactos das variações climáticas nas culturas, isso pode ter um impacto significativo”, explica Fraceto.

A close-up photograph of a green plant. In the foreground, a large, vibrant green leaf with prominent veins is visible. A clear water droplet is resting on the leaf's surface. In the background, a fuzzy green plant stem or bud is partially visible. The overall image is bright and clean, with a white background.

Nanotecnologia para controle sustentável de pragas e doenças

Em uma sociedade cada vez mais consciente sobre a importância da sustentabilidade e da redução de impactos ambientais, a pesquisa e a ciência se destacam no desenvolvimento de tecnologias inovadoras para o controle de pragas e doenças por meio da utilização da nanotecnologia, proporcionando soluções mais eficientes e menos prejudiciais ao meio ambiente diante dos problemas enfrentados por nossa agricultura.

Outra tecnologia em um estágio avançado de desenvolvimento e com potencial inovador é a formulação herbicida, que promete revolucionar o controle de plantas daninhas. Essa formulação permite o controle em pré e pós-emergência, reduzindo drasticamente a dose de aplicação necessária e, consequentemente, os impactos ambientais e os custos de produção.

Plano detalhe da planta em situação após tratamento com uma formulação.

Como alternativa ao uso de agrotóxicos, o processo de preparação de nanoformulações de bifentrina e lambda-cialotrina com sinergistas é uma solução inovadora para o controle de pragas como *Chrysodeixis includens* e *Euschistus heros*. Essa inovação combina o nanoencapsulamento de inseticidas com sinergistas, aumentando a eficiência dos inseticidas, ao reduzir as doses necessárias e melhorando o controle das pragas-alvo. A tecnologia já está sendo otimizada para a produção industrial e está em processo de validação em campo.

A quarta pesquisa em desenvolvimento é o processo verde para a obtenção de frações específicas de lignina kraft e suas aplicações em nanotecnologia. Trata-se de uma inovação que visa agregar valor à lignina, tradicionalmente considerada um subproduto de baixo valor. Ao promover um processo sustentável e sem solventes tóxicos, essa tecnologia permite a obtenção de frações específicas de lignina de alta pureza e funcionalidade, sendo ideal para aplicações nanotecnológicas. Esta inovação encontra-se atualmente em fase de validação em laboratório e no início do escalonamento.

Já para auxiliar na liberação eficiente de compostos botânicos sensíveis às condições ambientais, a solução encontrada foi a utilização de nanocarreadores proteicos que liberam ativos em resposta a estímulos ambientais específicos, viabilizando a liberação controlada e protegida, usando materiais biodegradáveis, alinhada à química verde. No caso, ainda em fase de validação funcional e de testes de desempenho.



“Com o avanço dessas tecnologias, espera-se uma redução significativa dos impactos ambientais e uma contribuição relevante para a agricultura sustentável.”

Todo esse conjunto de inovações demonstra o potencial da nanotecnologia para transformar o controle de pragas e doenças, oferecendo soluções mais eficazes e sustentáveis. Com o avanço dessas tecnologias, espera-se uma redução significativa dos impactos ambientais e uma contribuição relevante para a agricultura sustentável.

Comparação entre sementes de soja tratadas e não tratadas.



Leitura de atividade fotossintética em plantas tratadas com formulações nanotecnológicas.



A caminhada acadêmica e os problemas da agricultura

Desde a graduação, Leonardo Fraceto se dedicou a projetos de ciência básica, buscando respostas a perguntas importantes no contexto científico. Em sua trajetória, começou a trabalhar em pesquisas com potencial de aplicação, ao colaborar com colegas e desenvolver sistemas de liberação de fármacos.

Atualmente, o pesquisador também lidera um grupo de pesquisa especializado em desenvolver soluções para os problemas da agricultura, a partir da nanotecnologia, tendo expertise em desenvolver partículas e filmes para a liberação controlada de moléculas, tanto sintéticas quanto naturais. **“Nosso foco principal é desenvolver soluções que resolvam problemas na agricultura”**, salienta Fraceto.



Processamento de amostras de microbiologia.

“Nosso foco principal é desenvolver soluções que resolvam problemas na agricultura.”



Plano detalhe de lâmina para realização de análise em microscopia confocal.

Com formação em Química pela Universidade Estadual de Campinas e doutorado em Biologia Funcional e Molecular, Fraceto é professor associado da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Câmpus Sorocaba, e tem se dedicado à pesquisa e ao ensino nas áreas de Ciências Ambientais e de Ciência e Tecnologia dos Materiais.

Sua atuação inclui a coordenação de programas de pós-graduação, a participação em conselhos universitários e comissões assessoras, além de colaborações com instituições nacionais e internacionais.

Equipe do pesquisador Leonardo Fraceto. Da esquerda para a direita: Amanda Sousa, Jessica Oliveira, Anderson Pereira, Patrícia Proença, Leonardo Fraceto, Estefânia Campos, Ana Preisler, Jhones Oliveira e Alexandre Jorgetto.





Leonardo Fraceto

Formação:

Graduação em Química pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Mestrado em Biologia Funcional e Molecular

Doutorado em Biologia Funcional e Molecular (2003) pela Unicamp.

Posição Atual:

Professor na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) - Câmpus de Sorocaba, no Departamento de Engenharia Ambiental.

Área de Atuação:

Nanotecnologia aplicada à agricultura e ao ambiente (nanobiotecnologia, sistemas carreadores micro/nano, aplicação em sistemas agrícolas).

Atividades de inovação tecnológica:

Experiência no desenvolvimento de Projetos de Pesquisa em Desenvolvimento e Inovação com empresas nacionais e internacionais.

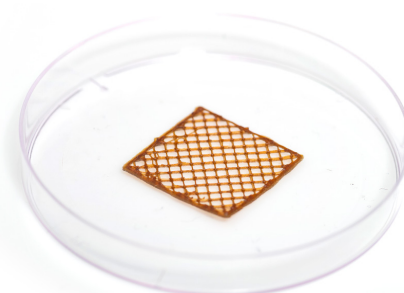
Registro de patente e licenciamentos de tecnologias voltadas para manejo de pragas em lavouras com formulações nanotecnológicas, em parceria universidade-empresa.

Contato:

Leonardo Fernandes Fraceto

E-mail: leonardo.fraceto@unesp.br

LinkedIn: /leonardo-fraceto-a8245bb6



Dispositivo preparado a partir de impressão 3D com biopolímeros.

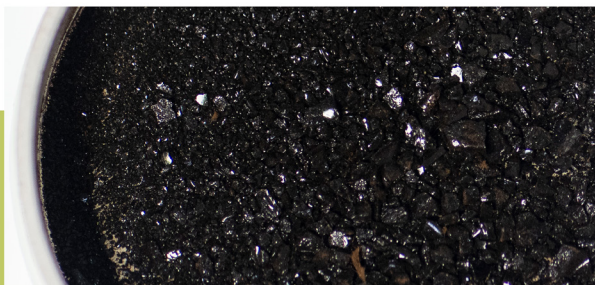
PROCESSO VERDE PARA A OBTENÇÃO DE FRAÇÕES ESPECÍFICAS DE LIGNINA KRAFT (LK) E APLICAÇÕES EM NANOTECNOLOGIA

Problema:

A lignina é um composto natural presente na madeira e nas plantas e aparece em grandes quantidades como subproduto da indústria de papel e celulose (Lignina Kraft - LK). Pensando no desenvolvimento de soluções de baixo custo e na redução do impacto ambiental, foi criado um processo para transformar este passivo ambiental em um novo material, a partir do fracionamento da LK. Cada uma das frações obtidas neste processo tem propriedades e características químicas diferentes, podendo ser usadas como polímeros, tensoativos, protetores solares, entre outras funções de extrema relevância para a agricultura. A partir de algumas frações da LK, é possível fazer também o preparo de nanopartículas lignínicas (NPL), o que permite a criação de um novo material, especialmente valioso para o setor agrícola. Essas nanoestruturas possuem propriedades físico-químicas de alto desempenho, como resistência térmica, estabilidade química, atividade antioxidante e biodegradabilidade.

Solução:

Polímero biodegradável, atóxico, com múltiplas aplicações na indústria de insumos agrícolas, feito a partir de subprodutos da indústria brasileira.



Plano detalhe de placa de fração de lignina extraída com solvente verde.

Vantagens/Diferencial:

A tecnologia oferece uma alternativa viável aos materiais derivados do petróleo, agregando valor aos produtos da indústria agrícola e garantindo um novo destino a um resíduo abundante da indústria brasileira. O processo desenvolvido é ecológico e escalável, e os materiais gerados podem ser personalizados para diferentes finalidades na agricultura. Entre os diferenciais técnicos das frações de lignina (LK) ou NPL, validados em testes de escala variada estão:

- Proteção contra radiação ultravioleta (UV) e aumento da durabilidade de coberturas e filmes agrícolas.
- Liberação gradual de nutrientes, com melhor aproveitamento dos princípios ativos e menor lixiviação.
- Biodegradabilidade acelerada, com decomposição ambientalmente benigna e sem geração de microplásticos.
- Estabilidade química e térmica, o que amplia a resistência dos materiais e a eficiência das aplicações.

Estágio de Desenvolvimento(TRL):



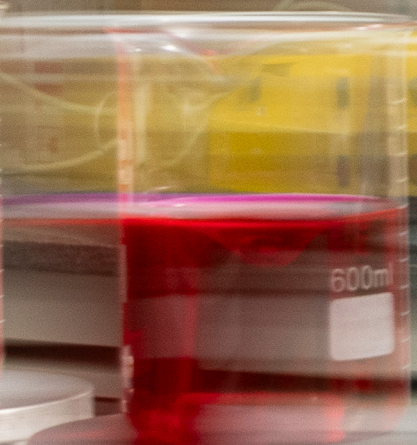
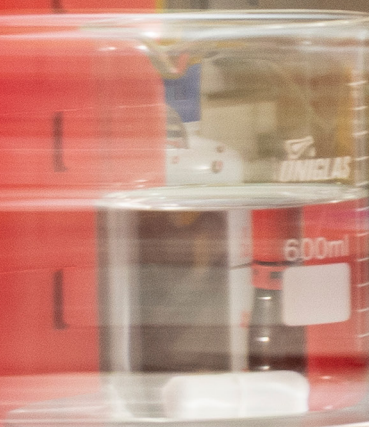
Inventores:

Jéssica de Souza Rodrigues; Leonardo Fernandes Fraceto; Vagner Roberto Botaro; Marystela Ferreira; Amanda de Sousa Martinez de Freitas.

Propriedade Intelectual:

Pedido de Patente BR1020240201817

CONTATO:
cbioclima.rc@unesp.br





Anderson Pereira em cena de trabalho no Laboratório de Nanotecnologia Ambiental.



CBioClima

Centro de Pesquisa
em Biodiversidade
e Mudanças do Clima



Plano detalhe de folha
de soja com aplicação
de tratamento a
base de formulação