



EBBio2025

10º Encontro Bienal de
Biossegurança

Anais do Evento



5 e 6 de maio de 2025, Vitória - ES

**PATRICIA MACHADO BUENO FERNANDES
ANTONIO ALBERTO RIBEIRO FERNANDES
OEBER DE FREITAS QUADROS**
Organizadores

10º EBBio 2025

10º Encontro Bienal de Biossegurança

Anais do Evento

1ª Edição

ISBN 978-65-980516-2-4

Vitória, ES

5 e 6 de Maio de 2025

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Encontro Bienal de Biossegurança (10. : 2025 :
Vitória, ES)
Anais do evento 10° EBBio 2025 [livro
eletrônico] / organizadores Patricia Machado Bueno
Fernandes, Antonio Alberto Ribeiro Fernandes,
Oeber de Freitas Quadros. -- Vitória, ES :
Biomicroworld Consultoria e Serviços, 2025.
PDF

Vários autores.
Vários colaboradores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-980516-2-4

1. Biossegurança 2. Biossegurança - Leis e
legislação 3. Engenharia genética 4. Engenharia
genética - Aspectos sociais 5. Engenharia genética -
Leis e legislação 6. Normas regulamentadoras I.
Fernandes, Patricia Machado Bueno. II. Fernandes,
Antonio Alberto Ribeiro. III. Quadros, Oeber de
Freitas. IV. Título.

25-269578

CDD-624.15136

Índices para catálogo sistemático:

1. Biossegurança : Engenharia geotécnica 624.15136

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Realização:

CIBio UFES
Comissão
Interna de
Biossegurança

Apoio:



Patrocínio:



Local: Centro de Treinamento Dom João Batista, Alameda Irmã Nieta, Praia do Canto, Vitória, ES, 29055-790
Contato: biosseguranca@gmail.com / site: <http://encontrodebiosseguranca.com.br>



Prezados,

Em nome da Comissão Organizadora e da Comissão Interna de Biossegurança da UFES, gostaria de agradecer pela sua presença.

Agradecemos a todos os palestrantes convidados pela dedicação e empenho na transmissão do conhecimento científico. Também estendemos nossos agradecimentos às instituições e empresas parceiras: Bayer, CAPES, Syngenta, CTC, Suzano, CropLife Brasil, ABBI, SEBRAE e FEST.

Nesta edição, os países do Cone Sul — Argentina, Uruguai e Paraguai — foram convidados a participar, contribuindo para o debate sobre os avanços em biossegurança nessas nações e os marcos legais conjuntos. Trata-se de uma das poucas oportunidades para a discussão técnico-científica de temas tão relevantes ao desenvolvimento sustentável do nosso país. Nesse cenário, também damos mais um passo rumo à consolidação da Biotecnologia no Brasil.

Saudações cordiais,

Dra. Patricia M. B. Fernandes
Professora Titular e Presidente da CIBio da UFES
Presidente da Comissão Organizadora do EBBIO 2025

Sumário

Boas Vindas	7
Sobre	8
Programação	10
Currículo dos Palestrantes	11
Resumo das Palestras	16
Trabalhos Apresentados - Lista dos Resumos	25

Boas Vindas

É com emoção e orgulho que declaro aberto o 10º Encontro Bienal de Biossegurança – EBBio2025, um marco que celebra 20 anos de diálogo e avanços científico! Há duas décadas, quando a Lei de Biossegurança Brasileira (Lei 11.105/2005) foi promulgada, demos o primeiro passo para construir um espaço de reflexão e ação. Hoje, não apenas celebramos essa trajetória, mas reafirmamos nosso compromisso com um futuro em que a ciência e a ética caminham juntas.

Agradeço, em primeiro lugar, às autoridades presentes, cujo apoio institucional transforma ideias em realidade. À Dra. Anna Whitfield, nossa palestrante da North Carolina State University, que abrirá nossos trabalhos, meu reconhecimento por compartilhar conosco sua expertise global – uma tradição que honramos desde a primeira edição deste encontro. Mas este ano, temos um motivo extra para celebrar: pela primeira vez, recebemos colegas da Argentina, Uruguai e Paraguai, Andrés Maggi, Facundo Simeone, Alejandra Ferenczi e Danilo Fernandez, para discutirmos juntos Avaliação de Riscos e Segurança de OGMs no Cone Sul, além de avançarmos na Convergência Regulatória entre nossos países. Este é um passo histórico rumo à integração regional, e vocês, representantes dessas nações irmãs, são prova de que a ciência não tem fronteiras!

Nestes 4 dias em Vitória teremos, além do EBBIO2025, a reunião mensal da CTNBio. Nos sentimos honrados por receber novamente esta prestigiosa Comissão no Espírito Santo e desejamos um profícuo trabalho e boa estada em nossa cidade.

A Lei de Biossegurança de 2005 foi um divisor de águas. Ela não apenas regulou os OGMs, mas nos ensinou que a legislação deve ser viva, assim como a ciência. Hoje, técnicas como o CRISPR e as Tecnologias de Melhoramento de Precisão já fazem parte do cotidiano, e produtos derivados dessas inovações estão em nossas casas, campos e indústrias. Isso não é apenas progresso – é a prova de que sabemos evoluir com responsabilidade.

Sim, enfrentamos desafios. A desinformação e os movimentos anticiência ainda tentam minar nossa credibilidade, mas vejam o que construímos juntos: 20 anos de OGMs seguros, pesquisas que salvaram vidas durante a pandemia e parcerias internacionais como as que firmamos hoje. Isso não é acaso – é fruto de diálogo, educação e evidências. Como cientistas, temos a missão de iluminar, não apenas de alertar. Por isso, neste EBBio2025, convido todos a transformarmos o debate em ação:

- Unindo forças com nossos vizinhos do Cone Sul para harmonizar regulatórios;
- Capacitando novas gerações para liderar com ética e inovação;
- Compartilhando conhecimento além dos laboratórios, engajando a sociedade em uma conversa baseada no método científico sobre a biotecnologia.

Não estamos aqui apenas para “defender a ciência”, mas para celebrá-la! Cada um de vocês – pesquisadores, estudantes, gestores – é parte dessa rede que torna possível alimentar o mundo, curar doenças e proteger o meio ambiente. A Lei de Biossegurança está ao nosso lado, mas nosso maior aliado é a confiança que construímos com transparência e resultados. Por fim, deixo um desafio: que estes dois dias sejam mais que um encontro técnico. Sejamos pontes – entre países, entre gerações, entre ciência e sociedade. E que daqui saíamos não apenas com novas publicações, mas com soluções concretas para os desafios do século XXI.

Agradeço a cada um de vocês por fazerem parte desta história. Que o EBBio2025 seja lembrado como o momento em que o Cone Sul se uniu pela biossegurança, e em que a ciência brasileira mostrou, mais uma vez, sua força e grandeza. Vamos em frente! Muito trabalho, muita inspiração e, claro, um pouco de diversão nos aguardam!

Patricia M. B. Fernandes, PhD
Membro da CTNBio, Presidente da CIBio/UFES e Professora Titular da UFES
Presidente da Comissão Organizadora

Sobre

A Lei de Biossegurança Brasileira (Lei 11.105/2005) estabeleceu os princípios e a organização da Política Nacional de Biossegurança, aplicando-se especificamente a organismos geneticamente modificados (OGMs) e seus derivados, gerados por técnicas de engenharia genética. Promulgada em 2005, essa lei atendeu às demandas da sociedade brasileira no sentido de regulamentar tecnologias emergentes, diante das expectativas de benefícios proporcionados por essas técnicas. Entre os pilares da Lei de Biossegurança, destacou-se o “estímulo ao avanço científico na área de biossegurança e biotecnologia”, enfatizando a capacitação e atualização dos agentes envolvidos como premissa legal e prioridade institucional para a correta aplicação das leis e o aprimoramento do marco legal.

O 10º Encontro Bienal de Biossegurança (EBBio 2025) configurou-se como um fórum de discussão onde pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, convergindo na temática da biossegurança, reuniram-se para debater questões cruciais. O evento teve como objetivo reunir profissionais do governo, empresas e academia envolvidos com a biossegurança de OGMs e seus derivados, discutir as principais contribuições apresentadas em fóruns internacionais e apresentar processos e avanços nas diversas áreas relacionadas à biossegurança. Também buscou implementar sistemas e procedimentos para o desenvolvimento de projetos e atividades com OGMs e seus derivados. Nesta edição, os países do Cone Sul — Argentina, Uruguai e Paraguai — foram convidados a participar, contribuindo para o debate sobre os avanços em biossegurança nesses países e os marcos legais conjuntos.

Foi, ainda, uma oportunidade para discutir os prós e contras e propor harmonizações das regulamentações entre países visando à bioinovação, apresentar novas abordagens para problemas emergentes e promover uma tomada de decisão mais eficaz e ágil diante dos avanços das novas tecnologias de edição gênica. A importância estratégica da comunicação em biotecnologia e biossegurança foi amplamente discutida, com o intuito de transmitir de forma simples e precisa o conhecimento e as práticas adotadas.

O EBBio 2025 contou com palestras de especialistas que abordaram os mais recentes resultados científicos e tecnológicos envolvendo OGMs e seus derivados. Foram realizadas mesas-redondas com membros da CTNBio e renomados especialistas da área, além de sessões de pôsteres e uma feira de exposição de produtos e serviços relacionados ao setor.



Comissão Organizadora

Dra. Patricia Machado Bueno Fernandes, UFES

Dr. Antonio Alberto Ribeiro Fernandes, UFES

Dra. Deise Maria Fontana Capalbo, EMBRAPA

Comissão Técnico-Científica

Dra. Barbara Juliana Pinheiro Borges, UFES

Dra. Eldamária de Vargas Wolfgramm dos Santos, UFES

Dra. Diolina Moura Silva, UFES

Dra. Isabel Rodrigues Gerhardt, EMBRAPA

Dr. Iuri Drumond Louro, UFES

Dr. José Aires Ventura, INCAPER

Dra. Maria Helena Zanettini, UFRGS

Dra. Nadja Cristhina de Souza Pinto, USP

Dr. Silas Pessini Rodrigues, UFRJ

Comissão Executiva

Dr. Alexandre Martins Costa Santos, UFES

Dr. Oeber de Freitas Quadros, Biomicroworld

Equipe de apoio

Andressa Moratti Campista, UFES

Ava de Faria Giuberti, UFES

Bruna de Amorim Barboza, UFES

Gabriella Mata Faria, UFES

Ivan do Amaral Figueiredo Neto, UFES

Msc. Marcela Silva Vieira, UFES

Matheus Beraldo Oliveira Paiva Campos, UFES

Msc. Mirielson Loures da Silva, UFRJ

Thalita Martins Senra, UFES

Yohonatan Alain Duque Aurazo, UFES

Programação

Data	Horário	Atividade
05/05/2025	08:00	Credenciamento
	09:30	Cerimônia de Abertura do EBBio2025
	10:00	Intervalo para Café
	10:30	Conferência de Abertura – Harmonização de Normas Regulatórias Anna Whitfield, North Carolina State University, EUA coordenação: Patricia Fernandes, UFES
	12:00	Intervalo para almoço
	14:00	Mesa Redonda I – ESG na Biotecnologia e Biossegurança: Integrando Sustentabilidade, Ética e Governança para Inovação Responsável Marcelo Freitas, Embrapa e CTNBio; Jonas Oliveira, Syngenta; Eldamaria Wolfgramm, UFES. coordenação: Nadja Cristhina de Souza Pinto, USP.
	16:00	Intervalo para Café
	16:30	Mesa Redonda II - Avaliação de Riscos e Segurança de OGMs no Cone Sul: Harmonizando Ciência e Práticas Regionais Alexandre Nepomuceno, Embrapa e CTNBio; José Aires Ventura, Incaper; Andrés Maggi, SENASA, Ar. coordenação: Maria Lúcia Zaidan Dagli, USP, CTNBio.
19:00	Confraternização	
06/05/2025	09:00	Mesa Redonda III – Convergência Regulatória entre Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai Leandro Astarita, Br; Facundo Simeone, Ar; Alejandra Ferenczi, Uy; Danilo Fernandez, Py. coordenação: Maria Sueli Felipe, ex-presidente da CTNBio, Br.
	11:00	Seção de pôsteres
	12:00	Intervalo para almoço
	14:00	Mesa Redonda IV – O Futuro da Inovação: A Voz da Sociedade na Era da Inteligência Artificial e da Biotecnologia Fabio Tagliaferro, Bayer Crop Science; Bruna Pereira Lopes, Profissao Biotec; João Muzzy, @nutrijoaomuzzy. coordenadores: Deise Capalbo e Silas Pessini.
	16:00	Premiação de pôsteres
	17:00	Encerramento do EBBio2025

Currículo dos Palestrantes



Alejandra Ferenczi é Engenheira agrônoma com doutorado em Avaliação de Risco Ambiental de culturas transgênicas pela Michigan State University, EUA. Especialista em análise de risco e biossegurança de produtos transgênicos e tecnologias emergentes. Possui mais de 20 anos de experiência em pesquisa, ensino e gestão pública. Atua há 18 anos como Coordenadora de Avaliação de Risco de plantas transgênicas no Sistema Nacional de Biossegurança (SNB) e, nos últimos 9 anos, como Gestora de Biossegurança da Direção Geral de Biossegurança e Inocuidade Alimentar (DIGEBIA/MGAP), liderando a área de biossegurança desde sua criação.



Alexandre Nepomuceno possui doutorado em Molecular Biology and Plant Physiology - University Of Arkansas (1998) e pós-doutorado no JIRCAS (2004) e MBA em Gestão de Projetos ESALQ/USP (2021). Desde 1990 é pesquisador EMBRAPA. Desde 2001 é membro titular da CTNBio. É membro Titular do Comitê Assessor do Centro Latino-Americano de Biotecnologia. Desde 2018 representa o Brasil, nas reuniões da OECD nos grupos de discussão de biossegurança de novos alimentos, e em regulamentação de biotecnologia no mundo. Atualmente é o Chefe-Geral do Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja).



Andrés I. Maggi é formado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ), Argentina, e Especialista em Segurança e Qualidade Agroalimentar pela Universidade de Buenos Aires (UBA). Desde 2005 trabalha no Serviço Nacional de Sanidade e Qualidade Agroalimentar (SENASA), atualmente sendo o Coordenador-Geral de Biotecnologia. Atua como regulador de OGMs, avaliando a segurança de alimentos e rações, estabelecendo as condições de importação e controles de exportação. Desde 2020 é um dos membros do SENASA na Comissão Nacional de Assessoria em Biotecnologia Agropecuária.



Anna E. Whitfield possui Mestrado em Fitopatologia - University of California-Davis (1999) e Doutorado - University of Wisconsin-Madison (2004). Atualmente é Professora Titular do Departamento de Entomologia e Fitopatologia da North Carolina State University. Tem atuado intensamente na American Phytopathological Society (APS), onde presidiu o Comitê de Complexos Vetor-Patógeno, organizou inúmeras sessões especiais, workshops, discussões e atuou nos conselhos editoriais de Fitopatologia e Doenças de Plantas. Atualmente, é editora sênior da Phytobiomes e integra o conselho editorial do Journal of Virology.



Bruna Pereira Lopes possui Doutorado em Ciências Biológicas - Fisiologia (UFRJ) e Pós Doutorado em Fisiopatologia Clínica e Experimental (UERJ). Ampla experiência como pesquisadora científica, nas áreas de biologia molecular, biotecnologia, metabolismo e fisiopatologia, desenvolvendo projetos em universidades públicas e startup de biotecnologia. Docente no ensino básico e superior, em instituições públicas e privadas. Desde 2019 é voluntária no Profissão Biotec, onde atualmente é coordenadora da equipe de textos e editora da revista online de divulgação científica Blog do Profissão Biotec.



Danilo Fernández Ríos é licenciado em Ciências (Biologia) pela Universidade Nacional de Assunção (UNA), com especialização em Genética na UFRJ, onde concentrou-se na genética molecular de plantas. É pesquisador do Programa Nacional de Incentivo aos Pesquisadores (PRONII-CONACYT). Atua como pesquisador da UNA e professor de Biologia Celular Molecular, Genética e Biossegurança em Biotecnologia na mesma universidade. Atualmente, é representante da UNA na Comissão Nacional de Biossegurança Agropecuária e Florestal do Ministério da Agricultura e Pecuária do Paraguai.



DEISE MARIA FONTANA CAPALBO possui Doutorado em Bioengenharia pela Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP. Foi professora da UNICAMP, da PUC Campinas e pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente até 2024. Membro e coordenador de projetos de pesquisa e programas de cooperação nacional e internacional. Nos últimos 20 anos, participou da regulamentação e avaliação de riscos de OGM e seus fóruns de biossegurança, nacionais e internacionais. Desde 2010, se dedica também à capacitação, à comunicação da ciência e a estudos de percepção pública da ciência e dos OGM.



Eldamária de Vargas Wolfgramm dos Santos é doutora em Biotecnologia pela Renorbio/UFES. É professora e pesquisadora na UFES, onde coordena, atualmente, o Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia. Atua principalmente nas áreas de Genética Humana, Genética Molecular e Biotecnologia, com contribuições significativas voltadas ao desenvolvimento e à aplicação de testes genéticos, especialmente no contexto de doenças humanas. Em sua linha mais recente de pesquisa, tem investigado os efeitos dos microplásticos e dos disruptores endócrinos, contribuindo para a compreensão dos impactos dessas substâncias na saúde humana.



Fábio Tagliaferro possui Mestrado e Doutorado na área de Energia Nuclear na Agricultura pelo CENA/USP. Em 2008, ingressou na Monsanto, implementando um Sistema de Qualidade de Boas Práticas de Laboratório (BPL) reconhecido pelo INMETRO. Entre 2014 e 2019 foi responsável pela gestão de projetos e pela CIBio da empresa. Entre 2019-2023, após a aquisição pela Bayer, assumiu as áreas de Seeds & Traits e Proteção de Cultivos na América Latina, quando fez a transição para a área de Estratégia Digital em regulamentação. Desde 2024 retornou à área de Seeds & Traits, focando em assuntos regulatórios para a América Latina.



Facundo Simeone é Graduado em Ciência Política. Desde 2019, é responsável pela Formulação de Políticas e Assuntos Internacionais para Biotecnologia na Secretaria de Agricultura, Pecuária e Pesca da Argentina. Representante oficial da Argentina na Comissão de Biotecnologia Agrícola do SWG8 do MERCOSUL, no Grupo de Trabalho de Políticas Públicas em Biotecnologia Agrícola do Conselho Agropecuário do Sul (CAS) e em reuniões internacionais bilaterais e multilaterais organizadas pela CDB (Convenção sobre Diversidade Biológica), Protocolo de Cartagena, OCDE, FAO, LMG e IICA.



João Muzzi é graduado em Nutrição (Centro Universitário São Camilo) e Pós-graduado em Nutrição Esportiva e Nutrição Clínica (Instituto Valorize). Pós-graduando em Nutrição Comportamental (Uniguaçu). Fundador do maior ecossistema de emagrecimento feminino da América Latina com mais de 200 mil alunas. Atualmente o nutricionista mais seguido do Brasil com mais de 8 milhões de seguidores em todas as plataformas.



Jonas Mendes de Oliveira é formado em Administração pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) e Pós-Graduação em Agronegócio pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Ingressou na Syngenta em 2009, foi um dos idealizadores do programa Reverte e atualmente é responsável pela implementação do programa que atua em mais de 245 mil hectares no Brasil e tem a ambição de atingir uma área de 1 milhão de hectares até 2030.



José Aires Ventura, pesquisador do Incaper desde 1976, é bolsista de produtividade em pesquisa, categoria D1, do CNPq. Ele tem graduação em Agronomia, mestrado e doutorado em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Suas pesquisas se concentram em epidemiologia, resistência, interação hospedeiro-patógeno, biotecnologia e manejo das doenças. Também é professor nos Programas de Pós-Graduação em Biotecnologia e Produção Vegetal da Ufes e do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Vila Velha (UVV) e membro titular da Academia Brasileira de Ciência Agrônômica.



Leandro Astarita possui doutorado em Ciências Biológicas (Botânica) pela USP (2000) e Pós-Doutorado na Kansas State University (2013). É professor titular da PUCRGS, Escola de Ciências da Saúde e da vida. Atualmente é presidente da CTNBio. Sócio administrador da Astos Agrotecnologia Ltda, empresa dedicada a oferecer produtos biológicos baseados em investigação científica, para o crescimento e a defesa de plantas. Tem experiência na área de Botânica, com ênfase em Fisiologia Vegetal, metabolismo secundário, sistema de defesa vegetal, interação planta-microrganismos, nanomateriais e transformação genética.



Marcelo Henrique Aguiar de Freitas possui doutorado (2008) em Microbiologia/virologia pela UFMG, Foi professor pelo Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM) e do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Ingressou na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em 2009 Atualmente, é supervisor do Sistema de Curadoria de Germoplasma da Embrapa na vertente de microrganismos. Membro da CTNBio. Ex-membro do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia; e Ex-Coordenador da Comissão de Biodiversidade da Comissão de Desenvolvimento Sustentável da Agricultura (CDSA/MAPA).



Maria Lucia Zaidan Dagli graduou-se em Medicina Veterinária e cursou mestrado e doutorado pela USP. Realizou pós-doutoramento na International Agency for Research on Cancer (IARC - WHO), em Lyon, França. Desde 2004 é Professora Titular da FMVZ-USP. Foi membro (2006-2012 e 2014-2019) e Presidente Substituta (2014-2019) da CTNBio. Atualmente é membro representante (suplente) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação junto à CTNBio (desde abril de 2022). Nomeada presidente da Comissão Técnica de Educação do CRMV em dezembro de 2024.



Maria Sueli Felipe possui doutorado sanduíche em Bioquímica pela USP e UMIST (UK - 1992). Foi docente da UnB (1980-2010) aposentado-se como professora titular. Representante do MCTI na CTNBio (setembro/2014 até setembro/2020) e presidente da CTNBio (maio/2018 até abril/2020). É professora e pesquisadora da UCB desde 2010. Foi coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Genômicas e Biotecnologia da UCB (jan/2018 - jan/2023). Assumiu a coordenação-adjunta dos programas acadêmicos da área de Biotecnologia da CAPES em jan/2023 até o momento.



Nadja Souza Pinto possui doutorado em Biologia Molecular pela UNIFESP e Pós-doutorado no National Institute on Aging, dos National Institutes of Health. É docente do Depto. de Bioquímica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, onde é Professora Titular desde 2022. Foi Presidente da Sociedade Brasileira de Mutagênese e Genômica Ambiental, MutaGen-Brasil, e atualmente é membro do Conselho da MutaGen-Brasil. Foi membro da CTNBio, área de Saúde Humana, entre 2014-2020. Atualmente é editora associada da revista Mutation Research – Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis.



Patricia Machado Bueno Fernandes concluiu o doutorado em Bioquímica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Princeton University em 1997. Realizou o pos-doutoramento na Princeton University em 2011. Atualmente é Professor Titular e Presidente da Comissão Interna de Biossegurança (CIBio) da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. É membro da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2005 - 2011; 2014 - atual). Atua de Biologia Molecular, Bioquímica e Biotecnologia, com ênfase em resposta a estresse em levedura e plantas.



Silas Pessini é Graduado em Ciências Biológicas e tem Mestrado em Biologia Molecular de Plantas (UFES) e Doutorado em Bioquímica (UFRJ), com período sanduíche na University of Texas at El Paso (UTEP). Atuou como pós-doutor na UTEP, no Donald Danforth Plant Science Center, em Saint Louis, Missouri e na The University of North Carolina at Chapel Hill, na Carolina do Norte. É professor da UFRJ e Presidente da Comissão Interna de Biossegurança (CIBio) do Campus Duque de Caxias. Tem experiência em Bioquímica e Biologia Molecular de Plantas.

Resumo das Palestras

Conferência de Abertura:

Harmonização de Normas Regulatórias

From Foe to Friend: Harnessing Viruses for Crop Success

Anna E. Whitfield

awhitfi@ncsu.edu

Plant viruses pose a significant threat to global food security and are among the most challenging plant diseases to control. Biotechnology offers promising strategies to combat these emerging threats. RNA interference (RNAi) has been widely used to prevent plant infections and remains a crucial method for sustainable virus control. Additionally, genome editing and the expression of anti-viral genes show potential for future adoption. While plant viruses threaten crop production, they also serve as valuable biotechnology tools for viral vectors and crop improvement. Recent progress has been made in using plant viruses for genome editing of crops and developing plant protectants.

GMO traits aimed at consumer preferences have been successfully introduced in the United States. The

Purple Tomato is the first GMO crop marketed directly to home gardeners. These plants are modified to

express high levels of anthocyanins, resulting in fruit with enhanced anti-cancer and anti-inflammatory properties. This modification was achieved through agrobacterium-mediated transformation, introducing a snapdragon gene that increases anthocyanin levels. The result is a tomato visibly different

from varieties developed through standard breeding techniques. Similarly, Del Monte created the Pinkglow pineapple using RNA interference to reduce the expression of a lycopene-converting enzyme, producing pink fruit. Consumers are willing to pay a premium for these modified fruits. In both cases, the modifications targeted visible traits that consumers could distinguish from non-modified products, potentially paving the way for acceptance of other beneficial traits that enhance consumer and environmental well-being.

Mesa Redonda I: ESG na Biotecnologia e Biossegurança: Integrando Sustentabilidade, Ética e Governança para Inovação Responsável

Eldamaria Wolfgramm

eldamaria.wolfgramm@ufes.br

Nadja Cristhina de Souza Pinto

nadja@iq.usp.br

Vinte anos de Plantas Geneticamente Modificadas no Brasil e no Mundo

Alexandre Nepomuceno (Mediador)

alexandre.nepomuceno@embrapa.br

Quando se pensa em plantas transgênicas ou Plantas Modificadas Geneticamente (PGM) a primeira coisa que vem a cabeça é a soja RR da empresa Monsanto. O RR vem de Roundup Ready, onde Roundup é a marca comercial do herbicida Glifosato da Monsanto, e o Ready, vem do inglês, que significa pronto. Ou seja, soja pronta para o Glifosato. Quando foi plantada pela primeira vez em 1996 nos EUA e 1997 na Argentina, a soja RR gerou muita polemica por ser a primeira cultura comercial a utilizar a transgenia em grande escala, facilitando o controle de ervas daninhas, mas também trazendo a “venda casada” com o herbicida.

No Brasil a liberação foi dada pela CTNBio em 1998, mas devido a uma ação na justiça impetrada pelo IDEC, GreenPeace e Ibama, e devido a um conflito entre a lei de biossegurança na época e a lei ambiental brasileira, o produtor brasileiro ficou proibido de utilizar a tecnologia por quase sete anos. Isto trouxe vários problemas como a entrada ilegal de variedades de soja RR não adaptadas da Argentina, prejuízos no setor sementeiro nacional, além da falta de investimento em pesquisa no desenvolvimento de PGM de interesses mais específicos para o Brasil. Somente em 2005, quando a nova lei de biossegurança brasileira foi implementada, foi que a soja RR foi totalmente liberada no Brasil. Infelizmente, isto tudo causou muito debate, e muita desinformação que acabou prejudicando o uso da tecnologia de forma democrática em todo o mundo. Apesar de se associar a transgenia em plantas com a soja RR, existem hoje no mercado e em pesquisa/desenvolvimento PGM com diversas características de interesse. Já no fim da década de 90 surgiram as plantas BT, que vem de *Bacillus thuringiensis*, bactéria que já se usava a décadas na agricultura para controle de insetos, mas que com o advento da engenharia genética foi possível isolar o gene responsável pela toxina que mata os insetos e os inserir em plantas de milho, algodão e soja que tornaram-se resistentes a insetos. Pouco se fala da redução considerável na aplicação de inseticidas nestas lavouras, favorecendo a saúde do trabalhador, consumidor e o meio ambiente. Outras características de interesse como tolerância a seca, aumento da qualidade nutricional, resistência a doenças e nematoides, entre tantas outras características que trazem não somente ganho aos produtores, mas também a população de maneira geral é desenvolvidas através do uso de PGM.

Infelizmente, a polemica em cima dos transgênicos, fez com que vários países acabassem criando legislações que exigiam uma série de avaliações de biossegurança de PGM que no fim das contas fez com que somente um grupo pequeno de empresas hoje seja capaz de colocar PGM no mercado. Estima-se que o custo para desenvolver uma PGM desde a identificação do gene, testes de eficiência da característica, desregulamentação de biossegurança em cada país importador, e colocação no mercado esta em torno de US\$150 milhões. Hoje somente 4 empresas tem tido condições de fazer isso, Corteva (junção da Dow, DuPont e Pioneer), Bayer (que recentemente adquiriu a Monsanto), Syngenta e a BASF. Apesar de toda polêmica, nestes mais de vinte anos de uso comercial de PGM em todo planeta, nenhum impacto considerável foi observado na saúde humana, animal ou ao meio ambiente decorrente do uso de PGM, mesmo que nunca antes na história da humanidade tenha se estudado tanto um alimento utilizando-se as técnicas mais sofisticadas disponíveis hoje.

As Academias de Ciências dos EUA e da Europa nos dois últimos anos apresentaram a compilação de diversos trabalhos científicos que comprovam a segurança das PGM em uso comercial hoje no mundo. O interessante é que a polemica surgiu somente com plantas, pois a maioria das pessoas não sabem que a transgenia é utilizada pela humanidade desde os anos 70 quando pela primeira vez se clonou o gene da insulina humana em bactérias e leveduras fazendo com que estes organismos produzissem o hormônio humano em grandes quantidades. Hoje praticamente toda insulina consumida no Brasil é produzida em organismos transgênicos. Isso vale para várias outras substâncias de interesse na medicina como por exemplo, o Fator de Coagulação IX usado por

hemofílicos e o Fator de Crescimento Humano usado com idosos ou com crianças com problemas de desenvolvimento. Na indústria química e na de alimentos também o uso de organismos transgênicos para produção, por exemplo, de detergentes ou laticínios, respectivamente, já são utilizados a décadas.

A verdade é de que o uso da transgênia na agricultura mudou vários paradigmas na produção e no manejo das culturas fazendo que alguns grupos perdessem e outros ganhassem dinheiro. Talvez, indiretamente, tenha surgido daí a grande polêmica, e possivelmente, nem tanto, por questões de biossegurança. A biossegurança foi sempre levada a sério, pois é uma tecnologia nova, e deve ser feita seguindo o princípio da precaução, mas não ao extremo. É uma análise de risco que deve ser feita levando-se em conta também os ganhos que podem ser trazidos para a sociedade. A transgênica em plantas tem um potencial tremendo para trazer soluções e agregar valor aos problemas e produtos da agricultura e um país como o Brasil cujo agronegócio é a base de sua economia não pode prescindir disso.

A aplicação da sustentabilidade, responsabilidade social e boas práticas de governança na biossegurança

Marcelo Freitas

marcelo.freitas@embrapa.br

A presente apresentação trata das questões de sustentabilidade, responsabilidade social e boas práticas de governança (ESG) no sistema de biossegurança brasileiro e as suas interfaces em instrumentos internacionais multilaterais que o Brasil faz parte. As questões relacionadas à ESG sempre estiveram presente na concepção dessas políticas públicas e instrumentos internacionais, embora tenham ganhado notoriedade apenas nos últimos anos.

REVERTE: programa de agricultura sustentável

Jonas Oliveira

jonas.oliveira@syngenta.com

O Reverte® é uma iniciativa desenvolvida em 2019 - e com início da implementação em 2021 - que tem como objetivo apoiar agricultores, por meio de técnicas agrônomicas, consultoria socioambiental, portfólio robusto de produtos e financiamento de longo prazo, a transformarem áreas degradadas em produtivas. A ideia é demonstrar a viabilidade econômica de recuperar terras ao invés de abrir novas para plantar. Assim, contribui-se para a preservação da vegetação nativa e para o avanço da agricultura regenerativa.

Quando se fala em segurança alimentar e mudanças climáticas o desmatamento, queimadas, produção de alimentos, o agronegócio muitas vezes é visto como vilão. O Reverte® tem como objetivo demonstrar que é possível produzir alimentos com viabilidade econômica, recuperando áreas em diferentes níveis de degradação ao invés de desmatar florestas e vegetação nativa para aumentar a produção de alimentos. Ao mesmo tempo se preocupando com o uso incorreto de defensivos agrícolas e a preservação do ecossistema.

Neste cenário, o Reverte® é uma prova das prioridades de sustentabilidade da Syngenta, e demonstra como a empresa possibilita a adoção de práticas de agricultura regenerativa para ajudar os agricultores a melhorar a produtividade, a saúde do solo, a biodiversidade e o clima.

O programa foi estruturado em 3 (três) pilares principais, são eles: financeiro, socioambiental e agrônomico.

O Itaú BBA, parceiro financeiro oferece aos agricultores do programa um empréstimo de até 10 (dez) anos e um período de carência de até 3 (três) anos. Durante o período de carência, o agricultor não precisa fazer nenhum reembolso do principal, portanto, durante os primeiros três anos, o agricultor só precisa pagar os juros do empréstimo. O programa prevê a prestação de contas da utilização dos recursos de forma a garantir que os recursos disponibilizados sejam integralmente utilizados na fazenda beneficiada.

A Organização Não Governamental (ONG) The Nature Conservancy (TNC) trabalhou para desenvolver os critérios de entrada e elegibilidade para o programa Reverte®, que inclui garantir que os agricultores cumpram todos os requisitos legislativos, incluindo o compromisso de não desmatar ilegalmente. Dentre os critérios, estão presentes questões ambientais como: 1) O produtor deve ter para todas as propriedades, nenhum desmatamento ilegal após 22 de julho de 2008. 2) Não apresentar conversão de vegetação nativa desde janeiro de 2018 na fazenda beneficiada pelo programa. Além de ter a conformidade com o Código Florestal e Legislação Ambiental.

O produtor deve ter um agrônomo responsável ou uma consultoria agrônômica que regularmente compartilha o manejo utilizado na área. O agrônomo e o agricultor trabalham juntos, usando as tecnologias da Syngenta, para criar um protocolo exclusivo para restaurar a terra. Desta forma, o protocolo Reverte® usado para cada fazenda é diferente. O grande desafio é recuperar o solo degradado e usualmente se inicia com aplicação de corretivos (calcário e gesso agrícola) e fertilizantes. Práticas de agricultura regenerativa, incluindo rotação de culturas, culturas de cobertura e cultivo de plantio direto, são usadas para aumentar a matéria orgânica e ajudar o solo a recuperar nutrientes e recuperar a produtividade. A Syngenta a partir de 2022 está medindo a recuperação dos solos das áreas beneficiadas pelo programa através da metodologia BIOAS da Embrapa, para tanto estamos coletando amostras de solo de 10% das áreas beneficiadas de cada fazenda participantes do programa e os indicadores são animadores e demonstram que mais de 75% das áreas apresentam solos em estágio de recuperação.

Até o momento, o Reverte conta com 345 fazendas com compromisso assinado com o programa, apresentando desmatamento zero a partir de 2018, em compliance com pilares socioambientais, fundiários, trabalhistas, presentes nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins, Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Minas Gerais, somando um total de mais de 246 mil hectares de solos degradados em processo de recuperação, englobando os biomas Mata Atlântica, Cerrado e Amazonia.

A qualidade do solo irá melhorar gradualmente ao longo do tempo e no terceiro ou quarto ano o pasto deve retornar a uma condição agrícola produtiva. É nesse período de carência que são feitos os investimentos na melhoria da estrutura do solo, bem como a compra de infraestrutura e maquinários. Espera-se uma segunda safra de milho a partir do terceiro ou quarto ano.

Além de melhorar a saúde do solo, o principal benefício do Reverte é aumentar a área de cultivo agrícola e fortalecer a segurança alimentar sem qualquer desmatamento adicional. O uso de práticas agrícolas regenerativas, incluindo rotação de culturas, culturas de cobertura e plantio direto, ajuda a capturar carbono no solo, reduzindo o impacto da agricultura nas mudanças climáticas.

O Reverte tem como parceiro financeiro, o ItaúBBA, que já financiou 1,75 bilhões de reais aos produtores, fazendo o Reverte ser considerado o maior programa de recuperação de pastagem do mundo. Os resultados extremamente positivos suportaram a tomada de decisão para ampliação e continuidade do Reverte.

Mesa Redonda II: Avaliação de Riscos e Segurança de OGMs no Cone Sul: Harmonizando Ciência e Práticas Regionais

Andrés I. Maggi

amaggi@senasa.gob.ar

Alexandre Nepomuceno

alexandre.nepomuceno@embrapa.br

Maria Lúcia Zaidan Dagli

mlzdagli@usp.br

Análise de risco na percepção do produtor rural e do consumidor

José Aires Ventura

ventura@incaper.es.gov.br

A preocupação com os efeitos provocados pelo contato com atividades biológicas, químicas e físicas é uma característica antiga da humanidade. Na agropecuária, o uso da biotecnologia tem sido uma alternativa equilibrada, promissora, precisa e rápida como estratégia para aumentar a produção agrícola mundial. O debate sobre a biossegurança no Agro ganhou novos contornos e intensificou-se a nível global a partir de momento em que a sua aplicação deixou de ser unicamente no meio confinado dos laboratórios e passou para campos de produção e foi introduzida nas cadeias alimentares. Recebeu destaque, principalmente, com o advento da biologia molecular. As novas técnicas exigiram a elaboração de normas e procedimentos que pudessem proporcionar a execução de qualquer atividade com o mínimo de risco. A Legislação de Biossegurança abre uma porta para análise de risco como um processo científico que avalia possíveis efeitos adversos dos organismos geneticamente modificados ou editados na saúde humana, animal e no meio ambiente. Consiste em identificar perigos e estimar sua probabilidade de ocorrência, possibilitando gerenciar medidas para mitigar esses riscos. Dentre os riscos, podemos identificar perigos como mutações off-target, inserções ou deleções não intencionais (indels), rearranjos cromossômicos e efeitos pleiotrópicos ou os da transferência gênica horizontal (TGH). Também nos organismos geneticamente modificados/editados é importante na análise de risco é a toxicidade e alergenicidade. Mas vale mencionar, por exemplo, o benzil isotiocianato (BITC) presente em frutos de mamão e que confere a resistência à mosca-das-frutas *Ceratitis capitata*, que é uma praga quarentenária para alguns países como os USA, Canadá e Japão. Se a alteração genética reduzir a produção deste composto, os frutos da nova cultivar poderão se tornar suscetíveis e inviabilizar a comercialização dos frutos para os mercados onde existir restrições para essa praga e barreira fitossanitária. Por outro lado, a produção do BITC em doses elevadas nos frutos pode causar alergias nos trabalhadores e consumidores. Um outro exemplo é o uso de híbridos de milho geneticamente modificados que produzem proteínas inseticidas de *Bacillus thuringiensis* (Bt) que tem sido a principal estratégia para o controle da lagarta-do-cartucho-do-milho (*Spodoptera frugiperda*), nas Américas. No entanto, a evolução da resistência no campo tornou-se uma grande ameaça ao uso sustentável da tecnologia Bt com as toxinas Cry1 e Cry2, exigindo o uso de novas tecnologias (toxina Vip3Aa20) ou o retorno ao uso de inseticidas, colocando em risco a comercialização dos produtos, pelo número de princípios ativos exigidos nas certificações dos mercados europeus. O mesmo aconteceu com a broca-da-cana, *Diatraea saccharalis*, principal praga da cana-de-açúcar, com o desenvolvimento de resistência, sendo um desafio para a sustentabilidade da biotecnologia de culturas com o uso do Bt. Estes exemplos mostram a importância da avaliação de risco de resistência, monitoramento e desenvolvimento de programas de Gestão Integrada de Risco (GRI) para o uso sustentável da

tecnologia. Por outro lado, quando se discute temas envolvendo organismos geneticamente modificados, atuamos na seguinte relação: tecnologia, risco, produtor rural, mercado e consumidor. Assim, o lançamento de uma cultivar sem mercado acaba inviabilizando o sucesso dessa tecnologia. É importante que os interesses no desenvolvimento da biotecnologia também estejam alinhados com os principais avanços do Agro em que os riscos podem ser minimizados e que os benefícios sejam significativos. Temos que avaliar o tema no seu alcance científico, ético, jurídico e econômico, garantindo que os produtos do agro 5.0 e 6.0, cheguem competitivos aos mercados consumidores. A informação nas mídias de forma clara e sensata, e principalmente a transferência de conhecimento com a capacitação em biossegurança, deve ser iniciada nas escolas, estendendo-se para os produtores rurais, criando-se uma cultura de prevenção na base do conhecimento.

Mesa Redonda III: Convergência Regulatória entre Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai

Leandro Astarita

astarita@puhrs.br

The criteria adopted by different countries to assess the biosafety of GMOs follow similar principles, aimed at guaranteeing human safety and health, as well as protecting the environment. These similarities make it possible for regulatory agencies, which mostly evaluate the same technological products, to come closer together. The process of coming closer together requires the establishment of official arrangements between cooperating countries and specific rules that organize the procedural process between regulatory agencies. It also means sharing technical info to help assess risks. With this in mind, CTNBio established Normative Resolution No. 38, of September 27, 2023, with the aim of optimizing communication and collaboration with international entities, both for the assessment of safety with a view to the commercial authorization of GMOs and their derivatives, and for the assessment of the framework of products generated using Precision Breeding Innovation (TIMP). In a scenario of rapid technological evolution, rapprochement and cooperation between regulatory agencies could facilitate the establishment of common criteria aimed at reducing regulatory disparities, without compromising the autonomy of each cooperating country.

Facundo Simeone

fsimeone@magyp.gob.ar

Regional and MERCOSUR countries have decided to take steps deeper from individual risk assessment for modern biotechnology products to an advance, collaborative, integrated and progressive coordination system between the biosafety agencies. The recurring meetings and joint activities in regional and global forums between regulators and decision-makers from Argentina, Brazil, Paraguay, and Uruguay have opened the door for discussions regarding their integration. The biosafety agreement between the agencies of Argentina and Brazil, signed in 2022, currently in operation, as well as the biosecurity agreement signed between the four MERCOSUR countries and the creation of the Abre Bio Biosecurity Network in 2024, have



demonstrated the possibility of international cooperation between biosafety agencies in the region. This path, marked by common criteria and approaches rather than differences, opens up a future panorama of challenges and opportunities

Alejandra Ferenczi

aferenczi@mgap.gub.uy

By applying the risk analysis methodology, the regulatory systems in our countries ensure environmental safety and the safety of human and animal consumption of products derived from modern biotechnology (GMO). This process includes three key aspects: risk assessment, management, and communication, which combine scientific criteria with economic, legal, and social factors, enabling decisions based on science while also being informed and tailored to the specific contexts of each country. In MERCOSUR, although there are organizational differences, we share technical and scientific criteria. Likewise, we have developed a similar mechanism to determine whether products derived from New Breeding Techniques (NBT) should be regulated as GMO or not. Since the beginning, there has been continuous exchange between the countries, fostering mutual trust. This process has led to ABRE-Bio - Network of Biosafety Agencies for Biotechnology, an international network in biosafety that strengthens cooperation in science, technology, and innovation in agro-biotechnology. This approach also allows the adhesion of institutions from other countries, enhancing the capacity of nations to address global challenges in food production, such as demographic, geopolitical, and climate change impacts, ensuring food security, sustainability, and adaptation of agro-food systems to meet these evolving challenges

Danilo Fernandez

dfernandez@facen.una.py

Paraguay has transformed its biosafety regulatory framework to enable the safe and timely adoption of agricultural biotechnologies. Since establishing its first Biosafety Commission (COMBIO) in 1997 and forming the National Commission on Agricultural and Forestry Biosafety (CONBIO) in 2012, the country has aligned decision-making with the Ministry of Agriculture and Livestock (MAG), which issues approvals based on CONBIO's technical evaluations. The system adopts a problem-formulation-based methodology for biosafety assessments of genetically modified organisms (GMOs), including plants, animals, and microorganisms. This framework was developed through capacity-building processes with international partners and supported changes towards science-based assessments for environmental and food/feed safety evaluation. Recent updates include Resolution MAG 842/2019, which introduced consultations for products obtained using new breeding techniques (NBTs). These reforms have reduced regulatory asynchronies, shortened approval timelines from years to months, and expanded opportunities for smaller developers. This evolution reflects Paraguay's commitment to evidence-based and regional convergence in biotechnology regulations

Maria Sueli Felipe

msueliunb@gmail.com

Mesa Redonda IV – O Futuro da Inovação: A Voz da Sociedade na Era da Inteligência Artificial e da Biotecnologia

Biotecnologia e inovação científica: estado da arte e perspectivas futuras

Fabio Tagliaferro

fabio.tagliaferro@bayer.com

A biotecnologia representa uma das tecnologias mais rapidamente adotadas na história da agricultura, que vem transformando a produtividade do setor enquanto mantém um histórico impecável de segurança. Desde sua introdução comercial em 1996, as culturas que utilizam sementes com biotecnologia foram plantadas em mais de 200 milhões de hectares globalmente. Os benefícios têm sido notáveis: o aumento da produtividade das culturas tem ajudado a enfrentar os desafios da segurança alimentar, enquanto a maior resistência a pragas reduziu a necessidade de insumos como água e defensivos, resultando em impactos positivos na economia, na sociedade e no ambiente.

O histórico de segurança da biotecnologia reflete o rigoroso processo de pesquisa científica e avaliação regulatória, com respaldo de um amplo consenso científico sobre sua segurança. Neste contexto, a Bayer foi pioneira em dar transparência ao tema, disponibilizando publicamente os estudos de segurança e engajando ativamente as partes interessadas, promovendo um ambiente de diálogo aberto e de confiança. Esta iniciativa vai além da simples divulgação de informações: inclui apoio à pesquisa independente, desenvolvimento de ferramentas digitais para agricultores e criação de recursos educacionais para o público. Como resultado, a relação entre desenvolvedores de tecnologia e sociedade tem se transformado, criando um ecossistema de inovação mais colaborativo e claro.

A integração da Inteligência Artificial (IA) na agricultura representa a próxima fronteira na inovação agrícola. O uso da IA permite que os agricultores tomem decisões baseadas em dados, resultando em maior produtividade, redução de custos e práticas agrícolas mais sustentáveis. Além disso, esta tecnologia associada a ciência de dados para analisar dados genômicos permite acelerar o ciclo de melhoramento, reduzindo o tempo total de desenvolvimento dos produtos em até 2 anos.

A evolução da comunicação em ciência e tecnologia tem sido igualmente transformadora. Passamos do compartilhamento tradicional unidirecional de informações para um diálogo interativo por meio de múltiplas plataformas digitais. Esta mudança permitiu o engajamento em tempo real com as partes interessadas, além de iniciativas educacionais aprimoradas. As mídias sociais e plataformas digitais tornaram-se ferramentas cruciais para compartilhar histórias de sucesso, abordar preocupações e manter um diálogo transparente com o público.

Olhando para o futuro, a convergência de biotecnologia, inteligência artificial e comunicação transparente promete avanços ainda maiores na agricultura sustentável. Esta jornada na inovação demonstra que quando o avanço científico é combinado com transparência e comunicação eficaz, podemos alcançar progressos notáveis enquanto mantemos a confiança e o apoio público.

Profissão biotec: desafios na divulgação científica e popularização da biotecnologia

Bruna Pereira Lopes, Profissão Biotec:

brunalopesbpl@gmail.com

O Profissão Biotec é um movimento, criado em 2016, que busca popularizar a biotecnologia por meio de uma linguagem acessível em diferentes plataformas e redes sociais. Alcançamos um crescimento orgânico e contínuo, com números expressivos de acessos, visualizações e conteúdos publicados. Atualmente, um dos principais desafios do Profissão Biotec é usar as novas ferramentas

tecnológicas, como a inteligência artificial, para promover a biotecnologia sem interferir nas questões éticas ou na qualidade dos conteúdos produzidos. Acreditamos que as ferramentas como a inteligência artificial podem ser aliadas da divulgação científica desde que usadas com critério científico e responsabilidade.

Influência digital com ciência: redes sociais a favor dos alimentos transgênicos

João Muzzy

Para mudar a mentalidade da população brasileira sobre alimentos transgênicos, é essencial unir ciência e marketing digital de forma estratégica. Primeiro, é preciso traduzir a linguagem científica para conteúdos acessíveis, utilizando vídeos didáticos e posts explicativos. A parceria com influenciadores confiáveis, especialmente da área da saúde e ciência, ajuda a gerar identificação e confiança. Campanhas educativas devem ser constantes, combatendo mitos com dados claros e histórias reais de impacto positivo dos transgênicos na nutrição e segurança alimentar. O uso de storytelling, provas sociais e depoimentos de especialistas contribui para humanizar o tema. Com essas estratégias, as redes sociais se tornam um canal potente para aproximar a ciência da população, destacando os benefícios dos transgênicos para a produção sustentável e o combate à fome em larga escala.

"O futuro da inovação: a voz da sociedade na era da inteligência artificial e da biotecnologia"

Deise Capalbo Silas Pessini - UFRJ

A *inteligência artificial* (IA) já não é mais uma tendência futura, mas uma realidade transformadora nos ambientes de trabalho. E ela está no centro da inovação empresarial. E quando se trata de biologia e avanços genéticos, certamente podemos indicar grandes benefícios com modelos de IA treinados ou capazes de analisar quantidades substanciais de dados biológicos, permitindo a aceleração do design de medicamentos e vacinas e até mesmo a melhoria da produtividade das colheitas com novos OGM. Essa mesa redonda se concentrará então no impacto transformador da IA na otimização da produtividade de derivados biotecnológicos e nas novas estratégias de comunicação e engajamento desse segmento. Nosso objetivo é explorar a interseção entre IA e a biotecnologia, sobretudo para promover a aproximação entre diversas perspectivas – especialmente científica e social- e tornar a biotecnologia uma realidade ainda mais presente nas nossas vidas. As palestras desenvolverão aspectos das aplicações da Inteligência Artificial no agro, na comunicação da biotecnologia e para promover seu engajamento em redes sociais

Trabalhos Apresentados - Lista dos Resumos

1. A BIOSSEGURANÇA NA ERA DA DESEXTINÇÃO: UMA ANÁLISE CRÍTICA DA EDIÇÃO GÊNICA.
2. A TRANSPORTABILIDADE DE DADOS NA AVALIAÇÃO DE RISCO DE PRODUTOS DA BIOTECNOLOGIA.
3. ANÁLISE DE RISCO DE *Carica papaya* L. EDITADA PELAS TÉCNICAS CRISPR/CAS9 PARA DELEÇÃO DOS GENES B-1,3-GLUCANASE E POR GATEWAY PARA SUPEREXPRESSION DA PROTEÍNA QUITINASE.
4. ANÁLISE QUÍMICA DE PLANTAS MEDICINAIS: INTEGRAÇÃO DE ESPECTROMETRIA DE MASSAS E FTIR.
5. ATUAÇÃO DE BIÓLOGOS NA ÁREA DA BIOSSEGURANÇA EM INSTITUIÇÕES DE BIOTECNOLOGIA DO BRASIL.
6. AVALIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO CRUZADA EM CULTURAS CELULARES: ESTRATÉGIAS PARA MITIGAÇÃO DE RISCOS.
7. BIOPOLÍMEROS E SUAS APLICAÇÕES FARMACÊUTICAS E BIOMÉDICAS: AVANÇOS E PERSPECTIVAS EM BIOSSEGURANÇA.
8. BIOSSEGURANÇA EM PROTETORES SOLARES: A INFLUÊNCIA DOS MICROPLÁSTICOS E NANOPLÁSTICOS NA TOXICIDADE CELULAR.
9. BIOSSEGURANÇA NA ODONTOLOGIA CLÍNICA E RESISTÊNCIA MICROBIANA: UMA ABORDAGEM NECESSÁRIA.
10. BIOSSEGURANÇA NA PRODUÇÃO E MANIPULAÇÃO DE EXTRATOS DE PLANTAS MEDICINAIS: PRÁTICAS, RISCOS E CUIDADOS.
11. BREVE LEVANTAMENTO DE P&D DE BACTERÍOFAGOS PARA USO TERAPÊUTICO OU PROBIÓTICO.
12. CARACTERIZAÇÃO GENÔMICA DE DOIS FAGOS QUE INFECTAM CEPAS DE *Salmonella* spp.
13. DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DAS NORMAS DE BIOSSEGURANÇA EM LABORATÓRIOS BRASILEIROS.
14. DETECÇÃO PROLONGADA DO SARS-COV-2 EM FEZES: DESAFIOS E MEDIDAS DE BIOSSEGURANÇA NA COLETA DE AMOSTRAS CLÍNICAS.
15. DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ENTRE OGM E GED NO CONTEXTO DA BIOSSEGURANÇA.
16. DINÂMICA EPIDÊMICA DA COVID-19 NO ESPÍRITO SANTO: INTERFACES ENTRE VULNERABILIDADE SOCIODEMOGRÁFICA E RESPOSTA EM SAÚDE PÚBLICA.
17. DISSEMINAÇÃO DO VÍRUS INFLUENZA A(H5N1) CLADO 2.3.4.4B NAS AMÉRICAS: IMPLICAÇÕES PARA A VIGILÂNCIA E A BIOSSEGURANÇA REGIONAL.
18. ENSAIO ALLIUM CEPA COMO FERRAMENTA BIOTECNOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DE MUTAGÊNESE CROMOSSÔMICA.
19. FERRAMENTAS QUIMIOMÉTRICAS E MOLECULARES INTEGRADAS NA ANÁLISE DE PRODUTOS NATURAIS.
20. FRONTEIRAS NA BIOSSEGURANÇA DO CONTROLE DE PRAGAS: UMA REVOLUÇÃO BIOTECNOLÓGICA LIDERADA PELOS “FUNGOS ZUMBIS”.
21. HIGH RESOLUTION MELTING (HRM) COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DA AUTENTICIDADE DE PLANTAS.
22. IDENTIFICAÇÃO DE SNPs ASSOCIADOS A VARIÁVEIS CLIMÁTICAS EM *Euterpe edulis* VIA ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA.
23. IMPLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS NACIONAIS DE BIOSSEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO DE ATALURENO (TRANSLARNATM), MODULADOR “READ TROUGH RIBOSSOME”, PARA PACIENTES COM Distrofia de Duchenne
24. INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS NO CULTIVO DE PLANTAS MEDICINAIS E NA PRODUÇÃO DE SEUS METABÓLITOS SECUNDÁRIOS
25. INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NO CAMPO: NANOEMULSÕES DE ÓLEOS ESSENCIAIS CONTRA FUNGOS PÓS-COLHEITA

26. MODIFICAÇÕES DE NUCLEOSÍDEOS NO mRNA: FUNDAMENTOS PARA VACINAS SEGURAS E EFICAZES
27. MTT: ESTRATÉGIAS PARA MITIGAR RISCOS EM ENSAIOS DE VIABILIDADE CELULAR UTILIZANDO CÉLULAS MCF-7
28. NANOEMULSÕES DE ÓLEOS VEGETAIS MEDICINAIS: INOVAÇÃO BIOTECNOLÓGICA, DESAFIOS TÉCNICOS E PERSPECTIVAS EM BIOSSEGURANÇA
29. O EFEITO DO ELICITOR ÁCIDO SALICÍLICO NO CULTIVO IN VITRO DE CALOS DE *Vitis labrusca* SOBRE A PRODUÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS
30. O USO DA CUBA ULTRASSÔNICA NA LIMPEZA DOS INSTRUMENTAIS ODONTOLÓGICOS
31. OLIGONUCLEOTÍDEOS ANTISSENSO: IMPLICAÇÕES EM BIOSSEGURANÇA E AVANÇOS NA TERAPIA GÊNICA
32. PANORAMA GLOBAL DA REGULAMENTAÇÃO DE ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS: UMA REVISÃO BASEADA NOS DADOS DO USDA
33. PERCEPÇÃO DOS ACADÊMICOS DE ODONTOLOGIA FRENTE AOS PROCEDIMENTOS DE ESTERILIZAÇÃO E DESINFECÇÃO
34. PERCEPÇÃO SOBRE OS ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS ENTRE ESTUDANTES DE INSTITUIÇÕES ACADÊMICAS DO ESTADO DE YUCATÁN, MÉXICO
35. TREINAMENTO EM BIOSSEGURANÇA: REALIDADE VIRTUAL COMO FERRAMENTA PARA O MANUSEIO DE CABINES DE FLUXO LAMINAR
36. PREVENÇÃO INTELIGENTE: BIOSSEGURANÇA E MODELAGEM PREDITIVA PARA INFECÇÕES FÚNGICAS
37. REVOLUÇÃO SIMBIOTICAMENTE: FUNGOS & MIXOMICETOS NA FRONTEIRA DA BIOSSEGURANÇA E BIOTECNOLOGIA
38. RISCOS E BENEFÍCIOS DOS OGMS: IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE PÚBLICA E A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
39. SOROPREVALÊNCIA E FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AO CORONAVÍRUS FELINO (FCoV) NO SUL DO ESPÍRITO SANTO
40. TECNOLOGIA VERDE: NANOEMULSÕES NATURAIS PARA CONTROLE DE PATÓGENOS NA AGRICULTURA
41. UTILIZAÇÃO DE ENGENHARIA VIRAL NA IMORTALIZAÇÃO DE LINHAGENS CELULARES: RISCOS E BIOSSEGURANÇA
42. VARIAÇÃO DA 5-METILCITOSINA NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Euterpe edulis* SOB ESTRESSES TÉRMICO E SALINO

A BIOSSEGURANÇA NA ERA DA DESEXTINÇÃO: UMA ANÁLISE CRÍTICA DA EDIÇÃO GÊNICA

Lais Sartório Sardenberg², Vinícius Prado Ventorim¹, Aléxia Stefani Zetum¹, Raquel Silva dos Reis Trabach¹ e Iuri Drumond Louro¹

¹Laboratório Núcleo de Genética Humana e Molecular, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil. ²Universidade Federal do Espírito Santo, CEP 29075-910, Vitória– ES.

E-mail: lais.sardenberg@edu.ufes.br

Palavras-chaves: Biotecnologia, OGM, Lobo-terrível.

A biotecnologia é a área que utiliza instrumentos biológicos precisos para fins alternativos de questões humanas, ecológicas e/ou sociais. Atualmente, o DNA recombinante é destacado como um dos principais avanços biotecnológicos para a criação de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs). Sua metodologia resume-se em combinar fragmentos genômicos distintos, a fim de melhorar características ou até mesmo expressar genes não herdáveis. Entretanto, assim como toda nova tecnologia, as finalidades são constantemente debatidas. Apesar dos benefícios dos OGMs, questões éticas surgem quanto aos possíveis impactos evolutivos e ecológicos da inserção de sequências genômicas em outros organismos. Recentemente, a engenharia genética de CRISPR-Cas9 possibilitou a "desextinção" do lobo-terrível (*Aenocyon dirus*), um dos maiores predadores das Américas. Essa atividade consiste na aplicação de um guia de RNA para localização de um fragmento genômico específico, além da atividade enzimática de Cas9 para clivagem da região de interesse. Dessa forma, foi possível realizar a reconstituição genética a partir da extração de DNA de um dente e de um crânio do lobo-terrível com cerca de 13 e 72 mil anos, respectivamente. Em seguida, foi executado o pareamento genômico com o DNA do lobo-cinzento (*Canis lupus*), o qual permitiu a edição do genoma do lobo moderno e inserção de fragmentos genômicos da espécie extinta. Contudo, alguns especialistas discordam da "desextinção", devido à baixa integridade do material genético presente nos fósseis coletados. Em contrapartida, o laboratório responsável destaca a geração de um animal híbrido com características semelhantes ao do lobo-terrível, tais como pelagem branca e crânio maior. Além disso, afirma que essa "desextinção" só foi possível por conta da alta semelhança genética compartilhada entre as espécies (99,5%). Tal assunto demonstrou notoriedade nos avanços científicos e também trouxe pluralidades de opiniões acerca de "reviver" animais já extintos. A edição genética, assim, está sofrendo o conceito do "duplo uso". Por um lado, o CRISPR-Cas9 pode ser utilizado para evitar a extinção de espécies ou torná-las mais fortes e resilientes que seus predecessores. Por outro, pode ser uma ferramenta para mascarar ou reduzir o peso das ações humanas no ecossistema. Ademais, a reconstrução genética por meio dos DNAs de animais modernos e extintos poderá fundir a biodiversidade do passado, visando um futuro mais sustentável, ou promover o lucro através de animais exóticos e carismáticos já extintos. Com isso, é possível elaborar questionamentos a respeito do real papel dos OGMs no ambiente, seja positivo ou negativo. Assim, a avaliação criteriosa dos riscos ambientais, aliada à adoção de protocolos eficazes de contenção e monitoramento, é fundamental para assegurar o uso seguro e responsável das tecnologias de DNA recombinante. No Brasil, a responsabilidade por esse controle cabe à Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), que estabelece normas e diretrizes para a utilização de organismos geneticamente modificados (OGM). Essas normas visam prevenir efeitos adversos, como a redução da biodiversidade ou a possível extinção de espécies nativas.

A TRANSPORTABILIDADE DE DADOS NA AVALIAÇÃO DE RISCO DE PRODUTOS DA BIOTECNOLOGIA

Ancidériton Castro¹, Angela Ferrari¹, Hallison Vertuan¹, Augusto Crivellari¹, Christopher Brown², Steven Levine², Roger Effertz², Shuichi Nakai³, Christy Hu⁴, Lieselot Bertho², Qiang Chen⁵, Ernest Clawson², Stephan Brunner², Jessica Komorek², Gabriela Gandelini¹, Natalia Modena⁶, Facundo Vesprini⁶, Miguel Vega-Sanchez², Duska Stojšin², Wilson Valbon², Mariana Stefanini¹, Geraldo Berger¹

¹Bayer Crop Science, São Paulo-SP, Brasil; ²Bayer Crop Science, Saint Louis, Missouri, Estados Unidos; ³Bayer Crop Science, Tokio, Japão; ⁴Bayer Crop Science, Beijing, China; ⁵Bayer Crop Science, Singapura, Ásia; ⁶Bayer Crop Science, Buenos Aires, Argentina

E-mail: angela.ferrari@bayer.com

Palavras-chaves: transportabilidade de dados, avaliação de risco, biotecnologia, harmonização regulatória.

A transportabilidade de dados (DT) gerados em um país para apoiar o registo de um produto agrícola em outros países é uma prática rotineira. A DT tem sido utilizada e aceita por agências regulatórias em muitos países para evitar a redundância de estudos regulatórios sem comprometer a avaliação de risco ambiental. A implementação da abordagem de DT pode reduzir o tempo necessário para aprovações regulatórias de produtos geneticamente modificados (GM). Adicionalmente, as decisões que permitem às agências regulatórias considerar os dados gerados em outros países para a segurança ambiental e alimentar podem melhorar a eficiência das revisões regulatórias para novas biotecnologias. Ao aproveitar os dados e avaliações existentes de diferentes regiões, a duplicação de esforços pode ser reduzida, os recursos otimizados e os processos regulatórios acelerados. Além disso, a transportabilidade de dados beneficia os agricultores, uma vez que tem o potencial de permitir o acesso às novas tecnologias mais rapidamente. Diversas agências regulatórias utilizam a DT para avaliações de riscos ambientais e, em alguns casos, incluíram o conceito de DT em documentos ou orientações regulatórias atualizadas. Como exemplo, cita-se as agências regulatórias do Japão, do Paraguai, da Argentina, a Agência de Desenvolvimento da União Africana, do Canadá. Na China, o Ministério da Agricultura e Assuntos Rurais aceita dados globais como parte da solicitação de permissão de importação. Na União Europeia, os requerimentos de liberação comercial submetidos à Autoridade Europeia para a Segurança e Alimentação incluem dados gerados em outros países e utilizados para avaliação de risco de alimentos para consumo humano, animal e processamento. Da mesma forma, a Resolução Normativa da CTNBio nº 32/2021 permite a utilização de estudos realizados em outros países nas avaliações de risco, conforme § 2º do art. 11: *“Na proposta de liberação comercial de OGM, para suportar as informações solicitadas nos Anexos I, II, III e IV desta Resolução Normativa, poderão ser utilizados estudos realizados em outros países, nas avaliações de risco, quando a hipótese de risco não estiver relacionada a particularidades da fauna ou flora brasileiras.”* Estudos realizados em diferentes países mostram que as conclusões de segurança ambiental são consistentes em todas as geografias. Evitar a redundância de esforços regulatórios é um benefício fundamental da adoção da transportabilidade de dados. Dados robustos gerados para culturas GM ao longo de décadas para saúde humana e animal e segurança ambiental suportam a transportabilidade de dados para avaliações de segurança de produtos GM, independentemente da zona agroclimática. Adicionalmente, todos os eventos GM da Classe de Risco 1 aprovados para liberação comercial foram declarados seguros pelas agências regulatórias em todo o mundo, não havendo evidências de efeitos adversos causados por culturas GM para saúde humana e/ou animal e para o meio ambiente, confirmando a segurança dessas plantas.

Apoio financeiro: Bayer Crop Science

ANÁLISE DE RISCO DE *Carica papaya* L. EDITADA PELAS TÉCNICAS CRISPR/CAS9 PARA DELEÇÃO DOS GENES B-1,3-GLUCANASE E POR GATEWAY PARA SUPEREXPRESSION DA PROTEINA QUITINASE

Yohanatan Alain Duque Aurazo^{1*}, Mírian Piassi^{1;2}, José Aires Ventura^{1;2}

¹Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio, Universidade Federal do Espírito Santo, Av.

Marechal Campos, 1468, Maruípe, 29043-910, Vitória - ES, Brasil. ²Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural-Incapex, Rua Afonso Sarlo 160, Bento Ferreira, 29050-010, Vitória-ES, Brasil.

*E-mail: yohanatan.aurazo@edu.ufes.br

Palavras-chave: Mamão, Edição gênica, Biotecnologia vegetal, PMeV, Biossegurança.

O Brasil destaca-se no cenário internacional como um dos maiores produtores de mamão (*C. papaya* L.) com uma área plantada de aproximadamente 27 mil ha e produção de 1,107 milhões de toneladas, que corresponderam a 7,64% da oferta mundial da fruta (FAOSTAT, 2024). A análise de risco é o processo que avalia possíveis efeitos adversos na saúde humana, animal e no meio ambiente e gerenciar medidas para mitigá-los. O objetivo foi compilar e analisar as bibliografias relacionadas à análise de risco associada ao cultivo de *C. papaya* geneticamente editada, com a finalidade de identificar possíveis impactos e riscos associados a duas modificações genéticas: CRISPR/Cas9, na deleção do gene β -1,3-glucanase para reduzir infecções virais (PMeV/PMeV2) e Gateway na superexpressão da quitinase para resistência a fungos e insetos. Dentre os riscos alimentares, podemos identificar perigos como mutações *off-target*, inserções ou deleções não intencionais (*indels*), rearranjos cromossômicos e efeitos pleiotrópicos; embora esses riscos sejam baixos, não são impossíveis de ocorrer. Outro aspecto importante na análise de risco é a toxicidade e alergenicidade. Até o momento, não existem estudos sobre a alergenicidade de mamão editado com CRISPR/Cas9, que ainda é uma tecnologia nova nesta planta. No entanto, os princípios gerais para avaliar alergenicidade em plantas geneticamente editadas são semelhantes aos utilizados para cultivos transgênicos, baseando-se em diretrizes internacionais. A partir disso, pode-se usar como exemplo o mamão transgênico 'Rainbow', que não apresentou toxicidade nem alergenicidade. Mas vale mencionar o isotiocianato de benzila (BITC), composto biocida tóxico em altas doses, presente nos frutos verdes, que apresenta concentrações similares em variedades transgênicas e não transgênicas. Por outro lado, a ausência deste composto poderá predispor os frutos à infestação da mosca-das-frutas, comprometendo a exportação para países com restrições fitossanitárias para esta praga. Os riscos ambientais, como o fluxo gênico e a polinização cruzada, já foram estudados em espécies comerciais não transgênicas e silvestres, sendo comuns, embora a taxa de ocorrência dependa de fatores como a distância entre cultivos e a presença de polinizadores. Além disso, o uso de variedades hermafroditas de *C. papaya* permite a autopolinização, diminuindo a probabilidade de transferência gênica para plantações de mamão próximas. O impacto na microbiota do solo, como mudanças nos exsudados radiculares, podem alterar as comunidades microbianas naturais, alterando a interação de microrganismos úteis para a planta, com efeito negativo, mas também podem ter um efeito benéfico potencial com a redução de patógenos radiculares como fungos e nematoides, mitigando o uso de pesticidas, bem como contribuir com a resistência induzida nas plantas. Em conclusão, as técnicas de edição gênica com CRISPR/Cas9 e a superexpressão por Gateway têm potencial para desenvolver cultivares de mamoeiro resistentes às doenças e não evidenciam riscos significativos à saúde humana, animal ou ao meio ambiente, o que respalda seu potencial uso comercial sob supervisão técnica e científica.

Apoio: OEA, CAPES, FAPES/SEAG

ANÁLISE QUÍMICA DE PLANTAS MEDICINAIS: INTEGRAÇÃO DE ESPECTROMETRIA DE MASSAS E FTIR

Maria Gabriela Pissinati Trindade¹, Lucas Evangelista dos Santos¹, Paula Roberta Costalonga Pereira¹, Vanessa Silva dos Santos¹, Mirieli Bernardes Xavier¹, Isadora Maria Coelho Vieira¹, Ana Carolini Cavallieri Zatta¹, Douglas da Silva Pereira¹, Elisa Ohnesorge Constantino¹, Tainá Eduarda Trennepohl¹, Erlaini Simonelli Cavallieri¹, Maria do Carmo Pimentel Batitucci¹

¹Laboratório de Genética Vegetal e Toxicológica, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: mg.pissinati.trindade@gmail.com

Palavras-chaves: Espectrometria de massas, FTIR, plantas medicinais, biossegurança, compostos bioativos.

A caracterização química de plantas medicinais tem sido transformada por técnicas analíticas modernas, com destaque para a Espectrometria de Massas (EM) e a Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR). Ambos os métodos oferecem uma abordagem abrangente para o estudo de compostos bioativos, aliando identificação estrutural precisa a avaliação rápida e eficiente. Dada a relevância dessas metodologias para a análise química de produtos naturais, esta revisão aborda as principais técnicas utilizadas na elucidação de compostos bioativos presentes em plantas medicinais. A EM, especialmente em sistemas de alta resolução como Q-TOF e Orbitrap, possibilita a caracterização estrutural de metabólitos secundários com base em seus padrões de fragmentação característicos. Além disso, técnicas integradas como a LC-SPE-NMR-MS (*cromatografia líquida acoplada à extração em fase sólida, ressonância magnética nuclear e espectrometria de massas*) expandem as possibilidades analíticas, permitindo a identificação de compostos minoritários de relevância farmacológica. A integração com bancos de dados especializados (MassBank e GNPS), também acelera o processo de caracterização. Paralelamente, a FTIR destaca-se como uma ferramenta versátil para análises rápidas e não destrutivas, com amplo potencial de aplicação na triagem de atividades antioxidantes, apresentando alta correlação com métodos tradicionais como DPPH e FRAP. Essas tecnologias são especialmente valiosas para o controle de qualidade na indústria fitoterápica, pois, quando associadas à quimiometria, permitem a classificação confiável de variedades vegetais. Destaca-se, ainda, a importância dos aspectos de biossegurança, com ênfase na adoção de métodos não destrutivos que minimizam os riscos. Protocolos de análise direta, como DESI (*Desorption Electrospray Ionization*) e DART (*Direct Analysis in Real Time*), reduzem a geração de resíduos e, quando acoplados a sistemas fechados de LC-MS, proporcionam maior segurança no manuseio de solventes orgânicos. Essas inovações em técnicas de ionização ambiente representam avanços significativos, permitindo a análise de tecidos vegetais sem etapas complexas de preparo. O imageamento por DESI-MS, por exemplo, permite visualizar a distribuição espacial de metabólitos, fornecendo insights relevantes sobre vias biossintéticas. Estudos aplicados têm demonstrado o potencial dessas tecnologias: em um exemplo, uma abordagem multidimensional de EM identificou mais de 700 compostos em *Scutellaria barbata*, enquanto o uso combinado de FTIR e quimiometria tem sido fundamental na autenticação de matérias-primas vegetais. Em síntese, a integração entre EM e FTIR constitui um poderoso arsenal analítico para a pesquisa fitoquímica, combinando precisão estrutural, eficiência operacional e segurança. Essas técnicas aceleram a descoberta de compostos bioativos e fortalecem o controle de qualidade na cadeia produtiva de fitoterápicos, contribuindo para o desenvolvimento de terapias vegetais mais seguras.

Apoio financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES)

ATUAÇÃO DE BIÓLOGOS NA ÁREA DA BIOSSEGURANÇA EM INSTITUIÇÕES DE BIOTECNOLOGIA DO BRASIL

Andressa Moratti, Gabriella Mata, Ava de Faria Giuberti, Antonio Alberto Ribeiro Fernandes, Patricia Machado Bueno Fernandes

Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, 29043-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: andressa.m.campista@ufes.br

Palavras-chaves: segurança, engenharia genética, empregabilidade.

A biossegurança é um campo fundamental de atuação para o biólogo, especialmente em instituições públicas e privadas que podem desenvolver atividades com organismos geneticamente modificados (OGMs). De acordo com a legislação brasileira (Lei nº 11.105/2005), é obrigatória a criação de Comissões Internas de Biossegurança (CIBio) e a obtenção do Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB), emitido pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), como condição para o desenvolvimento de atividades com OGMs, assegurando o cumprimento das normas de segurança e controle de riscos (BRASIL, 2005). O biólogo é um profissional habilitado a integrar as CIBios, contribuindo para a aplicação das normas legais, mitigação de riscos e segurança em ambientes laboratoriais, industriais e de pesquisa. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a empregabilidade de biólogos em instituições públicas e privadas que atuam com engenharia genética e manipulação de OGMs, com ênfase na presença desses profissionais como membros das CIBios. Foram selecionadas 128 instituições, registradas na CTNBio (<https://ctnbio.mctic.gov.br/instituicoes-cadastradas#/consultar-instituicao>), distribuídas pelas cinco regiões do Brasil. O contato com as instituições foi realizado por meio do e-mail disponibilizado no site da CTNBio ou pelo site oficial, solicitando informações sobre a presença de biólogos na respectiva CIBio, bem como a quantidade desses profissionais e seus níveis de formação. As instituições foram selecionadas com base nas informações disponíveis em seus sites oficiais, priorizando aquelas que declaravam atuar com microrganismos em pesquisas ou atividades laboratoriais, assim como aquelas envolvidas com o uso, manipulação ou desenvolvimento OGMs, incluindo sementes transgênicas e tecnologias associadas. Entre as instituições inicialmente selecionadas para contato, foi possível encaminhar a solicitação por e-mail a 77 delas. Nas 51 instituições restantes, os endereços de e-mail disponibilizados não foram localizados ou não podiam receber mensagens. Na região Sudeste, foram contatadas 33 empresas; no Sul, 18; no Nordeste, 8; no Norte, 4; e no Centro-Oeste, 14. Dos resultados obtidos, 15 instituições responderam ao e-mail enviado, sendo que 13 forneceram as informações solicitadas sobre a presença de biólogos nas CIBios. A formação desses profissionais varia desde a graduação ao pós-doutorado. Dentre essas, 5 estão localizadas na região Sudeste, 2 no Sul, 1 no Nordeste, 2 no Norte e 3 no Centro-Oeste. As duas instituições que não atenderam à solicitação informaram, respectivamente, que não possuem a CIBio em funcionamento e que a composição de sua equipe difere do padrão observado nas demais respostas. Os resultados obtidos, embora limitados pela quantidade de respostas, evidenciam dificuldades na comunicação via e-mail com as instituições. Um possível fator para o baixo retorno pode estar relacionado às políticas internas de sigilo, que restringem o compartilhamento de informações institucionais. Ainda assim, os dados disponíveis destacam a presença de biólogos nas CIBios, reforçando o papel fundamental desses profissionais no manejo de OGMs e agentes biológicos de risco. Além disso, a comunicação com as instituições demanda uma atualização dos endereços de e-mail fornecidos pela CTNBio, a fim de impulsionar o avanço das pesquisas e o acesso às informações essenciais para o desenvolvimento científico.

Apoio financeiro: CNPq, Fapdf

AVALIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO CRUZADA EM CULTURAS CELULARES: ESTRATÉGIAS PARA MITIGAÇÃO DE RISCOS.

Larissa de Oliveira Araújo¹, Gabriela Ramiro Pinheiro^{1,2}, Luan Mauro Gonçalves Ferreira¹, Maria Clara Pontine de Oliveira^{1,3}, Eldamária de Vargas Wolfgramm dos Santos^{1,2}

¹Núcleo de Genética Humana e Molecular, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil. ²PPGBIOTEC - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, Maruípe, 29047-105, Vitória-ES, Brasil. ³Faculdade Multivix, CEP 29075-080, Vitória-ES.

E-mail: oliveirlarissa1509@gmail.com

Palavras-chaves: biossegurança laboratorial, descontaminação, qualidade experimental

A contaminação cruzada em culturas celulares ocorre quando células ou substâncias indesejadas substituem as células originais do cultivo, comprometendo os resultados experimentais e reduzindo a qualidade da pesquisa. Globalmente, são realizados inúmeros experimentos com culturas celulares, e a ausência de protocolos rigorosos de armazenamento, rotulagem e autenticação dos materiais pode favorecer a ocorrência de contaminações. As causas são multifatoriais, incluindo falhas na esterilização, uso de meios e reagentes não estéreis e aquisição de linhagens celulares não certificadas por repositórios reconhecidos. Nesse contexto, a adoção de medidas preventivas torna-se essencial nos laboratórios de pesquisa. Com o objetivo de identificar estratégias práticas para minimizar os riscos e garantir a confiabilidade dos resultados, este trabalho analisou procedimentos químicos e físicos aplicados à redução da contaminação cruzada em culturas celulares. Estudos recentes investigaram a eficácia da câmara UV na descontaminação de ambientes e a importância de práticas adequadas de limpeza. Uma das abordagens consistiu na simulação da dispersão de gotículas de soro fetal bovino, liberadas de três alturas distintas (10, 20 e 30 cm) sobre superfícies de trabalho, antes e após a ruptura. Mediram-se o diâmetro e o alcance das partículas, além da formação de unidades formadoras de colônias em culturas expostas ou não à radiação UV. Observou-se que a liberação a maiores alturas resultou em maior dispersão, e que gotas rompidas a 10 cm produziram maior número de partículas espalhadas. Para a descontaminação das áreas experimentais, o etanol a 70% demonstrou-se eficiente, devido à sua capacidade de dissolver lipídeos e desestabilizar membranas celulares. Adicionalmente, avaliou-se a ação da câmara UV na inativação microbiana em cultivos de *Bacillus subtilis* e *Aspergillus brasiliensis*. As placas foram expostas à radiação UV-C em doses de 50 mJ/cm² e 100 mJ/cm². A dose de 50 mJ/cm² foi suficiente para inibir o crescimento vegetativo de bactérias e fungos, enquanto 100 mJ/cm² foi necessária para afetar os endósporos bacterianos, evidenciando sua maior resistência. Nas amostras não expostas à radiação, observou-se proliferação normal dos microrganismos. Apesar da eficácia da radiação UV-C na inativação de células vivas, ela não remove fisicamente resíduos biológicos como proteínas e ácidos nucleicos aderidos às superfícies, tornando indispensável a limpeza química prévia para uma descontaminação completa. Conclui-se que a câmara UV é uma aliada relevante na redução do risco de contaminação cruzada em ambientes de cultura, embora apresente limitações. Por fim, destaca-se que a adoção de medidas rigorosas — como limpeza adequada das superfícies, descarte correto dos materiais utilizados e implementação de protocolos padronizados de assepsia — é fundamental para garantir a integridade dos experimentos. O desenvolvimento de novas tecnologias voltadas à desinfecção de ambientes laboratoriais representa uma frente promissora para o fortalecimento da biossegurança em pesquisas com culturas celulares.

BIOPOLÍMEROS E SUAS APLICAÇÕES FARMACÊUTICAS E BIOMÉDICAS: AVANÇOS E PERSPECTIVAS EM BIOSSEGURANÇA

Douglas da Silva Pereira¹, Paula Roberta Costalonga Pereira¹, Lucas Evangelista dos Santos¹, Maria Gabriela Pissinati Trindade¹, Isadora Coelho Vieira¹, Ana Carolini Cavallieri Zatta¹, Mirieli Bernardes Xavier¹, Elisa Ohnesorge Constantino¹, Tayná Eduarda Trennepohl¹, Erlaini Simonelli Cavallieri¹, Vanessa Silva dos Santos¹, Maria do Carmo Pimentel Batitucci¹

¹Laboratório de Genética Vegetal e Toxicológica, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514, 29075-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: douglas.s.pereira@edu.ufes.br

Palavras-chaves: polímeros, biodegradável, biotecnologia.

Polímeros são macromoléculas formadas pela ligação de monômeros por meio de polimerização, podendo ser de origem natural ou sintética. São amplamente utilizados como excipientes em formulações farmacêuticas e cosméticas. Essas substâncias, diferentemente do fármaco ativo, conferem estabilidade física, química e microbiológica ao produto, além de melhorar a disponibilidade do ativo no organismo, garantir a aceitabilidade pelo paciente e melhorar atributos relacionados à segurança e eficácia. Em medicamentos sólidos (pós, comprimidos e cápsulas), utiliza-se a poli(acrilina) potássica como agente desintegrante, enquanto amido e lactose são empregados como diluentes. Já em cremes, loções e pomadas, os polímeros atuam como agentes emulsionantes, estabilizando sistemas de dois líquidos imiscíveis. Em formas líquidas, por exemplo nos xaropes, alguns polímeros como a gelatina, inibem a cristalização de compostos lipossolúveis. Atualmente, os polímeros biodegradáveis ganham destaque por sofrerem degradação macromolecular *in vivo* por ação enzimática, microbiana ou celular, envolvendo processos físicos, químicos e biológicos. Esses materiais podem aderir a membranas celulares ou à camada mucosa, interagindo diretamente com substratos biológicos. Essa bioadesão é muito explorada por aumentar o tempo do fármaco no organismo e direcioná-lo a sítios específicos, reduzindo a toxicidade e aumentando a eficácia terapêutica. Alguns polímeros, como os bioativos e biomiméticos, interagem com o microambiente biológico por meio de reconhecimento, ativando respostas celulares específicas. Os polímeros biodegradáveis oferecem uma vantagem adicional: após liberar o fármaco, são metabolizados espontaneamente, seja pela conversão em CO₂ e água (via ciclo de Krebs) ou pela excreção renal. Entre os polímeros naturais em destaque está a celulose bacteriana, encontrada em bactérias como *Rhizobium* e *Acetobacter*. Esse biopolímero combina alta resistência mecânica, cristalinidade, capacidade de retenção hídrica e biocompatibilidade, além de permitir modulação tridimensional durante sua síntese. Devido a essas propriedades, pesquisas buscam aplicá-los em setores como: alimentício, têxtil e, especialmente na área biomédica como protetores para danos, como um substituto temporário de pele no tratamento de úlceras, queimaduras, lesões e enxertos. Esses avanços destacam a importância da avaliação de biossegurança no desenvolvimento de novos biopolímeros, garantindo sua eficácia terapêutica e minimizando riscos ambientais e à saúde. O estudo contínuo desses materiais visa não apenas melhorar formulações farmacêuticas convencionais, mas também desenvolver soluções inovadoras e sustentáveis para desafios biomédicos, sempre com enfoque nos princípios de biossegurança.

Apoio financeiro: FAPES

BIOSEGURANÇA EM PROTETORES SOLARES: A INFLUÊNCIA DOS MICROPLÁSTICOS E NANOPLÁSTICOS NA TOXICIDADE CELULAR

Maria Clara Pontine de Oliveira¹, Larissa de Oliveira Araújo², Luan Mauro Gonçalves Ferreira², Gabriela Ramiro Pinheiro^{2,3}, Eldamaria de Vargas Wolfgramm dos Santos^{2,3}.

¹ Centro universitário Multivix, CEP 29075-080, Vitória – ES. ² Universidade Federal do Espírito Santo. Avenida Fernando Ferrari, 514, Campus Universitário de Goiabeiras, CEP 29075- 910, Vitória-ES, Brasil.

³Programa de Pós-graduação em Biotecnologia

E-mail: mariapontineclara@gmail.com

Palavras-chaves: Microplásticos, protetor solar, toxicidade celular.

O crescimento alarmante da produção de plásticos resultou em cerca de 6,3 bilhões de toneladas de resíduos, grande parte descartada inadequadamente. A degradação desses materiais origina microplásticos (MPs) e nanoplásticos (NPs), que representam riscos à saúde humana e ambiental. Além dos MPs formados por degradação (secundários), existem os produzidos intencionalmente (primários), presentes em produtos como agrotóxicos e cosméticos. Microplásticos podem atravessar barreiras biológicas e causar desequilíbrios hormonais, reações alérgicas, estresse oxidativo, danos ao DNA e apoptose celular. Apesar de estarem presentes em produtos de uso diário, como protetores solares, seus riscos ainda são pouco explorados. Com o objetivo de investigar o impacto dos microplásticos em filtro solares, este trabalho analisou estudos que avaliaram a ocorrência e os efeitos dessas partículas em protetores solares, por meio de uma revisão da literatura utilizando os termos 'microplásticos', 'protetor solar' e 'toxicidade celular'. Foram localizados quatro estudos experimentais que investigaram não apenas a toxicidade intrínseca dos MPs, mas também sua capacidade de interagir com outros poluentes e ingredientes utilizados na formulação de cosméticos. Os MPs atuam como vetores de substâncias tóxicas, adsorvendo compostos como hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e desreguladores endócrinos (como triclosan, DEHP e bisfenol A). Essa combinação pode intensificar sua toxicidade, provocando efeitos fisiológicos adversos. Em um estudo de 2023, Anqi Sun *et al.*, extraíram MPs e NPs de óxido de zinco (ZnO) de um protetor solar comercial. Os MPs apresentaram morfologia esférica ($\cong 5 \mu\text{m}$), sendo inicialmente estáveis em luz solar simulada e água por até 12 horas. Contudo, na presença de ZnO, sofreram foto-oxidação, com geração de radicais hidroxila e aumento de 2,5 vezes no índice de carbonila, tornando-se mais solúveis e propensos à fragmentação, pois os microplásticos são degradados em nanoplásticos, possuindo maior capacidade de internalização em células. A fragmentação também expõe maior área superficial, tornando essas partículas mais reativas e favorecendo a adsorção de outros poluentes. Outro estudo de Anqi Sun *et al.*, em 2024, avaliou a toxicidade dos microplásticos degradados (secundários) em células HaCaT — queratinócitos humanos imortalizados — comparando-os aos microplásticos primários. Os MPs secundários demonstraram maior citotoxicidade, com uma redução de 46% na viabilidade celular, aumento de 220% no acúmulo lisossomal, elevação de 69% na produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), perda mitocondrial de 27% e incremento de 72% no superóxido mitocondrial. Além disso, esses MPs apresentaram 20% mais internalização celular, intensificando os danos celulares e moleculares. A presença de microplásticos em produtos de uso diário, como protetores solares, representa um risco crescente à saúde humana e ambiental, uma vez que esses compostos potencializam sua toxicidade. Diante disso, torna-se essencial o aprofundamento das pesquisas e a implementação de políticas de prevenção, garantindo que as ações de biossegurança sejam efetivamente aplicadas.

BIOSSEGURANÇA NA ODONTOLOGIA CLÍNICA E RESISTÊNCIA MICROBIANA: UMA ABORDAGEM NECESSÁRIA

Robert Rodrigues de Moraes¹, Eduardo Vicente Brasil de Oliveira¹, Rhayna Vilela Oliveira¹, Alda dos Santos Rodrigues^{2,3}, Marcio Costa Ribeiro¹

¹Odontologia, Multivix. pólo Cachoeiro de Itapemirim. R. das Amoreiras, 345 - Monte Belo, Cachoeiro de Itapemirim, -ES, 29314-776. ²Núcleo de Genética Humana e Molecular, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514. Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil. ³Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Espírito Santo, CCS - Centro de Ciências da Saúde, Av. Mal. Campos, 1468 - Maruípe, Vitória - ES, 29047-105.

E-mail: robertrodriguesbio@gmail.com

Palavras-chaves: biossegurança, resistência microbiana, odontologia.

O uso indiscriminado de antibióticos tem contribuído para que os microrganismos criem resistência e a crescente resistência microbiana representa um desafio significativo na prática odontológica, tornando essencial a implementação rigorosa de medidas de biossegurança na prevenção de infecções cruzadas visando proteção tanto dos pacientes quanto dos profissionais da área de odontologia. Embora haja um conhecimento geral sobre os protocolos de biossegurança, estudos mostram que a adesão a essas diretrizes muitas vezes é inadequada, especialmente no que se refere à esterilização de instrumentos e ao descarte apropriado de resíduos. Outro ponto crítico é a contaminação da água utilizada nos equipamentos odontológicos, que frequentemente apresentam níveis de microrganismos acima dos padrões recomendados. Além disso, a introdução de tecnologias digitais, como sensores de imagem intraoral, trouxe novos desafios para o controle de infecções, exigindo revisões nos protocolos existentes. Com o objetivo de analisar como as práticas de biossegurança na odontologia contribuem para o controle e prevenção da resistência microbiana, destacando os principais desafios enfrentados pelos profissionais na adoção adequada dessas medidas e a importância da atualização constante dos protocolos clínicos. Foi realizada uma revisão na literatura de forma narrativa, com levantamento de artigos científicos publicados nos últimos dez anos em bases como PubMed, SciELO e Google Scholar. Os critérios de inclusão consideraram estudos relacionados à biossegurança na odontologia, resistência microbiana em ambientes clínicos e protocolos de controle de infecção. Foram selecionados artigos em português e inglês, priorizando revisões sistemáticas, diretrizes de órgãos oficiais (como ANVISA e CDC) e estudos clínicos relevantes. A análise dos artigos mostrou que a resistência microbiana em ambientes odontológicos está frequentemente relacionada a falhas na esterilização de instrumentos, reuso inadequado de materiais e uso indiscriminado de antibióticos. Estudos apontam que protocolos atualizados de biossegurança, quando seguidos corretamente, são altamente eficazes na redução de microrganismos multirresistentes. Houve um aumento na preocupação dos profissionais com a biossegurança após a pandemia de COVID-19, mas barreiras como custo, falta de treinamento contínuo e rotina clínica acelerada ainda comprometem a adesão total às medidas preventivas. Tecnologias como esterilizadores de alta performance, barreiras físicas e sistemas de aspiração têm mostrado bons resultados na redução da carga microbiana. Portanto, é fundamental que as práticas de biossegurança sejam constantemente atualizadas e reforçadas. Isso inclui a educação contínua dos profissionais e a adoção de protocolos eficazes para minimizar os riscos associados à resistência microbiana na odontologia. Essa abordagem proativa não apenas protegerá a saúde dos pacientes, mas também garantirá um ambiente seguro para os profissionais da área.

BIOSSEGURANÇA NA PRODUÇÃO E MANIPULAÇÃO DE EXTRATOS DE PLANTAS MEDICINAIS: PRÁTICAS, RISCOS E CUIDADOS

Erlaini Simonelli Cavallieri¹, Ana Carolini Cavallieri Zatta¹, Paula Roberta Costalonga Pereira¹, Vanessa Silva dos Santos¹, Mirieli Bernardes Xavier¹, Maria Gabriela Pissinati Trindade¹, Lucas Evangelista dos Santos¹, Isadora Maria Coelho Vieira¹, Douglas da Silva Pereira¹, Elisa Ohnesorge Constantino¹, Tayná Eduarda Trennepohl¹, Maria do Carmo Pimentel Batitucci¹

¹Laboratório de Genética Vegetal e Toxicológica, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514, 29075-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: erlaini.cavallieri@edu.ufes.br

Palavras-chaves: plantas medicinais, biossegurança, riscos ocupacionais, medidas.

A utilização de plantas medicinais para fins terapêuticos tem crescido significativamente, tanto na medicina popular quanto em pesquisas científicas. A produção de extratos vegetais, importante etapa em estudos e pesquisas de produtos naturais, envolve diversas etapas como coleta, secagem, trituração, maceração, filtragem e armazenamento, cada uma com potenciais riscos à saúde e ao meio ambiente. Assim, a biossegurança surge como o conjunto de ações voltadas à prevenção, redução ou eliminação de riscos associados a atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços. Essas ações visam proteger a saúde humana, animal e vegetal, bem como preservar o meio ambiente e garantir a qualidade dos trabalhos realizados. Entre os principais riscos envolvidos estão: (i) os biológicos, como a contaminação por fungos e bactérias; (ii) os químicos, devido a exposição a solventes como etanol, metanol e hexano; (iii) os físicos, que podem ocorrer por conta de cortes, queimaduras e inalação de partículas e, por fim, (iv) os toxicológicos, com a presença de substâncias naturalmente tóxicas em algumas espécies vegetais que podem ser adquiridas pelas vias cutânea ou percutânea, respiratória, por meio da inalação de aerossóis, conjuntival e oral. As medidas de biossegurança incluem o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como luvas, óculos de proteção, jaleco, máscara/PFF2, touca e calçado fechado, bem como a realização das atividades em locais com ventilação ou exaustão apropriada, treinamento contínuo dos manipuladores e a adoção das Boas Práticas de Laboratório (BPL). Ademais, o descarte correto dos resíduos sólidos e líquidos gerados no processo é indispensável para a preservação ambiental. Assim, a implementação dessas práticas garante não apenas a integridade física dos envolvidos, mas também a qualidade e a segurança dos extratos obtidos, contribuindo para o desenvolvimento ético e sustentável da fitoterapia e da pesquisa com plantas medicinais. Conclui-se que para as ações de biossegurança serem realmente eficazes, é fundamental que todos os envolvidos em atividades de risco estejam devidamente informados sobre as diretrizes vigentes e capacitados para aplicá-las corretamente na prática.

Apoio financeiro: FAPES

BREVE LEVANTAMENTO DE P&D DE BACTERÍOFAGOS PARA USO TERAPÊUTICO OU PROBIÓTICO

Elisabete J. Vicente¹, Oeber Freitas Quadros²

¹Departamento de Microbiologia, ICB/USP; Av. Prof. Lineu Prestes, 1374, Butantã, São Paulo, 05508-000; ²Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, 29043-910, Vitória-ES, Brasil– ES.

E-mail: bevicent@usp.br

Palavras-chaves: bacteriófagos, fagoterapia, resistência bacteriana aos antibióticos.

A regulamentação do uso de OGMs e seus derivados no Brasil é de responsabilidade da CTNBio. Embora os bacteriófagos, ou fagos, não se enquadrem nessa categoria, aplicações específicas que envolvam modificação genética para aumentar sua eficácia ou alterar seu espectro de ação em P&D podem requerer autorização. Essa necessidade se intensifica em cenários de produção em larga escala, liberação ambiental ou uso terapêutico em humanos, onde também incidem as normas da ANVISA. Contudo, o emprego de fagos não modificados geralmente não necessita de aprovação da CTNBio. No Brasil, diversos grupos de pesquisa exploram o potencial dos fagos no controle de doenças vegetais, embora as pesquisas ainda estejam em fases iniciais e o mercado comercial seja incipiente. Instituições como a USP (através do ICB e IQ) e a UFAM dedicam-se ao isolamento e identificação de fagos para diversas aplicações. No biocontrole de bactérias fitopatogênicas, estudos demonstram o potencial dos fagos contra doenças como a murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), a mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.) e a podridão mole (*Erwinia carotovora*). A Embrapa Hortaliças investiga a mancha bacteriana do tomateiro, enquanto a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia foca no isolamento, caracterização, produção e estabilidade de fagos para uso agrícola. A Embrapa Uva e Vinho e a Embrapa Mandioca e Fruticultura também conduzem pesquisas em biocontrole. No âmbito animal, a empresa polonesa Proteon Pharmaceuticals S.A. fornece fagos para avicultura e piscicultura no Brasil, tendo registrado seu terceiro produto no MAPA em dezembro de 2024. A Embrapa Concórdia desenvolveu uma coleção de fagos líticos para tratar salmoneloses em aves e suínos. Para uso humano, os fagos têm sido utilizados e estudados globalmente para tratar diversas infecções, incluindo aquelas do trato respiratório, gastrointestinal, pele e infecções por bactérias multirresistentes. Empresas como AniPhage, BactoVet e Phage-X comercializam fagos terapêuticos, e nos EUA, a Felix Biotechnology utiliza IA para projetar fagos personalizados. Apesar da aprovação para uso animal e vegetal nos EUA, nenhum fago foi aprovado para uso clínico humano até 2024. No Brasil, a Fiocruz/RJ foi pioneira na produção de fagos terapêuticos entre 1910 e 1940, e atualmente a Fiocruz/MG possui um centro de pesquisa dedicado a fagos de enterobactérias para uso terapêutico. A França também investe em pesquisas nas áreas alimentar e ambiental. A autoridade sanitária francesa (ANSM) autorizou o uso compassivo de fagos em humanos, particularmente para o tratamento de infecções bacterianas multirresistentes. Contudo, no Brasil e em vários países, produtos comerciais de bacteriófagos para uso humano ainda estão em desenvolvimento e aguardam regulamentação. O cenário brasileiro para o uso de bacteriófagos é promissor e em crescimento, com aplicações emergentes nos setores agrícola, veterinário e médico. Para que esse potencial seja plenamente explorado, é essencial o fortalecimento das políticas públicas, o incentivo à pesquisa e inovação, e o desenvolvimento de marcos regulatórios adequados, que garantam segurança, eficácia e acesso às tecnologias baseadas em fagos no Brasil.

Apoio financeiro: CAPES, FAPESP, CNPq

CARACTERIZAÇÃO GENÔMICA DE DOIS FAGOS QUE INFECTAM CEPAS DE *Salmonella* spp.

Giovanna Pinto Pires^{1,2}, Tathiana Ferreira Sá Antunes¹, Larissa Bernardino Moro¹, Mariana Barboza Vinha³, Jairo Pinto de Oliveira^{1,2}, Sérgio Tulio Alves Cassini¹

¹Laboratório de Caracterização Ambiental (LACAR), Centro de Pesquisa, Inovação e Desenvolvimento (CPID), Ladeira Eliezer Batista, Jardim América, Cariacica, Espírito Santo 29140-500, Brasil. ²Laboratório de Nanomateriais Funcionais, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, 29043-910, Vitória-ES, Brasil. ³Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Rua Afonso Sarlo, 160, Vitória, Espírito Santo, Brasil.

E-mail: giovanna.pires@edu.ufes.br

Palavras-chaves: *Salmonella* spp.; Segurança Alimentar, Bacteriófagos.

A salmonelose, infecção bacteriana causada por *Salmonella* spp., constitui um dos principais desafios para a saúde pública e segurança alimentar global. A detecção de *Salmonella* na pimenta produzida no Brasil — o segundo maior exportador dessa especiaria — resultou em diversas notificações pelo RASFF (*Rapid Alert System for Food and Feed*), responsável pelo controle e segurança dos alimentos importados pela União Europeia, resultando na criação de barreiras para a sua comercialização. Em decorrência da resistência aos antibióticos, a aplicação de bacteriófagos, ou enzimas derivadas deles, é uma alternativa de biocontrole na indústria alimentícia. Nesse contexto, dois bacteriófagos com capacidade lítica direcionada a cepas de *Salmonella* foram isolados de amostras coletadas na estação de tratamento de esgoto de Araçás, em Vila Velha. Os DNAs foram extraídos e sequenciados em um MinION Mk1B. Os genomas foram montados com Flye, suas extremidades foram determinadas com NanoTerm e os genomas virais mais similares foram identificados por NCBI BLAST+. O fago E2LAB CHI possui um genoma de 58.545 pb, conteúdo GC de 56.38% e maior similaridade com a família *Casjensviridae*. O fago E2LAB TLS possui um genoma de 49.895 pb, conteúdo GC de 42.72% e maior similaridade com a família *Drexlerviridae*. De acordo com os critérios atuais do Comitê Internacional de Taxonomia Viral (ICTV), classifica-se como nova espécie o genoma que compartilha menos de 95% de semelhança com outras espécies do mesmo gênero. Para a classificação taxonômica dos fagos, as distâncias intergenômicas entre os isolados e os 15 melhores alinhamentos do BLASTN foram calculadas usando o VIRIDIC. A maior similaridade intergenômica do fago E2LAB CHI foi de 91.6%, com o *Salmonella* phage vB_SentM_sal3 (MT499898.1), enquanto a do fago E2LAB TLS foi de 90.7%, com o *Escherichia* phage vB_EcoS_011D2 (MT478992.1). Portanto, ambos os isolados são novas espécies virais. Seus genomas foram anotados com PhaBOX, que registrou 71 ORFs para o E2LAB CHI e 85 para o E2LAB TLS. Ambos os bacteriófagos tiveram mais de 50% dos seus genes sem função definida. O EggNOG predisse o restante da ontologia gênica de E2LAB CHI e E2LAB TLS como 19,55% e 21,17% relacionados a componentes celulares, 19,55% e 18,02% relacionados a processos biológicos, e 7,26% e 8,56% relacionados a funções moleculares, respectivamente. Dentre essas proteínas, destaca-se as envolvidas com a formação do capsídio e cauda viral, adesão ao hospedeiro bacteriano e lise da sua parede celular, enquanto a minoria está envolvida com regulação transcricional e replicação do DNA. Bacteriófagos podem se replicar ativamente, levando à lise celular e a liberação de novas partículas no ciclo lítico ou integrar seu genoma ao do hospedeiro no ciclo lisogênico. A predição do estilo de vida dos fagos foi avaliada utilizando o PhaBOX, PHACTS e DeePhage e ambos foram classificados como líticos. Por meio de técnicas de engenharia genética, as virolisinas e os bacteriófagos têm sido modificados para atuar no controle de bactérias resistentes e como biossensores na detecção de patógenos bacterianos.

Apoio financeiro: FAPES, CAPES, CNPq, FINEP

DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DAS NORMAS DE BIOSSEGURANÇA EM LABORATÓRIOS BRASILEIROS

Ana Carolini Cavallieri Zatta¹, Paula Roberta Costalonga Pereira¹, Vanessa Silva dos Santos¹, Mirieli Bernardes Xavier¹, Maria Gabriela Pissinati Trindade¹, Lucas Evangelista dos Santos¹, Isadora Maria Coelho Vieira¹, Douglas da Silva Pereira¹, Elisa Ohnesorge Constantino¹, Tayná Eduarda Trennepohl¹, Erlaini Simonelli Cavallieri¹, Maria do Carmo Pimentel Batitucci¹

¹Laboratório de Genética Vegetal e Toxicológica, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514, 29075-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: ana.zatta@edu.ufes.br

Palavras-chaves: Riscos biológicos, CTNBio, OGMs, capacitação, regulação brasileira.

A biotecnologia tem se consolidado como área estratégica no Brasil, com aplicações em saúde, agricultura e meio ambiente. Contudo, o avanço das pesquisas com organismos geneticamente modificados (OGMs) e agentes patogênicos exige a implementação rigorosa de normas de biossegurança para mitigar riscos à saúde pública e ao ecossistema. Este estudo teve como objetivos: (1) analisar o marco regulatório brasileiro, com ênfase na Lei nº 11.105/2005 (Lei de Biossegurança, que regulamenta a produção, manipulação, transporte, armazenamento, pesquisa, comercialização e consumo de OGM e seus derivados) e nos protocolos da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (CTNBio e ANVISA); (2) identificar os principais desafios na aplicação dessas diretrizes; e (3) propor medidas para fortalecer a biossegurança no país. A metodologia incluiu análise da legislação vigente, revisão de relatórios técnicos da CTNBio e ANVISA, e avaliação de dados sobre infraestrutura laboratorial no território nacional. Os resultados demonstraram que, embora o Brasil possua uma estrutura regulatória abrangente, persistem desafios significativos: (i) verificou-se que uma parcela considerável dos laboratórios analisados não atende plenamente aos requisitos de biossegurança nível NB-2, ou seja, trabalhos que envolvem agentes biológicos de risco moderado, que podem causar doenças em humanos e animais, mas com disseminação limitada na comunidade; (ii) profissionais relataram deficiências na capacitação para emergências com materiais biológicos; (iii) foram identificadas disparidades regionais na fiscalização e aplicação das normas. Entre os problemas identificados destacam-se: a desatualização de alguns protocolos frente às novas tecnologias, a insuficiência de recursos para manutenção de infraestruturas adequadas e a necessidade de programas contínuos de treinamento. Como propostas de melhoria, sugere-se: (1) a atualização periódica das normas técnicas pela CTNBio; (2) a criação de um programa nacional de certificação de laboratórios; e (3) a implementação de cursos obrigatórios de biossegurança na formação de pesquisadores. Conclui-se que o fortalecimento da biossegurança no Brasil requer ações integradas entre governo, instituições de pesquisa e agências reguladoras, com investimentos em infraestrutura, educação e mecanismos de fiscalização mais eficazes. Essas medidas são essenciais para garantir o desenvolvimento seguro e sustentável da biotecnologia nacional.

Apoio financeiro: CAPES e Fapes.

DETECÇÃO PROLONGADA DO SARS-COV-2 EM FEZES: DESAFIOS E MEDIDAS DE BIOSSEGURANÇA NA COLETA DE AMOSTRAS CLÍNICAS

Brena Ramos Athaydes¹, Mariane Vedovatti Monfardini¹, Priscila Marinho Abreu¹, Fernanda Laís Lima Fonseca¹, Roberta Ferreira Ventura Mendes¹, Juliana Couto-Vieira¹, Frederico Firme Figueira¹, Priscila Aquino Martins², Regina Keller³, Liliana Cruz Spano¹, Sandra Lucia Ventorin von Zeidler¹

¹Departamento de Patologia, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, 29043-910, Vitória-ES, Brasil. ²CENDERS – Center for Drug Evaluation and Research Specialties, Serra, Espírito Santo, Brasil. ³Laboratório sanitário, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, 29043-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: brena.ramos@hotmail.com

Palavras-chaves: SARS-CoV-2, biossegurança, transmissão fecal-oral, ambiente hospitalar.

A detecção do RNA do SARS-CoV-2 em diferentes tipos de amostras biológicas tem implicações diretas na biossegurança, especialmente no manejo de pacientes críticos internados em UTI. Este estudo analisou a persistência do RNA viral em amostras de fezes e swabs naso/orofaríngeos (NP) e suas implicações para a biossegurança no contexto hospitalar. Foram incluídos 46 pacientes internados em UTI entre setembro de 2020 e março de 2021. Amostras de NP e fezes foram coletadas na admissão e no desfecho clínico, e a carga viral foi quantificada por RT-PCR com curva padrão. Os resultados mostraram que 45,7% dos pacientes permaneceram positivos para RNA viral nas fezes no desfecho, enquanto 67,4% ainda apresentavam detecção no NP. Estudos prévios demonstram que o vírus pode persistir nas fezes mesmo após sua negativação em amostras respiratórias, possivelmente devido à presença do receptor ECA2 no trato gastrointestinal, o que favorece a eliminação prolongada. Essa persistência reforça a necessidade de medidas rigorosas de biossegurança no manuseio de amostras fecais, um aspecto frequentemente negligenciado durante a pandemia. Além do risco de infecção em ambientes sanitários, redes de esgoto e estações de tratamento de águas residuais, a possível disseminação fecal-oral exige precauções adicionais, especialmente em ambientes hospitalares, onde o risco de contaminação cruzada é elevado. A coleta de amostras biológicas, incluindo swabs oro/nasofaríngeos e fezes, deve seguir protocolos rigorosos para minimizar a exposição dos profissionais de saúde. O manuseio de amostras fecais requer diretrizes reforçadas, incluindo o uso obrigatório de equipamentos de proteção individual (EPIs) adequados, como luvas de nitrila, aventais impermeáveis e proteção facial. Além disso, essas amostras devem ser manipuladas em áreas designadas, com descarte adequado de resíduos e higienização rigorosa das superfícies de trabalho. O contato com material biológico contaminado representa um risco ocupacional significativo, tornando essencial a capacitação contínua das equipes e a adesão estrita às normas de biossegurança. Diante da persistência do RNA viral nas fezes, o manejo seguro dos pacientes deve incluir não apenas precauções respiratórias, mas também estratégias eficazes para prevenir a transmissão fecal-oral. O reforço na higiene das mãos, protocolos específicos para coleta e transporte de amostras e maior vigilância na limpeza de ambientes hospitalares são medidas fundamentais para mitigar riscos e proteger tanto pacientes quanto profissionais de saúde.

Apoio financeiro: CAPES e FAPES

DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ENTRE OGM E GED NO CONTEXTO DA BIOSSEGURANÇA

Gabriella Mata, Ava de Faria Giuberti, Andressa Moratti, David Shaun Buss, Antonio Alberto Ribeiro Fernandes, Patricia Machado Bueno Fernandes

Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, 29043-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: gabriella.matafaria@gmail.com

Palavras-chaves: biotecnologia; edição genética; transgênicos; regulamentação.

O advento das Técnicas Inovadoras de Melhoramento de Precisão (TIMPs) trouxe grandes expectativas quanto à transformação do cenário agrícola global. Tais tecnologias, como o sistema CRISPR/Cas9 e as técnicas TALENs e ZNF, por serem mais rápidas e precisas do que os métodos tradicionais, podem ganhar destaque no desenvolvimento de culturas mais adaptadas às demandas atuais. O Brasil é um grande produtor mundial de organismos geneticamente modificados (OGMs) tendo, por exemplo, aprovado 135 eventos em plantas (CTNBio, 2025). Apesar do potencial revolucionário das culturas desenvolvidas com essas novas tecnologias, sua transição do ambiente laboratorial para a aplicação comercial pode ser dificultada por marcos regulatórios ainda em consolidação. Um dos principais desafios está na classificação dessas técnicas emergentes frente aos métodos convencionais de modificação genética. O termo OGM é amplamente utilizado para caracterizar organismos que incorporam material genético de outras espécies — os chamados transgênicos. Em contraposição, os organismos Geneticamente Editados (GEEd), desenvolvidos por TIMPs, estão sujeitos a uma regulamentação mais simplificada. A edição genômica permite alterações precisas e direcionadas no DNA, sem a introdução de material genético exógeno permanente. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar as semelhanças e diferenças entre os processos de desenvolvimento e regulamentação de OGMs e GEEds, com o intuito de esclarecer as principais dúvidas relacionadas a essas abordagens. A pesquisa foi realizada com base em revisão bibliográfica e consulta ao site oficial da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Entre as semelhanças, destaca-se o processo inicial de desenvolvimento, visto que as técnicas de biologia molecular existentes atualmente que permitem o desenvolvimento de organismos GEEd, utilizam a introdução temporária de material genético exógeno para obter sucesso. Por essa razão, os mesmos EPIs e EPCs são utilizados em seus processos laboratoriais, assim como os níveis de biossegurança exigidos para os laboratórios e os órgãos responsáveis pela fiscalização e comercialização. As principais diferenças residem no destino do material genético introduzido e nos marcos regulatórios aplicáveis. Nos OGMs transgênicos, o DNA exógeno é incorporado de forma estável ao genoma do organismo. Já nos GEEd, esse material é removido ao longo do processo, resultando em organismos que, geneticamente, não contêm traços exógenos. Essa distinção tem implicações diretas na regulamentação. No caso dos GEEd, a análise regulatória ocorre por meio de uma carta-consulta enviada à CTNBio. Em até 60 dias, o órgão avalia se o organismo se enquadra como OGM ou não-OGM. Caso seja classificado como não-OGM, o produto é isento das etapas formais de avaliação de risco. Por outro lado, para OGMs, aplica-se a Lei de Biossegurança nº 11.105/2005. A CTNBio também é a responsável pela avaliação, que será realizada com base nas análises de risco elaboradas pelo requerente anteriormente à submissão da proposta, considerando aspectos como segurança alimentar, saúde pública e preservação ambiental. Consequentemente, os custos e o tempo exigido para a liberação comercial de organismos GEEd tendem a ser significativamente menores em relação aos OGMs, assim como a rotulagem, que só é exigida por lei para os OGMs. A regulamentação menos restritiva dos GEEd reflete em uma maior possibilidade de aceitação no mercado, tanto interno quanto externo.

Apoio financeiro: CAPES, CNPq, Fapdf

DINÂMICA EPIDÊMICA DA COVID-19 NO ESPÍRITO SANTO: INTERFACES ENTRE VULNERABILIDADE SOCIODEMOGRÁFICA E RESPOSTA EM SAÚDE PÚBLICA

Agata Rossi¹, Edson Delatorre¹

¹Laboratório de Genômica e Ecologia Viral, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, 29047-105, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: agata.rossi@edu.ufes.br

Palavras-chaves: COVID-19; biossegurança; fatores sociodemográficos; vigilância epidemiológica; Espírito Santo.

A pandemia de COVID-19 evidenciou a importância de sistemas de vigilância epidemiológica e de estratégias de biossegurança adaptadas às desigualdades regionais. No Espírito Santo (ES), Brasil, a doença foi detectada em fevereiro de 2020 e, até dezembro de 2023, resultou em mais de 1,3 milhão de casos e cerca de 15 mil óbitos. Este estudo analisou a dinâmica epidêmica no estado e os fatores sociodemográficos associados à disseminação e desfechos clínicos da infecção, com base em dados da Secretaria de Estado da Saúde do ES, do banco GISAID e análises estatísticas em R (v4.4.2; $p < 0,05$). Foram identificadas doze ondas epidêmicas associadas à substituição de variantes virais dominantes, com taxa média de letalidade de 1,1%, decrescendo de 1,86% em 2020 para 0,37% em 2023. A disseminação iniciou-se na Região Metropolitana da Grande Vitória e progrediu para o interior do estado, refletindo padrões de mobilidade e vulnerabilidade locais. Variáveis como índice de envelhecimento, idade mediana, IDH municipal e taxa de alfabetização correlacionaram-se positivamente com a incidência de casos ($R^2 \geq 0,51$; $p \leq 0,01$). O risco de mortalidade foi elevado em pacientes com sintomas como dificuldade respiratória (OR = 7,41) e febre (OR = 1,81), além de comorbidades como obesidade, doença renal e diabetes. Sexo masculino (OR = 1,71), maior idade (OR = 1,08) e menor escolaridade (OR $\geq 1,29$) também foram associados a maior risco. Por outro lado, vacinação e sintomas respiratórios leves foram protetores. Esses resultados reforçam a necessidade de políticas de biossegurança e resposta em saúde pública sensíveis às desigualdades regionais e baseadas em dados locais, especialmente frente a cenários de emergência sanitária.

Apoio financeiro: FAPES

DISSEMINAÇÃO DO VÍRUS INFLUENZA A(H5N1) CLADO 2.3.4.4B NAS AMÉRICAS: IMPLICAÇÕES PARA A VIGILÂNCIA E A BIOSSEGURANÇA REGIONAL

Ana Beatriz Arruda¹, Agata Rossi¹, Edson Delatorre¹

¹Laboratório de Genética e Ecologia Viral, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, Maruípe, 29043-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: ana.arruda@edu.ufes.br

Palavras-chaves: Influenza aviária, vigilância genômica, H5N1, biossegurança, zoonoses

A emergência do vírus influenza A(H5N1) clado 2.3.4.4b na América do Sul desde 2022, com casos confirmados no Espírito Santo e em diversas espécies animais, exige uma resposta robusta de biossegurança e vigilância integrada. Este estudo analisou a evolução e a dispersão do H5N1 nas Américas, com base em dados epidemiológicos e genômicos obtidos de plataformas públicas (FAO, GISAID, NCBI), entre 2022 e 2024. As análises filogeográficas indicaram uma rota predominante de disseminação norte-sul, com introduções independentes do vírus a partir da América do Norte, sendo Peru e Chile os principais polos de irradiação para a América do Sul. A maioria dos casos afetou aves domésticas e silvestres, mas também foram registrados surtos em mamíferos como bovinos, leões-marinhos e raposas, ampliando o risco de adaptação interespecies. A vigilância brasileira, centrada em aves silvestres, permitiu rápida detecção do vírus, evidenciando a importância de estratégias de biossegurança territorializadas. Os achados ressaltam a necessidade de cooperação regional e protocolos harmonizados de vigilância genômica, fundamentais para conter surtos e mitigar riscos de transbordamentos zoonóticos.

Apoio financeiro: FAPES

ENSAIO *ALLIUM CEPA* COMO FERRAMENTA BIOTECNOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DE MUTAGÊNESE CROMOSSÔMICA

Elisa Ohnesorge Constantino¹, Isadora Maria Coelho Vieira¹, Paula Roberta Costalonga Pereira¹, Vanessa Silva dos Santos¹, Mirieli Bernardes Xavier¹, Maria Gabriela Pissinati Trindade¹, Lucas Evangelista dos Santos¹, Ana Carolini Cavallieri Zatta¹, Douglas da Silva Pereira¹, Tayná Eduarda Trennepohl¹, Erlaini Simonelli Cavallieri¹, Maria do Carmo Pimentel Batitucci

¹Laboratório de Genética Vegetal e Toxicológica, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: elisaoh.constantino@gmail.com

Palavras-chaves: aberrações cromossômicas, biomonitoramento, bioindicador vegetal, teste citogenético.

O Teste *Allium cepa* vem se consolidando como ferramenta biotecnológica na avaliação de riscos genéticos associados à exposição a agentes químicos e ambientais na área de biomonitoramento, especialmente em um contexto de crescente desenvolvimento tecnológico e da intensificação do uso de compostos sintéticos e naturais, como fármacos, pesticidas, fitoterápicos, agrotóxicos, óleos essenciais, entre outros. Dessa forma, este teste tem se destacado como bioindicador vegetal por ser um método versátil, eficiente, ético e acessível, sendo aplicado na detecção de efeitos mutagênicos e citotóxicos em diferentes matrizes ambientais e substâncias químicas. O método baseia-se na exposição direta de bulbos de cebola a amostras de interesse, como produtos naturais (extratos vegetais e óleos), efluentes industriais, agrotóxicos, fármacos, e em seguida, realiza-se a análise microscópica das células meristemáticas das raízes. Por fim, realiza-se a análise estatística da frequência de aberrações cromossômicas encontradas. Entre os principais efeitos clastogênicos e aneugênicos avaliados se destacam o índice mitótico e a frequência de aberrações cromossômicas, como pontes anafásicas, quebras, adesões, retardos cromossômicos, aneuploidias e a formação de micronúcleos. Esses indicadores permitem inferir alterações no ciclo celular, danos ao DNA e comprometimento da estabilidade genômica, sendo especialmente úteis para a triagem de substâncias com potencial genotóxico antes do avanço para testes mais complexos. Esta pesquisa realizou uma revisão bibliográfica em bases como Scielo, PubMed e Google Scholar, com ênfase em publicações dos últimos dez anos que abordam o uso do bioensaio com *Allium cepa* em contextos de biotecnologia e inovação tecnológica. Os resultados demonstram que o bioensaio é amplamente utilizado em estudos de biomonitoramento, controle de qualidade de produtos biotecnológicos, avaliação de contaminantes emergentes e validação de substâncias com aplicação agrícola, industrial ou farmacêutica. O modelo vegetal apresenta vantagens significativas, como simplicidade metodológica, reprodutibilidade dos resultados, baixo custo operacional e alta sensibilidade a agentes mutagênicos, sem a necessidade de uso de animais vertebrados, tornando-se uma alternativa simples, ética e sustentável. A aplicabilidade do Teste *Allium cepa* estende-se também à investigação de substâncias com potencial alelopático, contribuindo para o desenvolvimento de bioherbicidas e práticas agrícolas menos agressivas ao meio ambiente. Assim, o uso desse bioindicador vegetal configura-se como uma ferramenta estratégica para a identificação de riscos genéticos e a formulação de políticas regulatórias mais seguras e de menor custo no campo da biotecnologia e da bioinovação.

Apoio financeiro: Fapes.

FERRAMENTAS QUIMIOMÉTRICAS E MOLECULARES INTEGRADAS NA ANÁLISE DE PRODUTOS NATURAIS

Lucas Evangelista dos Santos¹, Maria Gabriela Pissinati Trindade¹, Paula Roberta Costalonga Pereira¹, Vanessa Silva dos Santos¹, Mirieli Bernardes Xavier¹, Isadora Maria Coelho Vieira¹, Ana Carolini Cavallieri Zatta¹, Douglas da Silva Pereira¹, Elisa Ohnesorge Constantino¹, Tainá Eduarda Trennepohl¹, Erlaini Simonelli Cavallieri¹, Maria do Carmo Pimentel Batitucci¹

¹Laboratório de Genética Vegetal e Toxicológica, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: luucas.evangelista@gmail.com

Palavras-chaves: Quimiometria; DNA-barcoding; Autenticação; Fitoquímica.

A análise de produtos naturais exige métodos robustos para caracterizar, autenticar e otimizar a extração, identificação e quantificação de compostos bioativos, integrando abordagens químicas e biológicas. Nesse contexto, as técnicas quimiométricas surgem como ferramentas auxiliares, permitindo o tratamento multivariado de dados espectroscópicos (UV-Vis, FTIR, NMR) e cromatográficos (HPLC-MS), bem como a modelagem de processos de extração. Paralelamente, técnicas de biologia molecular, como DNA barcoding, metabarcoding e High-Resolution Melting (HRM), complementam essas análises ao validar a origem genética das espécies, rastrear adulterações e investigar interações microbianas em matrizes naturais. A sinergia dessas ferramentas permite correlacionar genótipos com perfis químicos específicos, estudar a expressão de genes envolvidos na biossíntese de metabólitos secundários e identificar comunidades microbianas associadas à produção de compostos bioativos. Diante desse cenário, esta revisão aborda as principais aplicações da quimiometria e das técnicas moleculares no estudo de produtos naturais, com foco na precisão analítica e na rastreabilidade. Entre as técnicas mais utilizadas, incluem-se: a Análise de Componentes Principais (PCA), empregada tanto na redução de dimensionalidade em dados espectrais (UV-Vis, FTIR, NMR) quanto para discriminar espécies vegetais com base em sequências genéticas padrão (ex.: *rbcL*, *matK*); a Regressão por Mínimos Quadrados Parciais (PLS), utilizada na predição de atividades biológicas e níveis de expressão gênica; e a Clusterização Hierárquica (HCA), que permite a classificação de extratos vegetais por similaridade química ou genética, inclusive com o uso de Polimorfismos de Nucleotídeo Único (SNPs). Estudos com *Catharanthus roseus*, por exemplo, demonstraram a aplicação conjunta de barcoding (*rbcL*) e PLS-DA na correlação entre variedades genéticas e a produção de alcaloides antitumorais, como vincristina e vinblastina. Já o metabarcoding, focado em regiões ITS e 16S rRNA, revelou associações entre a diversidade microbiana e a síntese de antioxidantes por bactérias endofíticas (*Bacillus* spp.). O HRM, por sua vez, tem sido empregado na detecção de adulterações por meio do perfil de *melting* do DNA, como demonstrado em produtos à base de *Panax ginseng*, nos quais a técnica identificou substituições por *Panax quinquefolius* em 95% das amostras. Face ao exposto, a convergência entre quimiometria e biologia molecular representa um importante avanço para a padronização e validação de extratos vegetais, reforçando seu papel estratégico na pesquisa farmacognóstica. Essa abordagem integrada não apenas amplia a precisão analítica e a rastreabilidade de produtos naturais, como também atende às crescentes demandas por sustentabilidade, autenticidade e inovação no desenvolvimento de fitoterápicos e biocosméticos.

Apoio financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES)

FRONTEIRAS NA BIOSSEGURANÇA DO CONTROLE DE PRAGAS: UMA REVOLUÇÃO BIOTECNOLÓGICA LIDERADA PELOS “FUNGOS ZUMBIS”

Alice Pitanga Rocha¹, Cezar Augusto Fontana Teixeira¹, Daniel Moreira Melo¹, Daniel Oliveira Sabbagh¹, Carlos Emanuel Vieira Flôres Soares², Lorena Souza Castro Altoé¹, Luana Rodrigues Muniz³, Matheus Correia Casotti¹, Victor Alves Lopes¹, Yasmin Moreto Guaitolini¹, Flavia de Paula¹, Lúri Drumond Louro¹, Débora Dummer Meira¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, ES, Brasil; Universidade Católica de Brasília (UCB), Brasília, DF, Brasil; ³Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), São Paulo, SP, Brasil

E-mail: alice.pitanga.r@gmail.com

Palavras-chave: fungos zumbis, biotecnologia, biossegurança, controle de pragas.

Os chamados "fungos zumbis" (fungos que infectam insetos e outros organismos controlando seus comportamentos) – evidenciam um potencial duplo para o avanço da biotecnologia e do controle biológico de pragas, tanto positivos quanto negativos, necessitando de avaliações de biossegurança robustas. Assim, objetivou-se destacar as características biológicas e potenciais aplicações biotecnológicas dos "fungos zumbis" e o desafio para o estabelecimento de parâmetros de estudos biosseguros. Para tanto, realizou-se uma curadoria bibliográfica para a estruturação de uma revisão acerca da temática proposta. Esses "fungos zumbis", como o *Ophiocordyceps*, demonstram uma capacidade notável de reprogramar os comportamentos dos insetos hospedeiros, induzindo-os a executar ações atípicas, como morder folhas em pontos estratégicos para favorecer a dispersão dos esporos. Essa manipulação não só garante a continuidade do ciclo de vida do fungo, mas também destaca mecanismos complexos que podem ser explorados para o controle de populações de pragas em ambientes agrícolas e florestais. A biotecnologia pode se beneficiar desses sistemas naturais para desenvolver novas estratégias de manejo de pragas. Ao empregar fungos entomopatogênicos – inclusive aqueles que apresentam comportamentos de “zumbi” – é possível direcionar infecções a populações específicas de insetos, reduzindo a dependência de pesticidas químicos e minimizando impactos ambientais. Além disso, esses fungos são fonte de compostos bioativos de grande interesse, como adenosina, β -glucanos, cordicepina e ergosterol, os quais têm sido explorados em terapias tradicionais e têm potencial para o desenvolvimento de novos fármacos, especialmente em tratamentos neuroprotetores e no manejo de distúrbios neurodegenerativos. Entretanto, essa aplicação promissora não está isenta de riscos. Do ponto de vista da biossegurança, o uso de fungos com alta capacidade de infecção e manipulação do comportamento dos hospedeiros exige um controle rigoroso para evitar efeitos colaterais em espécies não-alvo e possíveis desequilíbrios ecológicos. A presença de hiperparasitas – fungos que, por sua vez, infectam os “fungos zumbis” – ilustra a complexidade das interações naturais, sugerindo que a introdução ou ampliação deliberada de um agente biológico pode desencadear reações em cadeia imprevistas. Além disso, os desafios técnicos para isolar, cultivar e manter a viabilidade dos fungos em condições de campo, como a tolerância a estresses abióticos (UV, temperaturas elevadas), precisam ser superados para que o agente seja efetivamente aplicado sem comprometer a segurança ambiental ou a saúde humana. A integração de “fungos zumbis” em programas de controle biológico e biotecnologia requer, portanto, um equilíbrio entre a exploração dos seus benefícios – seja na redução de pragas ou na extração de compostos valiosos – e a implementação de protocolos rigorosos de biossegurança. Esses protocolos devem incluir testes de toxicidade, estudos de impacto ambiental e o desenvolvimento de métodos que garantam a especificidade da ação, minimizando riscos e assegurando que a aplicação desses organismos contribua para a sustentabilidade e a proteção dos ecossistemas.

HIGH RESOLUTION MELTING (HRM) COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DA AUTENTICIDADE DE PLANTAS

Paula Roberta Costalonga Pereira¹, Vanessa Silva dos Santos¹, Mirieli Bernardes Xavier¹, Maria Gabriela Pissinati Trindade¹, Lucas Evangelista dos Santos¹, Isadora Maria Coelho Vieira¹, Ana Carolini Cavallieri Zatta¹, Douglas da Silva Pereira¹, Elisa Ohnesorge Constantino¹, Tainá Eduarda Trennepohl¹, Erlaini Simonelli Cavallieri¹, Maria do Carmo Pimentel Batitucci¹

¹Laboratório de Genética Vegetal e Toxicológica, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: paula.rc.pereira94@gmail.com

Palavras-chaves: Autenticação vegetal, marcadores moleculares, identificação de espécies, biossegurança.

A autenticidade de espécies vegetais comerciais tem assumido crescente relevância, impulsionada por três fatores principais: (i) a necessidade de proteção de cultivares no contexto do melhoramento genético; (ii) a crescente competitividade do mercado internacional; e (iii) o controle às fraudes nas cadeias produtivas agrícolas. Tradicionalmente, a identificação baseada em características morfológicas apresenta limitações quando aplicada a variedades intimamente relacionadas ou a matérias-primas processadas. Neste contexto, a análise de polimorfismos de DNA pode fornecer marcadores moleculares confiáveis de autenticação. Métodos baseados em DNA consolidaram-se como ferramentas poderosas para identificação de espécies vegetais e animais, sendo amplamente aplicados na autenticação de produtos comercializados. Dentre as técnicas disponíveis, a análise de High Resolution Melting (HRM) destaca-se como ferramenta promissora, econômica e de alto rendimento para diferenciação de espécies e variedades relacionadas. O HRM baseia-se na análise de curvas de fusão do DNA amplificado por PCR em tempo real, utilizando saturação de corantes fluorescentes. Pequenas variações na sequência nucleotídica (como SNPs, indels ou microssatélites) alteram o perfil de desnaturação, permitindo discriminar genótipos sem necessidade de eletroforese ou sequenciamento. Estudos recentes demonstram a eficácia do HRM na identificação de adulterações em produtos botânicos comerciais, detecção de híbridos em programas de melhoramento, caracterização de acessos em bancos de germoplasma e distinção de espécies crípticas morfológicamente indistinguíveis. A técnica apresenta grande potencial para o controle de qualidade genética de plantas, oferecendo vantagens como automatização, baixo consumo de reagentes e confiabilidade. Sua aplicação pode ser expandida para monitoramento de OGMs, fiscalização de rotulagem de produtos agrícolas e controle de qualidade em sementes e mudas. Este trabalho aborda protocolos estabelecidos e inovações metodológicas em HRM aplicado à autenticação vegetal, apresentando casos de sucesso na detecção de fraudes em produtos comerciais. Os resultados reforçam seu potencial como estratégia para políticas de biossegurança, garantia de qualidade e rastreabilidade vegetal, alinhando-se à demanda por métodos analíticos rápidos, confiáveis e acessíveis.

Apoio financeiro: FAPES

IDENTIFICAÇÃO DE SNPs ASSOCIADOS A VARIÁVEIS CLIMÁTICAS EM EUTERPE EDULIS VIA ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA

Isabella Sobreira Alexandre Assis¹, Francine Alves Nogueira de Almeida¹, Adésio Ferreira¹, Liana Hilda Golin Mengarda¹, Marcia Flores da Silva Ferreira¹

Laboratório de Genética e Melhoramento, Universidade Federal do Espírito Santo. Alto Universitário, s/nº, Guararema, Alegre-ES, Brasil.

E-mail: marcia.ferreira@ufes.br

Palavras-chaves: *juçara*, marcadores moleculares, SNP.

Euterpe edulis (juçara) é uma palmeira nativa da Floresta Atlântica, que produz frutos que compõe a dieta de mais de 50 espécies da fauna e também tem relevância econômica, para a comercialização da polpa. Sua ocorrência sob diferentes condições ambientais, incluindo variações de temperatura e precipitação, evidencia seu potencial como modelo para estudos de adaptação local. Neste trabalho, objetivou-se avaliar SNPs associados à sete variáveis de temperatura, precipitação e amplitude diurna, identificados por Análise de Redundância (RDA) em 26 populações brasileiras e testá-los em duas populações do Espírito Santo. Um total de 771 SNPs foram identificados nas sete variáveis. Estes SNPs foram genotipados em outros seis indivíduos coletados em Rio Novo - ES e em nove indivíduos de Vargem Alta - ES visando validação. Os 771 SNPs recuperam dois grupos de genótipos referente aos locais, entretanto apenas 204 SNPs foram polimórficos. Foram utilizadas estimativas de genética de populações no software RStudio utilizando os pacotes “dartR”, “hierfstat” e “gplots”. Com os 204 SNPs foi possível separar os indivíduos em dois grupos, mas quando se usa somente uma variável não é possível fazer a separação de grupos, mas sim detecção de indivíduos com alelos específicos, independente da população, que seriam os candidatos. Apenas três variáveis das sete apresentaram polimorfismos. A heterozigosidade observada foi de $H_o = 0.139$ e a esperada foi de $H_e = 0.267$.

Os resultados replicaram a formação de grupos genéticos correlacionados a fatores ambientais (precipitação, temperatura e amplitude diurna), confirmando a eficácia da RDA na identificação de *loci* sob seleção ambiental. A consistência dos padrões observados reforça a utilidade desses SNPs como indicadores de adaptação, essenciais para estratégias de biossegurança em cenários de mudanças climáticas e fragmentação de habitats. Este estudo destaca a interação entre genômica e ecologia na conservação de *E. edulis*, propondo a integração de dados ambientais e genéticos para otimizar planos de manejo, garantir a preservação da diversidade adaptativa e mitigar riscos de erosão genética em populações naturais.

Apoio financeiro: CAPES, FAPES, CNPq.

IMPLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS NACIONAIS DE BIOSSEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO DE ATALURENO (TRANSLARNA™), MODULADOR “READ TROUGH RIBOSSOME”, PARA PACIENTES COM DISTROFIA DE DUCHENNE

Lauziene Andrade Soares¹, Guilherme Queiroz Gama¹, Maria do Carmo de Souza Rodrigue², Ana Lúcia Pereira dos Santos Barbirato², Alda dos Santos Rodrigues¹, Flávia Imbroisi Valle Errera¹

¹ Núcleo de Genética Humana e Molecular, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514. Goiabeiras, 29075-910, Vitória–ES, Brasil. ²Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes - HUCAM

E-mail: lauziene.andrade@outlook.com

Palavras-chaves: biossegurança, distrofina, PTC124, RNA, criança

A Distrofia Muscular de Duchenne (OMIM 310200) é uma herança genética ligada ao cromossomo X, que tem origem na alteração do gene DMD. Sua localização está na região Xp21.2-p21.1, responsável pela produção da proteína Distrofina. Essa condição manifesta-se clinicamente por quedas frequentes, fraqueza muscular proximal progressiva, perda gradual da capacidade de andar (LoA) e, em estágios avançados, falência cardiorrespiratória é inevitável óbito. Casos mais agressivos costumam apresentar os primeiros sinais clínicos entre os 2 e 5 anos de idade, com uma expectativa de vida em torno de 18 e 25 anos. Diferentes mutações podem causar essa forma de distrofia. Várias mutações no gene *DMD* causam uma parada da leitura correta do mRNA, chamada de "*out-of-frame mutation*" (fora do quadro de leitura), interrompendo a leitura do mRNA resultante. Ocorre assim a produção de uma proteína truncada ou ausente, comprometendo as fibras musculares. Apesar de existirem métodos diagnósticos padronizados (Portaria SAS/MS 199/2014), a distrofia de Duchenne não tem cura e ainda não existem Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas publicados. Todavia, o medicamento *Atalureno* (*Translarna*™ ou PTC124) já é uma realidade em muitos centros de pesquisa. Sua apresentação na forma suspensão granulada oral, pode ser administrada na residência do paciente. Esse remédio visa possibilitar a síntese de distrofina funcional ao promover a leitura contínua do RNA mensageiro - "*Read trough ribosome*", em pacientes portadores de mutações do tipo *nonsense*. O que confere especificidade é também um fator limitante, pois somente pacientes com esse tipo de mutação em *DMD* podem utilizá-lo. Há estudos em que *Atalureno* aumenta a nefrotoxicidade dos antibióticos intravenosos da classe aminoglicosídeos, sendo assim necessário interromper o uso combinado com o antibiótico e aumentar a vigilância de pacientes com disfunção renal. Os resultados de avaliações aplicadas inferem que em ensaios clínicos de fase 3 para distância e declínio de função motora não há diferença estatística significativa em relação a grupos placebo. Com base nessas análises, a Agência Europeia de Medicamentos (EMA) não renovou a comercialização do *Atalureno para o ano 2024*. Entretanto, apesar da análise cuidadosa, as evidências ainda não corroboram para provar a eficácia do medicamento. Nos Estados Unidos a *FDA-Approved Drugs* não concedeu registro para o *Translarna*™. Em vários países foram requeridos novos estudos para aprovação. No Brasil, o medicamento obteve registro e encontra-se com o nome *Translarna*™ desde de abril de 2019, pertencente ao grupo de fármacos usados para transtorno do sistema músculo esquelético. Entretanto, não há liberação para incorporação no SUS. Dado seu alto custo, a medicação só é utilizada em casos de Demanda Judicial. A exemplo, relatamos o caso de paciente masculino, 7 anos, sem deambulação, CK inicial 24.030 UI/L e variante patogênica no éxon 41 de *DMD*. Após, aproximadamente um ano de uso do Ataluren via judicial, não foi observada progressão da doença e não houve efeitos adversos impeditivos ao uso do medicamento. Portanto, são necessários mais critérios de avaliação e validação da efetividade dessas medicações para os pacientes com Duchenne.

Apoio financeiro: FAPES, UFES, PPGBioquímica

INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS NO CULTIVO DE PLANTAS MEDICINAIS E NA PRODUÇÃO DE SEUS METABÓLITOS SECUNDÁRIOS.

Tayná Eduarda Trennepohl¹, Paula Roberta Costalonga Pereira¹, Vanessa Silva dos Santos¹, Maria Gabriela Pissinati Trindade¹, Lucas Evangelista dos Santos¹, Isadora Maria Coelho Vieira¹, Ana Carolini Cavallieri Zatta¹, Mirieli Bernardes Xavier¹, Douglas da Silva Pereira¹, Elisa Ohnesorge Constantino¹, Erlaini Simonelli Cavallieri¹, Maria do Carmo Pimentel Batitucci¹

¹Laboratório de Genética Vegetal e Toxicológica, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: Tayna.trennepohl@edu.ufes.br

Palavras-chaves: metabólitos secundários, adubação, estresse abiótico, plantas medicinais.

As plantas medicinais possuem grande importância na história da humanidade e evolução da medicina, por suas aplicações farmacêuticas e industriais. Suas atividades terapêuticas estão relacionadas à produção de metabólitos secundários, como alcaloides, flavonoides, terpenos, entre outros. A síntese desses compostos bioativos é afetada por fatores bióticos e abióticos, e dentre os abióticos estão a radiação solar, disponibilidade hídrica, temperatura e, particularmente, as condições de adubação. Esses aspectos tornam-se especialmente relevantes ao considerar-se a modulação da produção de metabólitos, influenciando tanto a qualidade, quanto a quantidade de compostos bioativos produzidos em função de fatores ambientais. Entre eles, a adubação química recebe uma atenção especial por representar uma contradição entre nutrição vegetal e riscos à biossegurança. Embora os fertilizantes que contêm nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) sejam fundamentais para o crescimento das plantas, seu uso inadequado pode comprometer a qualidade e segurança dos fitoterápicos, pois podem desencadear respostas metabólicas complexas nas plantas, modificando a produção de compostos bioativos. Estudos demonstram que o excesso de nitrogênio, por exemplo, reduz a produção dos alcaloides vincristina e vimblastina em *Catharanthus roseus*, conhecida popularmente como vinca. Esses quimioterápicos são essenciais no tratamento de câncer, pois inibem a formação de microtúbulos do fuso mitótico, resultando na parada da divisão celular durante a metáfase. Além disso, fertilizantes com metais pesados acumulam-se em espécies como *Camellia sinensis* (chá-da-índia), representando riscos toxicológicos tanto para os consumidores quanto para o meio ambiente. Tais alterações afetam o perfil fitoquímico da planta, comprometendo sua segurança e atividade terapêutica. Diante desses desafios, torna-se fundamental adotar práticas agrícolas que conciliam produtividade com biossegurança, preservando as propriedades terapêuticas. A adubação orgânica, por exemplo, tem se mostrado eficaz na manutenção dos teores dos princípios ativos, enquanto o controle biológico de pragas reduz a contaminação por agrotóxicos. Da mesma forma, sistemas integrados de produção e a agricultura de baixo impacto surgem como alternativas viáveis para preservar a biodiversidade do solo e minimizar a absorção de contaminantes. Essas abordagens garantem a qualidade dos metabólitos secundários e atendem aos requisitos de sustentabilidade ambiental. Portanto, a implementação de sistemas agrícolas sustentáveis configura-se como uma necessidade científica que assegura a padronização dos compostos bioativos, a redução de contaminantes e a segurança do consumidor.

Apoio financeiro: CNPq/Fapes.

INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NO CAMPO: NANOEMULSÕES DE ÓLEOS ESSENCIAIS CONTRA FUNGOS PÓS-COLHEITA

Mateus Alves de Oliveira¹; Plúcia Franciane Ataíde Rodrigues²; Rafael Carvalho Fernandes¹; Ana Luiza Rodrigues Zancanella¹; José Aires Ventura (PR)³; Hildegardo Seibert França (PR)¹

¹Instituto Federal do Espírito Santo, Vila velha, ES; ²Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES;

³Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Vitória, ES.

E-mail: pluciargds12@gmail.com

Palavras-chaves: Atividade antifúngica, biocontrole, nanoemulsão, banana prata, sustentabilidade

A busca por soluções naturais e sustentáveis está redefinindo diversas indústrias, da agricultura aos cosméticos e fitoterápicos. Os óleos essenciais, com suas reconhecidas propriedades biológicas, representam um caminho promissor para formulações inovadoras e o controle natural de doenças agrícolas, unindo eficácia e sustentabilidade. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo produzir uma nanoemulsão a partir do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* (melaleuca) e avaliar sua atividade antifúngica frente a *Colletotrichum musae*. Os fungos foram isolados a partir de frutos de banana da cultivar Prata (*Musa* sp., grupo genômico AAB). A caracterização química do óleo essencial foi realizada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). Também foram realizadas análises por espectroscopia no infravermelho com Fourier-transform (FT-IR) no óleo essencial, nos tensoativos e na nanoemulsão. Para a avaliação da estabilidade das formulações, analisaram-se o tamanho das partículas e o potencial zeta. A atividade antifúngica foi testada em placas de Petri contendo meio BDA e a nanoemulsão de melaleuca nas concentrações de 0,24%, 0,45%, 0,65% e 1%. Os compostos predominantes identificados no óleo essencial foram terpinen-4-ol e o-cimeno. A espectroscopia no infravermelho das nanoemulsões apresentou um espectro mais limpo, com forte absorção na faixa de 3600–3200 cm⁻¹, indicando a presença de moléculas de água envolvendo a fase oleosa. A ausência dos picos característicos dos grupos funcionais do óleo essencial puro confirmou o sucesso da nanoemulsificação. O diâmetro hidrodinâmico das partículas variou entre 64,42 e 313 nm no 34º dia de análise, e o potencial zeta oscilou entre -2,9 e -16,9 mV. As nanoemulsões mais diluídas, especificamente as de 0,5% e 0,2%, apresentaram maior estabilidade físico-química. No que se refere à atividade antifúngica, observou-se que a concentração de 0,24% teve efeito fungistático, inibindo parcialmente o crescimento do fungo. Já a concentração de 0,45% foi capaz de inibir completamente o desenvolvimento de *Colletotrichum musae in vitro*. Os resultados deste estudo demonstram o grande potencial da nanoemulsão de *Melaleuca alternifolia* como uma ferramenta biotecnológica promissora no controle de doenças fúngicas na fruticultura, em especial contra *Colletotrichum musae*. A estabilidade das formulações, aliada à eficácia antifúngica mesmo em baixas concentrações, reforça o valor dessa abordagem inovadora e sustentável. Este trabalho não apenas contribui para o avanço da ciência aplicada à agricultura, como também fortalece a transição rumo a práticas mais ecológicas e seguras, promovendo a saúde do ecossistema e a qualidade dos alimentos.

Apoio financeiro: CAPES, FAPES, CNPq

MODIFICAÇÕES DE NUCLEOSÍDEOS NO mRNA: FUNDAMENTOS PARA VACINAS SEGURAS E EFICAZES

Izadora Silveira Fernandes¹, Guilherme Queiroz Gama¹, Flavia Imbroisi Valle Errera¹

¹Núcleo de Genética Humana e Molecular, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514. Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: izadora-26silveira@hotmail.com

Palavras-chave: Engenharia de RNA, Biotecnologia, Imunologia.

As vacinas de RNA mensageiro (mRNA) representam um grande avanço biotecnológico, pois, diferente das vacinas tradicionais, que geralmente utilizam patógenos atenuados ou proteínas recombinantes, contêm sequências genéticas específicas preparadas por meio de transcrição e síntese *in vitro*. Essas sequências são introduzidas nas células somáticas do organismo, que expressam proteínas imunogênicas capazes de estimular uma resposta imune específica. Ademais, essa abordagem oferece vantagens em termos de eficácia, escalabilidade e biossegurança. Por serem compostas por material genético não replicante, essas vacinas não se integram ao genoma das células humanas, diminuindo o risco de mutagenicidade. Apresentar uma análise atualizada da literatura acerca dos avanços biotecnológicos das vacinas de mRNA, destacando os mecanismos moleculares que garantem sua eficácia, as estratégias de modulação imunológica e os desafios em biossegurança. Foi realizada uma revisão narrativa utilizando as bases de dados *PubMed* e *ScienceDirect*, considerando publicações dos últimos cinco anos. Utilizaram-se os seguintes descritores em inglês: "*mRNA vaccines*", "*messenger RNA*", "*lipid nanoparticles*", "*nucleoside modification*", "*innate immune response*" e "*biosafety*", combinados com o operador booleano *AND*. Além disso, foi utilizado como base o primeiro artigo publicado envolvendo a modificação de nucleosídeos (Karikó et al., 2005). A utilização de nucleosídeos modificados, como a pseudouridina e a N1-metilpseudouridina, tem se mostrado eficaz na redução da imunogenicidade inata do mRNA exógeno, pois evita o reconhecimento do mRNA por receptores como *TLR3*, *TLR7* e *RIG-I*, reduzindo a produção de citocinas inflamatórias, aumentando a estabilidade do mRNA e melhorando a eficiência de tradução, tornando o RNAm seguro para aplicações terapêuticas. Ainda, o processo de produção de vacinas de mRNA não requer o uso de patógenos vivos ou atenuados, o que minimiza a chance de reativação viral ou contaminação biológica durante a fabricação devido à manipulação desses organismos. O uso das nanopartículas lipídicas (LNPs), também protege o mRNA da degradação antes de sua entrada nas células e pode modular a resposta imunológica conforme necessário. As modificações químicas no mRNA são fundamentais para sua aplicação segura em seres humanos, pois suprimem a resposta imune inata que seria desencadeada pela presença de RNA exógeno e influenciam a produção de anticorpos específicos, variando de acordo com a espécie e o tipo de LNP utilizado. Esses avanços foram fundamentais para o desenvolvimento de vacinas contra doenças como a COVID-19. Contudo, é necessário ressaltar que a introdução desse método requer atenção às questões de governança e biossegurança. Nesse sentido, é essencial que cientistas, órgãos reguladores e financiadores estejam alinhados quanto à necessidade de vigilância, regulação e estratégias de controle e educação.

Apoio financeiro: FAPES.

MTT: ESTRATÉGIAS PARA MITIGAR RISCOS EM ENSAIOS DE VIABILIDADE CELULAR UTILIZANDO CÉLULAS MCF-7

Mirieli Bernardes Xavier¹, Maria Gabriela Pissinati Trindade¹, Paula Roberta Costalonga Pereira¹, Maria Coelho Vieira¹, Vanessa Silva dos Santos¹, Lucas Evangelista dos Santos¹, Ana Carolini Cavallieri Zatta¹, Erlaini Simonelli Cavallieri¹, Elisa Ohnesorge Constantino¹, Tainá Eduarda Trennepohl¹, Douglas da Silva Pereira¹, Maria do Carmo Pimentel Batitucci¹

¹Laboratório de Genética Vegetal e Toxicológica, Universidade Federal do Espírito Santo. Avenida Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, 29075-910, Vitória – ES, Brasil.

E-mail: mirieli.xavier@ufes.edu.br

Palavras-chaves: MTT, MCF-7, protocolos de segurança, descarte de resíduos, prevenção de riscos

Os avanços em biotecnologia têm proporcionado o desenvolvimento de métodos cada vez mais refinados para avaliação de citotoxicidade, sendo o ensaio MTT um dos mais utilizados na triagem inicial de compostos químicos, fármacos e agentes biológicos. Este teste baseia-se na conversão do MTT (3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-Diphenyltetrazolium Bromide) em cristais de formazan por células metabolicamente ativas, fornecendo uma estimativa indireta da viabilidade celular, sendo esse método amplamente utilizado pela sua simplicidade e alta reprodutibilidade. A linhagem celular MCF-7, proveniente de adenocarcinoma de mama humano, por sua vez, é uma das mais utilizadas em ensaios de citotoxicidade e farmacologia anticâncer, devido à sua sensibilidade a agentes bioativos e ao seu comportamento relativamente estável em cultura. Utilizá-la em ensaios de viabilidade celular permite uma avaliação mais direcionada da resposta celular frente à exposição à substância teste, fortalecendo a relevância dos dados obtidos. Apesar de ser considerado um ensaio relativamente simples e seguro, testes toxicológicos como o MTT, exigem atenção frente às práticas laboratoriais, especialmente quando se consideram os riscos associados à manipulação de agentes potencialmente tóxicos. Entre os cuidados essenciais, destacam-se a prevenção da exposição a compostos mutagênicos, o manuseio seguro da linhagem celular, a manipulação adequada de reagentes químicos e o descarte apropriado dos resíduos gerados na reação. Neste contexto, torna-se essencial integrar o uso conjunto do MTT com a linhagem celular especificada a estratégias que garantam, tanto a confiabilidade dos dados quanto a segurança do ambiente laboratorial. A correta manipulação de culturas celulares, o descarte adequado de resíduos contendo formazan e solventes orgânicos, além do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e práticas de contenção apropriadas, são medidas fundamentais para mitigação de riscos ocupacionais e ambientais. A crescente demanda por metodologias *in vitro*, em substituição aos modelos animais, visa reduzir custos e melhorar a eficiência dos testes. Ademais, a importância da compreensão dos riscos associados aos ensaios de viabilidade celular e a necessidade de protocolos rigorosamente estabelecidos precisam ser reforçadas. Assim, uma abordagem focada em biossegurança incentiva uma reflexão sobre a integração de práticas seguras na utilização do ensaio MTT junto às linhagens celulares como a MCF-7, promovendo um ambiente ético, responsável e comprometido com a proteção individual, coletiva e ambiental.

Apoio financeiro: CAPES/Fapes

NANOEMULSÕES DE ÓLEOS VEGETAIS MEDICINAIS: INOVAÇÃO BIOTECNOLÓGICA, DESAFIOS TÉCNICOS E PERSPECTIVAS EM BIOSSEGURANÇA

Isadora Maria Coelho Vieira¹, Ana Carolini Cavallieri Zatta¹, Maria Gabriela Pissinati Trindade, Paula Roberta Costalonga Pereira, Lucas Evangelista dos Santos, Mirieli Bernardes Xavier, Vanessa Silva dos Santos, Elisa Ohnesorge Constantino, Erlaini Simonelli Cavallieri, Tayná Eduarda Trennepohl, Douglas da Silva Pereira, Maria do Carmo Pimentel Batitucci¹

¹Laboratório de Genética Vegetal e Toxicológica, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: isadora.coelho1999ufes@gmail.com

Palavras-chaves: nanoformulações, biotecnologia verde, medicina tradicional, sucupira.

As nanoemulsões são sistemas coloidais, ou seja, misturas de aspecto homogêneo semelhantes a soluções. No entanto, diferentemente das soluções verdadeiras, os sistemas coloidais permitem a identificação de propriedades específicas, como o efeito Tyndall, um fenômeno óptico que ocorre quando a luz se dispersa ao atravessar as partículas presentes no sistema. As nanoemulsões possuem tamanho entre 20 e 200 nm e são constituídas por uma fase aquosa, uma fase oleosa e, no mínimo, um tensoativo. Sua formulação confere vantagens como alta estabilidade física, aumento da biodisponibilidade de compostos lipofílicos e propriedades físico-químicas singulares que possibilitam a solubilização de diferentes fármacos, evitando problemas de instabilidade termodinâmica. Todas essas características as tornam ferramentas versáteis na biotecnologia, já que conseguem superar as limitações dos óleos vegetais medicinais, como a degradação oxidativa e a baixa solubilidade. No entanto, sua aplicação em escala industrial e a aceitação regulatória requerem avaliação rigorosa dos riscos, a fim de equilibrar inovação e biossegurança. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar o potencial biotecnológico e os desafios técnicos associados às nanoemulsões, com destaque ao uso sustentável de espécies com relevância etnofarmacológica. Dentro das aplicações biotecnológicas, a análise com base na literatura científica revela que as nanoemulsões têm sido aplicadas principalmente em sistemas de liberação controlada, como fármacos dérmicos com atividade anti-inflamatória e maior absorção cutânea em comparação ao óleo bruto. Formulações com óleo de *Pterodon emarginatus* (sucupira), por exemplo, demonstraram inibição de larvas de *Aedes aegypti*, sugerindo potencial como bioinseticidas sustentáveis e conseqüentemente, possível redução do uso de agroquímicos sintéticos. Na área de biocosméticos, a capacidade antioxidante foi explorada em produtos com ação antienvelhecimento. Apesar de seu potencial, durante o preparo das formulações alguns desafios podem ser comuns. Entre eles, destaca-se a necessidade de surfactantes específicos para alcançar a estabilidade química em alguns óleos por exibirem alto teor de compostos voláteis, ou ainda a variabilidade botânica visto que diferenças sazonais na composição do óleo impactam a reprodutibilidade das nanoformulações. Por fim, no que se refere à biossegurança, a revisão identificou estudos que demonstraram citotoxicidade de certas formulações de sucupira em concentrações superiores a 100 µg/mL, com efeitos como estresse oxidativo em queratinócitos humanos e indução de apoptose em fibroblastos humanos, possivelmente ligada à alta concentração de sesquiterpenos. Em adição, não há um consenso sobre ecotoxicidade das nanoemulsões em ecossistemas aquáticos. Conclui-se que o desenvolvimento de nanoemulsões à base de óleos vegetais medicinais possui grande potencial biotecnológico. No entanto, para que isso ocorra é necessário integrar técnicas citogenéticas e ensaios ecotoxicológicos em seu preparo, a fim de respeitar o conhecimento tradicional, para garantir que essas ferramentas avancem de forma ética e segura, com garantia de que não comprometam a saúde humana ou a biodiversidade.

Apoio financeiro: FAPES

O EFEITO DO ELICITOR ÁCIDO SALICÍLICO NO CULTIVO *IN VITRO* DE CALOS DE *VITIS LABRUSCA* SOBRE A PRODUÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

Rayanne Gama Matos¹, Tamires Cruz do Santos¹, Iana Soares Pessoa¹, Gustavo Flegler¹, Marcio Fronza¹

¹Laboratório de Ciências Farmacêuticas, Universidade Vila Velha – Biopráticas. Rua São Joao, 48, Divino Espírito Santo, 29101-420, Vila Velha – ES, Brasil.

E-mail: rgmatos93@gmail.com

Palavras-chave: células meristemáticas, flavonoide, resveratrol, uva.

A *Vitis labrusca* possui um notável valor comercial em virtude da produção de sucos e vinhos e vem demonstrando potencial na obtenção de fármacos e cosméticos, voltados para cicatrização e rejuvenescimento de pele, devido suas altas concentrações de compostos fenólicos presentes nesta espécie. Apesar do aumento de estudos e produtos à base de uva, metodologias padronizados e reprodutíveis para a obtenção dos compostos fenólicos e a possibilidade de produção em larga escala ainda carecem de processos biotecnológicos adequados. Neste contexto, este projeto visa utilizar a biotecnologia vegetal, empregando o cultivo de calos de *V. labrusca* elicitados com Ácido Salicílico (AS) para estimular a produção de metabólitos bioativos secundários, em específico os compostos fenólicos. Será utilizada a cultura de calos vegetais *in vitro* para obter células meristemáticas a partir de folhas de *V. labrusca*, aos quais serão inoculadas em meio de cultura MS (Murashige & Skoog) com concentrações de 0, 10, 50 e 100 μ M de AS. Posteriormente, os extratos obtidos serão avaliados para determinar a quantidade de compostos encontrados no tratamento utilizando o método de Folin-Ciocalteu. Para determinar a atividade antioxidante nos extratos, serão utilizados os ensaios químicos ABTS 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolona-6-ácido sulfônico), DPPH 2,2-difenil-1-picrilhidrazil e FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). O método MTT (3-(4,5-dimetiltiazol-2yl)-2,5-difenil brometo de tetrazolona) será realizado para determinar a atividade citotóxica utilizando células fibroblastos e o ensaio do superóxido com células macrófagos para avaliar a atividade anti-inflamatória dos extratos. Os dados serão analisados com o software GraphPad Prism 8 e a análise estatística utilizando o teste post hoc de Tukey. É esperado que a interação entre o elicitador AS e as células meristemáticas resulte no aumento da produção dos compostos fenólicos dos calos, para os testes de atividade antioxidante e anti-inflamatória é esperado que sejam encontrados valores maiores nos tratamentos com maiores concentrações do elicitador. Desta forma, os resultados esperados deste estudo podem possibilitar a produção de compostos com potencial atividade antioxidante e anti-inflamatória para a indústria de cosmético obtidos de forma padronizada, em larga escala e mais sustentável, atendendo a demanda crescente por produtos ecologicamente sustentáveis.

Apoio financeiro: FAPES

O USO DA CUBA ULTRASSÔNICA NA LIMPEZA DOS INSTRUMENTAIS ODONTOLÓGICOS

Giullia Hott Pereira¹, Pedro Henrique Hecher Viana¹, Lilian City Sarmento¹

¹Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, 29043-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: giullia.hott2003@gmail.com

Palavras-chaves: descontaminação, contenção de riscos biológicos, ultrassom, odontologia.

A área da saúde é um ambiente favorável à transmissão de microrganismos, incluindo a Odontologia. Para garantir a segurança dos pacientes nos procedimentos odontológicos, conta-se com a esterilização dos instrumentais, processo que exige uma etapa prévia de limpeza, podendo ser manual ou mecanizada. Assim, este trabalho objetivou verificar a utilização da cuba ultrassônica na limpeza mecanizada dos instrumentais odontológicos. Trata-se de uma revisão de literatura narrativa, com levantamento bibliográfico nas bases de dados Pubmed e Scielo, nos descritores descontaminação, contenção de riscos biológicos, ultrassom, odontologia e os homólogos em inglês “ultrasonic tank” e “mechanical cleaning”, sendo “cuba ultrassônica” e “limpeza mecânica”, respectivamente, utilizando artigos que atendessem a temática: Uso da cuba ultrassônica na Odontologia. O resultado abrangeu artigos publicados entre 2011 e 2022, nos idiomas em inglês, português e polonês. A literatura aponta que a limpeza dos artigos odontológicos consiste na remoção da sujidade presente nos instrumentais, cujo objetivo é reduzir a carga microbiana e a matéria orgânica, a fim de garantir o processo de esterilização e a manutenção da vida útil do material. A limpeza manual consiste na remoção do material biológico por ação física, com cerdas ou escovas macias, detergente e água corrente. A limpeza mecanizada conta com lavadoras com ultrassom de baixa frequência, denominadas cubas ultrassônicas, que operam em diferentes condições de temperatura e tempo. Esses equipamentos combinam ultrassom de baixa frequência, fluxo forte de líquido em grande volume, altas temperaturas e o uso de um dispositivo de retrofluxo, favorecendo a remoção microbiana. A automatização do processo garante um efeito reprodutível, permitindo o controle e validação da equipe, reduzindo o risco de falhas na esterilização. Além disso, o uso do procedimento mecanizado limita o contato da equipe com materiais infectados e perfurocortantes, reduzindo a exposição dos profissionais aos riscos ocupacionais de origem biológica, conferindo maior segurança ao manipulador. Ademais, estudos sugerem uma maior eficácia oriunda da limpeza mecanizada quando comparada à limpeza manual, com ou sem supervisão. A automatização garantiu a diminuição de bactérias e fungos para valores de crescimento não viáveis, com permanência principalmente de bacilos gram-negativos. No processo manual, essa carga bacteriana e fúngica se mostrou elevada, com resposta ainda maior ao crescimento de bactérias gram-negativas, além de mostrar uma menor previsibilidade. Além disso, a cuba ultrassônica oferece maior segurança para objetos delicados, contando com um tratamento suave e não abrasivo, que permite a limpeza sem danificar, arranhar ou alterar a superfície do material, possibilitando uma maior longevidade. No entanto, quando analisada a frequência de utilização da cuba ultrassônica, um estudo verificou que 63% dos consultórios utilizam o método manual de limpeza, sendo o automatizado encontrado predominantemente nas grandes clínicas. Conforme a revisão de literatura, foi possível verificar que as cubas ultrassônicas são utilizadas para limpeza mecanizada, fornecendo maior eficácia, segurança e previsibilidade para o processo de limpeza de instrumentais odontológicos, quando comparados à limpeza manual. Contudo, sua utilização ainda é pouco frequente na clínica odontológica, devido ao custo inicial. Considerando a necessidade de especificidade na odontologia, mais estudos são necessários.

OLIGONUCLEOTÍDEOS ANTISSENSE: IMPLICAÇÕES EM BIOSSEGURANÇA E AVANÇOS NA TERAPIA GÊNICA

Alda dos Santos Rodrigues^{1,2}, Robert Rodrigues de Moraes³, Guilherme Queiroz Gama¹, Lauziene Andrade Soares¹, Estevão Carlos Silva Barcelos⁴, Eldamaria de Vargas Wolfgramm dos Santos^{1,2}, Flávia de Paula^{1,2}, Flávia Imbroisi Valle Errera^{1,2}

¹Núcleo de Genética Humana e Molecular, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514. Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil. ²Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Espírito Santo, CCS - Centro de Ciências da Saúde, Av. Mal. Campos, 1468 - Maruípe, Vitória-ES, 29047-105. ³Odontologia, Multivix. pólo Cachoeiro de Itapemirim. R. das Amoreiras, 345 - Monte Belo, Cachoeiro de Itapemirim, -ES, 29314-776. ⁴Università degli Studi di Perugia, Itália.

E-mail: asr050602@gmail.com

Palavras-chaves: Exon-skipping, terapia alvo molecular, RNA mensageiro.

Na última década, avanços significativos ampliaram a compreensão dos papéis do RNA na saúde e nas doenças. Evidências recentes mostram que suas funções e aplicações em terapias está em crescente e contínua exploração. O RNA vem se consolidando como um alvo promissor para intervenções terapêuticas, ressaltando a importância de desenvolver estratégias eficazes para modular sua função. Neste contexto, os oligonucleotídeos antisense (ASOs) são moléculas curtas de DNA ou RNA que se ligam a RNAs mensageiros (mRNAs) específicos, que podem modificar a função do RNA por meio de diversos eventos pós-hibridação, podendo bloquear sua tradução ou induzir sua degradação. Essa tecnologia tem sido amplamente estudada para o tratamento de doenças genéticas, câncer e infecções virais. No entanto, com o avanço do uso clínico e laboratorial dos ASOs, surgem preocupações quanto à biossegurança, como efeitos *off-target*, imunogenicidade e impactos ambientais. Assim, por meio de uma revisão narrativa, o objetivo deste estudo foi analisar os aspectos relacionados à biossegurança no uso de ASOs e as estratégias para sua mitigação. A busca foi realizada nas bases PubMed, SciELO e Web of Science, utilizando os descritores: “antisense oligonucleotides”, “biosafety”, “off-target effects”, “toxicity” e “immune response”. A análise demonstrou que os ASOs são classificados conforme seus mecanismos de ação e aplicados em doenças genéticas específicas. Gapmers promovem a degradação do mRNA via RNase H, sendo usados em ELA e Distrofia Muscular de Duchenne (DMD). ASOs de splicing corrigem padrões de splicing, como na amaurose congênita de Leber, e os alelo-seletivos atuam em alelos mutantes, como em formas dominantes de ELA. O mecanismo de pulo de éxon permite a produção de proteínas funcionais mesmo na presença de mutações genéticas graves. No caso da DMD, o Eteplirsen (Exondys51) exemplifica essa abordagem ao induzir o salto do éxon 51 durante a síntese da distrofina. Trata-se de um oligonucleotídeo de 30 nucleotídeos, com estrutura química modificada para maior estabilidade, que se liga ao RNAm da distrofina e é administrado por via intravenosa semanalmente. O tratamento resulta na produção de uma forma truncada, porém funcional, da proteína. Entretanto, apesar das especificidades, existem potenciais riscos associados, como ativação do sistema imunológico, toxicidade hepática e efeitos fora do alvo. Diretrizes da FDA (2023) visam garantir segurança e eficácia, mas a estabilidade química e a persistência deles no ambiente levanta preocupações ambientais sobre seu descarte. O uso terapêutico dos ASOs enfatiza a necessidade de avaliação contínua de riscos e benefícios associados ao uso terapêutico, bem como o manejo e descarte dessas substâncias. Modificações químicas para reduzir a imunogenicidade, sistemas de entrega mais específicos e testes preditivos para efeitos fora do alvo são essenciais para diminuir riscos. Também é relevante a atuação de órgãos reguladores com diretrizes específicas e monitoramento constante. Embora os ASOs apresentem grande potencial na medicina de precisão, sua aplicação segura depende do investimento em pesquisa, desenvolvimento de protocolos de biossegurança e regulamentações eficazes que assegurem seu uso ético e ambientalmente responsável.

PANORAMA GLOBAL DA REGULAMENTAÇÃO DE ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS: UMA REVISÃO BASEADA NOS DADOS DO USDA

Ava de Faria Giubertti¹, Andressa Moratti¹, Gabriella Mata¹, Antonio Alberto Ribeiro Fernandes¹, Patricia Machado Bueno Fernandes¹

¹Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, 29043-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: ava.giubertti@edu.ufes.br

Palavras-chaves: biossegurança, regulamentação internacional, edição genética.

A biotecnologia agrícola tem evoluído significativamente com a introdução de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), os mesmos promovem a inserção de genes exógenos ou o silenciamento e edição de partes específicas do genoma, com o objetivo de promover uma característica que favorece o cultivo. Essa tecnologia apresenta potencial para o aumento da produtividade agrícola, ainda assim, a regulamentação da utilização e/ou proibição dos OGMs varia amplamente entre as nações. Este trabalho apresenta uma revisão dos dados disponíveis no site oficial do United States Department of Agriculture (USDA), o qual fornece atualizações biotecnológicas e agrárias de diversos países. O objetivo foi investigar como cada país regulamenta os OGMs, identificar se há produtos geneticamente editados sendo comercializados em cada nação e analisar os pontos em comum e divergentes da regulamentação entre as nações. Para isso, utilizou-se a busca avançada no site USDA, com palavras-chave relacionadas à agricultura e biotecnologia. Os países foram analisados individualmente e quando havia resultados disponíveis, foram coletadas informações sobre OGMs, regulamentação, produção, exportação, importação e consumo. Com as informações obtidas, foi construída uma tabela sistematizando os dados por país. A plataforma contava com 245 nações, das quais 148 não apresentaram dados, representando mais de 60% do total. A análise revelou que os países que mais possuem OGMs no mercado são o Canadá, a China e as Filipinas, com aprovação de 8 culturas. Dentre os países com mais OGMs no mercado, a Europa não possui nenhum representante. As culturas OGM mais comercializadas no mundo são a soja e o milho, segundo os dados. Com base na análise, foi possível inferir que muitos países ainda não permitem o cultivo de OGMs, muitos permitem a importação desde que aprovado pelo conselho de biossegurança do país, tanto do país que exporta quanto o que importa. A pesquisa com organismos geneticamente modificados é comum em vários países e, mesmo onde a comercialização é proibida, a pesquisa é permitida por meio de regulamentações específicas. Observou-se também que o uso de OGMs para alimentação animal é mais comum, enquanto a adoção para consumo humano encontra resistência tanto governamental quanto social. Em diversos casos, a ausência de regulamentação clara e a escassez de dados dificultam a compreensão e o acompanhamento da situação, evidenciando a necessidade de maior transparência e organização, como a elaboração de listas públicas dos produtos OGMs autorizados ou em circulação. No que diz respeito à regulamentação, na maioria dos países identifica-se um conselho de biossegurança interno. Este panorama reforça a importância da biossegurança e da regulamentação eficaz para o uso responsável da biotecnologia, considerando aspectos científicos, éticos e sociais no cenário global.

Apoio financeiro: FAPdf, FAPES, CNPq.

PERCEPÇÃO DOS ACADÊMICOS DE ODONTOLOGIA FRENTE AOS PROCEDIMENTOS DE ESTERILIZAÇÃO E DESINFECÇÃO

Nathiely Meneguini Lisboa¹, Luiz Guilherme Netto Nunes¹, Lilian City Sarmiento¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, 29047-105, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: nathiely.lisboa@edu.ufes.br

Palavras-chaves: desinfecção, equipamentos odontológicos de alta, esterilização, odontologia

Frente às condições de trabalho dos cirurgiões-dentistas, é evidente a exposição constante a diversos microrganismos, os quais podem ser transmitidos entre pacientes, equipe de saúde e o próprio profissional. Por isso, torna-se essencial adotar rigorosamente os princípios de biossegurança nos consultórios odontológicos, envolvendo medidas de desinfecção e esterilização, bem como o uso de equipamentos de proteção individual. A desinfecção e esterilização representam os principais métodos para redução ou inibição da carga microbiana e para destruição completa dos microrganismos, respectivamente. O presente estudo teve como objetivo avaliar o conhecimento e a conduta dos acadêmicos do curso de Odontologia, de uma Instituição de ensino superior federal, quanto aos meios e métodos de esterilização e desinfecção. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFES (CAAE: 80881224.4.0000.5060) e os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A pesquisa foi aplicada nos discentes do 3º ao 10º período do curso de Odontologia da Universidade Federal do Espírito Santo. A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário composto por 14 perguntas distribuídas em duas seções. Os dados foram registrados e analisados com auxílio do software Microsoft Excel. A amostra foi composta por 156 discentes, representando 60,46% dos estudantes matriculados no curso. Os resultados da primeira seção, referente aos meios e métodos de esterilização, indicam que 96,8% dos participantes reconhecem a autoclave como o método de esterilização mais eficaz, e 94,89% sabem que nem todos os materiais podem ser autoclavados. Além disso, 91,7% realizam a esterilização de materiais críticos e semicríticos, enquanto 8,3% restringem o procedimento apenas aos críticos. Em relação à desinfecção prévia à esterilização, 55,1% a realizam em ambos os tipos de materiais, 37,2% realizam apenas nos semicríticos, e 5,1% declararam não realizar. Quando perguntado sobre a diferença conceitual de esterilização e desinfecção, 69,2% dos acadêmicos responderam corretamente. Por fim, 96,2% dos acadêmicos se sentem confiantes para esterilizar os materiais odontológicos com base no que aprenderam na graduação. Diante desses resultados, pode-se concluir que os discentes do curso de Odontologia demonstraram, em sua maioria, ter conhecimento sobre os meios e métodos de esterilização e desinfecção. No entanto, uma pequena parte dos acadêmicos, relataram não realizar a desinfecção previamente à esterilização para os materiais críticos, etapa considerada importante para reduzir a carga microbiana. Os conceitos de esterilização e desinfecção e a definição correta quanto a materiais críticos, semicríticos e não críticos, são fundamentais para promover uma conduta adequada de biossegurança, proporcionando maior efetividade nos procedimentos de desinfecção e esterilização dos materiais odontológicos.

PERCEÇÃO SOBRE OS ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS ENTRE ESTUDANTES DE INSTITUIÇÕES ACADÊMICAS DO ESTADO DE YUCATÁN, MÉXICO

Marcella Silva Vieira¹, Anuar Ahmed Magaña Álvarez², Yoselin Guadalupe Ávila Lizárraga³, Daisy Pérez-Brito², Antonio Alberto Ribeiro Fernandes¹, Patricia Machado Bueno Fernandes¹

¹Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, 29043-910, Vitória-ES, Brasil. ²Laboratorio GemBio, Centro de Investigación Científica de Yucatán. Calle 47-A, Pinzón II, 97205 Mérida, Yucatán, México. ³Escola de Biotecnologia, Universidade Anáhuac Mayab. Km 15.5, Rodovia Mérida-Progreso, Int. Km 2 Rodovia para Chablekal, Yucatán, México, 97310.

E-mail: marcella.s.vieira@edu.ufes.br

Palavras-chaves: biossegurança, regulamentação, biotecnologia.

O termo biossegurança é definido no Brasil (Lei de Biossegurança - 11.105/2005) como "conjunto de medidas adotadas com o objetivo de prevenir riscos à saúde humana, animal e ao meio ambiente, decorrentes de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados (OGMs)"; do mesmo modo, o México baseia-se na *Ley de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados*. Os OGMs encontram barreiras regulatórias e o desenvolvimento e comercialização dos produtos oriundos estão sob a coordenação da *Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados* (CIBIOGEM), vinculada a *Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios* (COFEPRIS). Com o objetivo de conhecer o pensamento de um grupo de estudantes de graduação em biotecnologia e pós-graduação sobre os OGMs no México, foi elaborado um questionário composto de quatro seções de questões objetivas obrigatórias (reconhecimento do público, biossegurança em um laboratório, conhecimento sobre OGMs e percepção pública do tema) e uma seção aberta opcional, com finalidade de obter opiniões pessoais. O questionário foi divulgado via *whatsapp* e portal do aluno, obtendo 110 respostas. O público alcançado foi de 58 mulheres e 52 homens, e do total, 70 pessoas afirmaram trabalhar em laboratório nível I de biossegurança. Quando questionados sobre a diferença dos termos "organismos geneticamente modificados", "organismos geneticamente editados (GEd)" e "transgênicos", 48 disseram saber a diferença, 50 não tinham certeza e 12 não sabiam. Sobre as técnicas possíveis de edição genética, com possibilidade de múltiplas respostas, 98 pessoas optaram por "CRISPR-Cas", 57 por "interferência de RNA", 22 em "PCR" e 15 para "expressão heteróloga". Em relação ao consumo, 57 responderam já terem consumido OGM, 42 que "talvez" e 11 disseram não. A seguir, sobre os produtos já consumidos, 84 assinalaram milho, 56 trigo, 43 soja, 32 algodão e 21 alfafa; 16 afirmaram nunca ter consumido. A percepção sobre os órgãos regulatórios foi variada: 32 conheciam a CIBIOGEM e a COFEPRIS, 54 já haviam ouvido falar e 24 não conheciam. Quanto à regulamentação nacional dos OGMs, 40 responderam que não é adequada, 30 disseram que sim, e 40 não souberam responder. Para finalizar, 71 indicaram que o maior obstáculo dos OGMs é a incerteza de os impactos desconhecidos, 31 afirmaram dificuldade de entender a informação científica, 6 que não há clareza sobre produtos comercializados e 2 assinalaram todas opções. As respostas indicaram que o tema de OGMs ainda é controverso e carece de divulgação científica clara e objetiva; além disso, observou-se que quanto maior o grau acadêmico, maior o conhecimento técnico e regulatório, de modo que determinadas perguntas não geram dúvidas, como observado no baixo conhecimento de algodão GM no país, principal produto. Academicamente, essas lacunas poderiam ser preenchidas a partir de uma carga horária mais densa nas disciplinas de biossegurança, e por parte daqueles que opinaram abertamente, os OGMs carecem de "difusão tecnológica dos produtos e assimilação do conhecimento", estão cercados de notícias alarmistas e falta um diálogo do assunto sem que seja um "tabu" para a sociedade, mesmo em uma região que a nível mundial, as legislações posicionem a América Latina como exemplo na regulamentação de OGMs.

Apoio financeiro: CNPq, CAPES, Universidade Anahuac Mayab.

TREINAMENTO EM BIOSSEGURANÇA: REALIDADE VIRTUAL COMO FERRAMENTA PARA O MANUSEIO DE CABINES DE FLUXO LAMINAR

Yoselin Guadalupe Avila Lizarraga¹, Marcella Silva Vieira², Álvaro Carlos Rodriguez Sánchez¹, José Antonio Tec Sánchez¹

¹Escola de Biotecnologia, Universidade Anáhuac Mayab. Km 15.5, Rodovia Mérida-Progreso, Int. Km 2 Rodovia para Chablekal, Yucatán, México, 97310. ² Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, 29043-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: yoselin.avila@anahuac.mx

Palavras-chaves: Realidade virtual, Cabines de fluxo laminar, competências educacionais.

A realidade virtual oferece uma alternativa inovadora para o ensino da biossegurança, ao permitir que os estudantes adquiram habilidades práticas em um ambiente simulado, seguro e imersivo. Diversos estudos documentaram que essa ferramenta promove a aprendizagem ativa, a retenção de conhecimentos e reduz o medo de cometer erros que possam comprometer a segurança ou o funcionamento dos equipamentos. O curso de graduação em Biotecnologia da Universidade Anáhuac Mayab oferece uma disciplina de biossegurança com carga de 3 créditos curriculares. Na Unidade 4, intitulada Biossegurança no laboratório, é incorporado o uso de ferramentas de realidade virtual (RV) para reforçar a aprendizagem e evitar a disseminação de agentes biológicos em ambientes de trabalho. Entre as competências-chave avaliadas nesse contexto está o Manuseio Seguro e Eficiente da Capela de Fluxo Laminar, entendida como a capacidade de utilizar adequadamente esse equipamento na manipulação segura de amostras biológicas e reagentes, aplicando princípios de biossegurança, descontaminação e fluxo de trabalho estéril. Este trabalho apresenta uma análise do impacto do treinamento baseado em realidade virtual desenvolvido pelos Centros de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) dos Estados Unidos, aplicado a 65 estudantes universitários matriculados na disciplina de biossegurança durante o período de janeiro a junho de 2025. A avaliação concentrou-se nos seguintes critérios: identificação dos componentes, procedimento de inicialização, verificação do fluxo de ar, descontaminação e organização do espaço de trabalho. Os resultados mostram que o treinamento foi eficaz, em conformidade com os relatórios prévios dos desenvolvedores do programa. Além disso, são descritos os requisitos técnicos para sua implementação, os desafios operacionais observados, bem como propostas de aprimoramento para futuras edições do curso. Esses achados apoiam a integração de tecnologias imersivas no ensino da biossegurança, não apenas como recurso pedagógico, mas como uma ferramenta estratégica para fortalecer a formação profissional em contextos que exigem elevados padrões de segurança. Sugere-se a continuidade de estudos longitudinais que avaliem o impacto do uso da realidade virtual na retenção de conhecimento a longo prazo e na transferência efetiva de habilidades para o laboratório real.

Apoio financeiro: Universidade Anáhuac Mayab, CNPq.

PREVENÇÃO INTELIGENTE: BIOSSEGURANÇA E MODELAGEM PREDITIVA PARA INFECÇÕES FÚNGICAS

Cezar Augusto Fontana Teixeira¹, Maria Judith Serrano Rodrigues de oliveira¹, Mariana Tozzi Rodrigues¹, Alice Pitanga Rocha¹, Daniel Moreira Melo¹, Daniel Oliveira Sabbagh¹, Carlos Emanuel Vieira Flôres Soares², Lorena Souza Castro Altoé¹, Luana Rodrigues Muniz³, Matheus Correia Casotti¹, Victor Alves Lopes¹, Yasmin Moreto Guaitolini¹, Flavia de Paula¹, Iúri Drumond Louro¹, Débora Dummer Meira¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, ES, Brasil; ²Universidade Católica de Brasília (UCB), Brasília, DF, Brasil; ³Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), São Paulo, SP, Brasil

Email: debora.meira@ufes.br

Palavras-chave: biossegurança, fungos patogênicos, mudanças climáticas, vigilância epidemiológica, antifúngicos resistentes

A crescente incidência de infecções fúngicas e o potencial de dispersão de agentes como *Coccidioides* ressaltam a urgência de reforçar práticas de biossegurança em múltiplos âmbitos. Esses fungos dimórficos, adaptados a condições áridas e solo alcalino, podem dispersar-se por esporos inaláveis, causando a “febre do vale” e formas graves de coccidioidomicose, com acometimento pulmonar, disseminação hematogênica e até envolvimento do sistema nervoso central, exigindo tratamento vitalício em cerca de 10% dos casos. Assim, buscou-se demonstrar a importância da previsão de padrões de dispersão de fungos patogênicos, correlacionando com fatores do genoma, visando reduzir seus impactos negativos e sugerindo melhorias de biossegurança. Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica após a seleção de artigos com os descritores na seguinte estratégia de busca - (“fungi” OR “fungus”) AND “pathogenic” AND (“onygenales” OR “coccidioides”) AND (“models” OR “genome”) AND “distribution”. Projeções meteorológicas (PRISM, RCP, CMIP5) indicam elevação de até 6°C na temperatura média nos EUA até 2100, ampliando zonas endêmicas para além das fronteiras tradicionais e potencialmente atingindo América Central e Brasil. A reprodução sexuada e a recombinação genética em *Coccidioides* podem gerar variantes com maior virulência e resistência a antifúngicos, o que reforça a necessidade de modelagens estatísticas integradas a análises genômicas para antecipar padrões de dispersão e orientar estratégias de contenção. No laboratório, o manuseio de fungos patogênicos do grupo Onygenales (responsáveis também por histoplasmose, blastomicose e paracoccidioidomicose) exige classificação rigorosa em níveis de biossegurança (BSL), baseados não apenas em relatos clínicos mas em critérios ecológicos e genéticos, conforme proposta recente que amplia o escopo para todas as espécies reconhecidas. Recomendações de biossegurança incluem fluxo de ar controlado, uso de cabines de segurança biológica, protocolos de descontaminação e capacitação de profissionais, de modo a evitar exposições acidentais e garantia de biocontenção. A diversidade de métodos diagnósticos demanda de infraestrutura laboratorial adequada, o que, infelizmente, é escasso em países de baixa e média renda. Ao mesmo tempo, o panorama terapêutico sofre com um pipeline limitado: apenas quatro antifúngicos aprovados na última década e três em fase final de desenvolvimento, enquanto cepas de *Candida* e *Aspergillus* exibem resistência crescente a azóis, polienos e equinocandinas. Esse déficit de fármacos seguros e de fácil administração, além da carência de testes de diagnóstico rápidos e acessíveis, expõe pacientes imunocomprometidos a riscos elevados, com mortalidade que pode atingir 88%. Paralelamente, a possibilidade de uso de fungos como armas biológicas, pela facilidade de produção e ausência de vacinas específicas, impõe vigilância reforçada, cooperação internacional e aperfeiçoamento de biossegurança em serviços de saúde e pesquisa. A atuação integrada de meteorologistas, geneticistas, epidemiologistas e especialistas em biossegurança é imprescindível para desenvolver modelos preditivos de propagação, protocolos de contenção, e descobrir novos alvos terapêuticos. Somente com políticas públicas que incentivem investimento em infraestrutura laboratorial, treinamento profissional, pesquisa genômica e desenvolvimento de antifúngicos poderá ser evitado um colapso sanitário global causado por esses microrganismos.

REVOLUÇÃO SIMBIOGÊNICA: FUNGOS & MIXOMICETOS NA FRONTEIRA DA BIOSSEGURANÇA E BIOTECNOLOGIA

Cezar Augusto Fontana Teixeira¹, Matheus Correia Casotti¹, Alice Pitanga Rocha¹, Daniel Moreira Melo¹, Daniel Oliveira Sabbagh¹, Carlos Emanuel Vieira Flôres Soares², Lorena Souza Castro Altoé¹, Luana Rodrigues Muniz³, Tamires de Almeida Angelos¹, Victor Alves Lopes¹, Yasmin Moreto Gaitolini¹, Flavia de Paula¹, Iúri Drumond Louro¹, Débora Dummer Meira¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória/Alegre, ES, Brasil; ²Universidade Católica de Brasília (UCB), Brasília, DF, Brasil; ³Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), São Paulo, SP, Brasil; E-mail: cezar.teixeira@edu.ufes.br

Palavras-chaves: Simbiogênese, Fungos, Mixomicetos, Biotecnologia, Biossegurança.

A simbiose entre fungos e mixomicetos, especialmente exemplificada pela associação entre os prolongados micélios fúngicos e os vastos plasmodia do *Physarum polycephalum*, inaugura um campo promissor para a biotecnologia e para uma abordagem de Saúde Única, ao demonstrar como organismos tão distintos podem combinar suas estratégias metabólicas e comportamentais para produzir sistemas vivos inteligentes. Dado sua importância, buscou-se descrever como as relações simbiotes moldam a evolução em distintos ambientes e quais são as potenciais aplicações biotecnológicas e as demandas de biossegurança para uma visão de saúde única, tendo como base fungos e mixomicetos. Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica após a seleção de artigos com os descritores na seguinte estratégia de busca - (“fungi” OR “fungus”) AND “myxomycetes” AND (“symbiosis” OR “interactions”) AND (“marine” OR “terrestrial”) AND biotechnology AND “biosafety”. Fungos, representantes de uma das linhagens mais antigas e diversificadas da biosfera, são mestres na decomposição da matéria orgânica, no ciclo de nutrientes e na formação de micorrizas que beneficiam plantas, além de produzirem enzimas, antibióticos e metabólitos de alto valor. Paralelamente, os mixomicetos, exibem notável “computação biológica”, mapeando rotas eficientes entre fontes de alimento e inspirando algoritmos aplicados à logística, urbanismo e colonização de ambientes extremos. A interação simbiótica entre esses organismos, compreendida sob o conceito de holobionte — como uma unidade ecológica integrada — dá origem a bioartefatos vivos, capazes de responder ao ambiente, regenerar-se e interagir com dispositivos eletrônicos, com aplicações que vão da engenharia de habitats sustentáveis à bioconstrução e à produção de materiais como couro de micélio e escudos radiotrópicos com *Cladosporium sphaerospermum* para missões espaciais. Contudo, o avanço dessas tecnologias impõe rigorosas exigências de biossegurança, especialmente no manejo de organismos geneticamente modificados ou produtores de compostos tóxicos. Protocolos como o BMBL, a Diretiva 2010/63/EU e o Protocolo de Cartagena orientam o uso de estruturas seguras, contenção adequada e descarte responsável, prevenindo riscos de contaminação ambiental e infecções laboratoriais. Essa precaução se justifica, pois, a mesma linhagem fúngica que beneficia a agricultura também causa doenças vegetais, contamina grãos com micotoxinas e representa risco crescente à saúde humana e animal, agravado pela resistência antifúngica emergente. Nesse contexto, o conceito de Saúde Única (*One Health*) se torna central, ao integrar clima, solo, fauna e comportamento humano para prevenir surtos de zoonoses e mitigar impactos causados por antiparasitários e fungicidas que afetam a biodiversidade e promovem resistência gênica em patógenos. A união entre micologia e mixomicetologia, portanto, não apenas amplia nosso entendimento ecológico, mas também fortalece a biotecnologia como ferramenta sustentável. Dessa forma, é essencial investir em protocolos padronizados de edição genética, fortalecer a cooperação interdisciplinar e promover a comunicação de riscos, garantindo que as soluções desenvolvidas estejam alinhadas à preservação da vida em todas as suas formas.

RISCOS E BENEFÍCIOS DOS OGMS: IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE PÚBLICA E A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Luan Mauro Gonçalves Ferreira¹, Gabriela Ramiro Pinheiro², Larissa de Oliveira Araújo², Maria Clara Pontine de Oliveira², Eldamária de Vargas Wolfgramm dos Santos²

Núcleo de Genética Humana e Molecular, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil.

E-mail: luanmauro64@gmail.com

O Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança, tratado vinculado à Convenção sobre Diversidade Biológica, entrou em vigor no Brasil em 2003. Seu principal objetivo é assegurar um nível adequado de proteção no contexto da transferência, manipulação e utilização de organismos geneticamente modificados (OGMs) resultantes da biotecnologia moderna. No mesmo contexto, o artigo 2º da Diretiva Europeia 2001/18/EC define OGM como *"qualquer organismo, com exceção do ser humano, cujo material genético tenha sido modificado de forma que não ocorre naturalmente por meio de cruzamentos e/ou recombinação natural"*. A partir da década de 1990, a introdução de plantas geneticamente modificadas e alimentos derivados dessa tecnologia tornou-se uma prática consolidada e amplamente adotada em diversos países. Inicialmente, no âmbito agrícola, principalmente em países em desenvolvimento, os OGMs foram saudados como uma solução e esperança para a erradicação da fome, uma vez que seu uso está associado ao aumento da produtividade agrícola, diminuição no uso de agroquímicos e melhora no conteúdo nutricional. Do ponto de vista ecológico, o cultivo de OGMs também apresenta potenciais benefícios, incluindo a redução do uso de água, energia, combustíveis fósseis e da necessidade de expansão de terras agrícolas, promovendo, assim, a conservação de habitats naturais e a diminuição do desmatamento. No entanto, apesar das vantagens tecnológicas e econômicas, existem preocupações legítimas relacionadas aos riscos potenciais dos OGMs à saúde humana e à biodiversidade. Em relação à saúde, as principais questões envolvem a possibilidade de efeitos tóxicos e alergenicidade. Até o presente momento, estudos científicos de longo prazo não demonstraram efeitos adversos consistentes no consumo de alimentos geneticamente modificados. Contudo, a discussão sobre riscos potenciais permanece ativa na literatura científica e no debate público, especialmente no que se refere à necessidade de avaliações rigorosas caso a caso. Do ponto de vista da biodiversidade, existem evidências de que o cultivo extensivo de OGMs pode resultar em impactos negativos, como a evolução de resistência em ervas daninhas ao uso de herbicidas, o fluxo gênico não natural, a redução da diversidade genética e a possível extinção de variedades locais. Esses efeitos, muitas vezes de caráter irreversível, reforçam a necessidade de monitoramento contínuo e estratégias de manejo ambiental adequadas. Dada a complexidade e as implicações desses impactos, torna fundamental adotar práticas de biossegurança que assegurem a proteção ambiental e alimentar. A obrigatoriedade da rotulagem de produtos contendo OGMs, já prevista na legislação brasileira, é uma medida essencial para garantir o direito à informação e a transparência ao consumidor. Desse modo, o objetivo é investigar o impacto e benefícios dos OGMs tanto na biodiversidade quanto na saúde. Foi realizada uma revisão de literatura usando os termos "saúde humana", "biodiversidade", "OGMs", "impactos" e "vantagens". Portanto, embora a biotecnologia genética represente uma importante ferramenta para o avanço da agricultura e da indústria alimentícia, é imprescindível a realização contínua de estudos científicos rigorosos, avaliações dos riscos e a implementação de regulamentações eficazes. Dessa forma, é possível buscar o equilíbrio entre inovação tecnológica, preservação ambiental, proteção da saúde humana e a promoção do bem-estar coletivo.

Palavras-chaves: OGMs, saúde humana, biodiversidade, biossegurança, proteção.

SOROPREVALÊNCIA E FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AO CORONAVÍRUS FELINO (FCoV) NO SUL DO ESPÍRITO SANTO

Ana Amélia Caprioli^{1,2}, Gilvana de Oliveira Costa^{2,3}, Aline Nunes⁴, Edson Delatorre^{1,2}

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Centro de Ciências Agrárias e de Engenharias (CCA), Av. Alto Universitário, Guararema, CEP 29.500-000, Alegre - ES, Brasil. ² Laboratório de Genômica e Ecologia Viral, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Centro de Ciências da Saúde, Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe CEP 29.040-090, Vitória - ES, Brasil. ³ Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Centro de Ciências Agrárias e de Engenharias (CCA), Av. Alto Universitário, Guararema, CEP 29.500-000, Alegre - ES, Brasil. ⁴ Clínica Veterinária Patinhas Alegres, R. Francisco Teixeira, 122, Centro, CEP 29.500-000, Alegre - ES, Brasil.

E-mail: anaameliacaprioli@gmail.com

Palavras-chaves: Coronavírus Felino; FCoV; epidemiologia veterinária; biossegurança; saúde animal

O Coronavírus Felino (FCoV) é um vírus endêmico em populações de gatos domésticos e pode evoluir para a Peritonite Infecciosa Felina (PIF), uma enfermidade imunomediada com alto índice de letalidade. Apesar da ausência de risco zoonótico conhecido, o FCoV representa um desafio à saúde animal e à biossegurança no manejo coletivo de felinos. Este estudo teve como objetivo estimar a soroprevalência do FCoV e identificar fatores de risco associados à infecção em gatos atendidos na clínica veterinária Patinhas Alegres, nos municípios de Alegre e Jerônimo Monteiro, sul do Espírito Santo. Amostras de sangue de 120 gatos, com idades entre 41 dias e 13 anos, foram analisadas por meio do teste ImmunoComb FCoV (ELISA). A taxa de soropositividade foi de 69,2%, com 5,8% fraco positivo, 29,2% médio positivo e 34,2% forte positivo. A análise univariada identificou associação estatisticamente significativa entre infecção por FCoV e faixa etária ($p = 6,18 \times 10^{-7}$) e status reprodutivo ($p = 3,09 \times 10^{-8}$), enquanto sexo e modo de criação não apresentaram significância. A regressão logística binária indicou maior risco de infecção em gatos adultos e idosos, sugerindo um efeito acumulativo da exposição ao longo da vida. A regressão logística ordinal revelou também maior probabilidade de títulos elevados de anticorpos nesses grupos etários. Gatos criados sozinhos apresentaram tendência a maior risco de infecção ($p = 0,041$), embora sem impacto significativo nos níveis de anticorpos. Os resultados reforçam a importância da vigilância sorológica e da implementação de medidas integradas de biossegurança em ambientes domésticos e clínicos, especialmente no manejo de felinos adultos e em comunidades multiindividuais, visando reduzir a circulação viral e o risco de progressão para PIF.

Apoio financeiro: CAPES, FAPES

TECNOLOGIA VERDE: NANOEMULSÕES NATURAIS PARA CONTROLE DE PATÓGENOS NA AGRICULTURA

Lórem dos Santos Braz ¹; Plúcia Franciane Ataíde Rodrigues²; Maria Clara Caus Gonçalves Farias Pereira¹; José Aires Ventura (PR)³; Hildegardo Seibert França (PR)¹.

¹Instituto Federal do Espírito Santo, Vila velha, ES; ²Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES;

³Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Vitória, ES.

E-mail: pluciargds12@gmail.com

Palavras-chaves: Nanotecnologia, Óleo essencial, Atividade antifúngica, Pós-colheita.

A fruticultura brasileira enfrenta perdas significativas no período pós-colheita devido a doenças fúngicas. Uma alternativa sustentável para esse problema é o uso de óleos essenciais, reconhecidos por sua ação antifúngica. No entanto, sua alta volatilidade limita a aplicação direta. A nanotecnologia, por meio da formulação de nanoemulsões, tem se mostrado eficaz em aumentar a estabilidade e a eficiência desses compostos. Este estudo desenvolveu e analisou nanoemulsões de óleos essenciais de *Eucalyptus globulus* (eucalipto) e *Cymbopogon flexuosus* (capim-limão) com potencial fungicida para uso agrícola. A caracterização química dos óleos essenciais foi realizada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). Para o desenvolvimento das nanoformulações, foram preparadas emulsões contendo 5% de óleo essencial, utilizando diferentes misturas de tensoativos para determinação do Equilíbrio Hidrófilo-Lipofílico (EHL). As nanoemulsões foram obtidas com baixo aporte de energia e analisadas quanto à estabilidade por espectroscopia no infravermelho com Fourier-transform (FT-IR), tamanho de partícula e potencial zeta. A atividade antifúngica foi avaliada em placas de 96 poços, nas concentrações de 2,5; 1,25; 0,75; 0,37; 0,19; 0,09; 0,04; 0,02; 0,01 e 0,005%, contra fungos do complexo *Colletotrichum gloeosporioides*, isolados de frutos de mamão (*Carica papaya*). Na composição química de *Eucalyptus globulus*, os dados do FTIR corroboraram os resultados obtidos na CG-EM, com predomínio de bandas associadas ao grupo funcional majoritário cineol (eucaliptol), que representou 90,4% da composição. Para *C. flexuosus*, os principais constituintes foram geranial e neral (69,1%), evidenciados principalmente nas bandas entre 1750–1700 cm⁻¹ no FTIR. A nanoemulsão mais estável do óleo essencial de capim-limão foi obtida com EHL 16,7, 20% de polissorbato 20 e 75% de água, mantendo-se estável durante todo o período de análise. As partículas apresentaram tamanhos entre 178,78 e 283,5 nm nas concentrações de 0,2% e 0,5% de óleo essencial, com potencial zeta indicando boa estabilidade, principalmente em 0,2% (-19,8 mV). Para o óleo de *E. globulus*, a formulação mais estável foi obtida com EHL 15, contendo 20% de emulsificante (polissorbato 20 e Span 85) e 75% de água. No 34º dia, as partículas apresentaram tamanhos entre 32,39 e 60,54 nm nas concentrações de 0,2%, 0,5% e 1% de óleo essencial, com valores satisfatórios de potencial zeta entre -27,9 e -3,1 mV, sendo que as concentrações mais baixas apresentaram maior estabilidade. Em relação à atividade antifúngica contra o complexo *C. gloeosporioides*, a nanoemulsão de *C. flexuosus* na concentração de 0,01% inibiu completamente o crescimento fúngico. Para *E. globulus*, a concentração mais eficaz foi de 0,37%. A solução proposta contribui para a modernização e sustentabilidade da produção agrícola, evidenciando o potencial das nanoemulsões de origem natural como fungicidas eficientes e ecologicamente corretos.

Apoio financeiro: CAPES, FAPES, CNPq

UTILIZAÇÃO DE ENGENHARIA VIRAL NA IMORTALIZAÇÃO DE LINHAGENS CELULARES: RISCOS E BIOSSEGURANÇA

Gabriela Ramiro Pinheiro^{1,2}, Larissa de Oliveira Araújo², Luan Mauro Gonçalves Ferreira², Maria Clara Pontine de Oliveira^{2,3}, Eldamaria de Vargas Wolfgramm dos Santos^{1,2}

¹PPGBIOTEC- Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Marechal Campos, Maruípe, 29047-105, Vitória - ES, Brasil..²Núcleo de Genética Humana e Molecular, Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari, Goiabeiras, 29075-910, Vitória-ES, Brasil. ³Faculdade Multivix, CEP 29075-080, Vitória – ES.

E-mail: gabrielaramiropinheiro@gmail.com

Palavras-chaves: linhagem celular, engenharia viral, biossegurança.

Um Organismo Geneticamente Modificado (OGM), de acordo com a legislação brasileira, é: “organismo cujo material genético tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética e que não ocorra naturalmente por cruzamento ou recombinação natural.” Uma aplicação importante da engenharia genética é a engenharia viral para immortalização de linhagens celulares, que é essencial para pesquisas científicas, diagnósticos e atividades biotecnológicas. Esse procedimento consiste na incorporação de fragmentos de genoma viral no genoma da célula e ocorre em duas etapas: a introdução de oncoproteínas virais na célula com o objetivo de neutralizar a atividade Rb e p53 (genes supressores tumorais – de controle do ciclo celular e proliferação), contornando o processo de senescência celular, e a introdução de hTERT para manter a estabilidade do telômero, conferindo immortalização da linhagem a ser cultivada. Exemplos de oncoproteínas virais utilizadas são o antígeno SV40 poliomavírus Large T (LgT), a proteína E1A do adenovírus, as proteínas E6 e E7 do papilomavírus e as LMP-1 e EBNA-2 do vírus Epstein-Barr (EBV). O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica que tem como objetivo fornecer um panorama geral dos riscos e da biossegurança envolvida na utilização de linhagens celulares immortalizadas por engenharia viral. Os principais riscos associados à técnica são em relação a segurança pessoal do manipulador e do ambiente, por exemplo, o vírus EBV pode estabelecer infecção latente e ser reativado sob certas condições, fazendo com que as linhagens possam liberar partículas virais em cultura e ocasionar a infecção acidental de operadores sem a proteção adequada. Apesar disso, é improvável que as propriedades recombinantes tenham efeito adverso na liberação dessas linhagens celulares no ambiente, uma vez que células (geneticamente modificadas ou não) têm dificuldade para sobreviver em ambientes hostis. O gerenciamento de riscos requer uma avaliação completa do caso e da linhagem a ser utilizada, como a avaliação da célula receptora, do vetor, dos organismos doadores e do material genético inserido, além da verificação do tipo de manipulação, uma vez que os processos e equipamentos envolvidos podem aumentar ou diminuir a probabilidade de riscos potenciais. De maneira geral, a manipulação de culturas de células exige o nível de biossegurança II (NB-2), que se refere a organismos com risco moderado, como células com vetores virais, oncogenes ou genes de toxinas. Para isso, é utilizado uma cabine de biossegurança tipo II, equipamentos de proteção individual (EPI), boas práticas de trabalho, procedimentos operacionais padrão (POP) e gestão de resíduos com descontaminação, além de ser fundamental o cadastro do laboratório junto à CTNBio e a formação de uma Comissão Interna de Biossegurança (CIBio). Em conclusão, apesar da utilização da engenharia viral na immortalização de linhagens celulares ser uma importante ferramenta biotecnológica, é necessária atenção aos riscos associados, bem como o seguimento rigoroso das normas de biossegurança estabelecidas pela CTNBio.

VARIAÇÃO DA 5-METILCITOSINA NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Euterpe edulis* SOB ESTRESSES TÉRMICO E SALINO

Isabella Sobreira Alexandre Assis¹, Adésio Ferreira¹, Liana Hilda Golin Mengarda¹, Marcia Flores da Silva Ferreira¹

Laboratório de Genética e Melhoramento, Universidade Federal do Espírito Santo. Alto Universitário, s/nº, Guararema, 29500-000, Alegre-ES, Brasil.

E-mail: isabella.assis@edu.ufes.br

Palavras-chaves: HPLC, epigenética, metilação, *Euterpe edulis*.

A metilação do DNA emerge como um mecanismo para entender a resiliência de espécies, por regular a expressão gênica nas respostas às diferentes condições ambientais. *Euterpe edulis* é uma espécie vulnerável, mas promissora na indústria de frutos, pela produção de uma polpa similar ao açaí, permite conciliar conservação e uso sustentável. Entretanto, o estabelecimento inicial das plantas é altamente sensível ao déficit hídrico e exposição solar. Neste estudo, objetivou-se investigar a variação da metilação global do DNA (5-metilcitosina - %5mC) em *E. edulis* exposta a estresses térmico e salino, na fase inicial do desenvolvimento das plantas. Sementes de seis genótipos (944, 879, 980 – ‘plantas típicas’; III, V, VI – ‘Santa Marta’), foram submetidas a tratamentos de germinação sob temperaturas: 25°C; entre 25–35°C; e entre 10–25°C. Também sob salinidade à: NaCl 100 mM; NaCl 50 mM e água pura. Após 153 dias, as plântulas obtidas foram transferidas para casa de vegetação e, após sete dias, folhas jovens foram coletadas para extração de DNA e análise de metilação por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Após a hidrólise ácida para a quantificação de %5-mC utilizou-se colunas Zorbax Eclipse XDB-C18, Gemini e Kinetex 2,6 µM PS C18 (Phenomenex), com detecção UV a 270 nm e fluxo de 0,5 mL/min. Houve germinação em todas as condições, com exceção do tratamento sob salinidade à 100mM de NaCl. A maior porcentagem de germinação foi observada no genótipo 879 sob água pura em casa de vegetação (53%). O Índice de Velocidade de Germinação foi menor sob temperatura 10-25°C no genótipo 944 (0,01) e o maior sob temperatura 25-35°C no genótipo 980 (1,14). Alta porcentagem de 5mC foi detectada variando entre 77 e 84%. O genótipo 944 apresentou maiores %5mC, e o efeito da temperatura e da salinidade apresentou tendência a modificar o perfil epigenético. Menores %5mC foram observadas com água pura, sugerindo menor metilação. Os padrões observados de alta % de metilação global no DNA de *E. edulis* indicam a relevância do controle epigenético no desenvolvimento inicial de plântulas, sugerindo que avanços neste conhecimento podem impactar em estratégias de implantação de mudas no campo, especialmente em cenários de mudanças climáticas.

Apoio financeiro: CAPES, FAPES, CNPq, FUNBIO