

Paulo Cesar Piquini  
(Org.)

# JAI UFSM

Jornada Acadêmica Integrada  
Compilação de artigos de 2021

**FACOS - UFSM**  
Santa Maria, 2022

**Paulo Cesar Piquini**  
**(Org.)**

**Jornada Acadêmica Integrada**  
**Compilação de artigos de 2021**

**FACOS - UFSM**  
Santa Maria  
2022

# UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

## Reitor

Prof. Paulo Afonso Burmann

## Vice-reitor

Prof. Luciano Schuch

## Pró-reitor de Pós-graduação e Pesquisa

Prof. Paulo Renato Schneider

## Pró-reitor de Graduação

Prof. Jerônimo Siqueira Tybusch

## Pró-reitor de Extensão

Prof. Flavi Ferreira Lisboa Filho

## Projeto Gráfico

Leonardo Martins Penna

## Diagramação e formatação

José Carlos Vargas da Silva

J82j Jornada Acadêmica Integrada (36. : 2021 : Santa Maria, RS)  
Jornada Acadêmica Integrada [recurso eletrônico] : compilação de artigos de  
2021 / [36ª Jornada Acadêmica Integrada] ; Paulo Cesar Piquini (org.). – Santa  
Maria, RS : FACOS-UFSM, 2022.

1 e-book : il.

Título da capa: JAI UFSM

ISBN 978-65-00-79347-5

1. Educação – Eventos 2. Ensino superior – Eventos 3. Pesquisa – Eventos  
4. Inovação – Eventos 5. Iniciação científica I. Piquini, Paulo Cesar II. Título  
III. Título: JAI UFSM.

CDU 378.4(063)

5/6(063)

Ficha catalográfica elaborada por Lizandra Veeda Arabidian CRB-10/1492  
Biblioteca Central - UFSM



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons -  
Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional.

**FACOS - UFSM**

Santa Maria, 2022

## Prefácio

No ano de 2021, a continuidade da situação de restrições impostas pela pandemia de COVID-19 fez com que a 36ª Jornada Acadêmica Integrada da UFSM, que ocorreu de 22 a 26 de novembro, se mantivesse no formato virtual. Dentre os benefícios deste formato (além de seus evidentes prejuízos), tivemos a oportunidade de contar com importantes palestrantes em nosso evento.

Foram proferidas ao todo 27 palestras, sendo 5 palestras plenárias e 22 palestras temáticas. Todas estas palestras foram transmitidas pela plataforma do YouTube, com grande participação de público, tanto simultaneamente, quanto após o término das apresentações.

Todos trabalhos dos acadêmicos de graduação e pós-graduação foram apresentados utilizando a plataforma Google Meet, em salas virtuais distribuídas durante todos os dias do evento, com duas sessões diárias de até duas horas cada.

Esta publicação contém os textos instigantes de cinco destas palestras proferidas durante o evento. O Prof. João Batista Bottentuit Júnior apresenta o tema mais do que oportuno e atual das tecnologias digitais em contextos sociais complexos como os da pandemia. As professoras Ciane Fernandes e Melina Scialom apresentam modos de Pesquisa Performativa em Artes, dentro do desafiador assunto da arte como uma atividade de pesquisa. A Profa. Neila Richards versa sobre a questão importantíssima do uso de insetos como fonte de proteínas, num mundo com uma população crescente e necessitada de alimentação. Os professores Alfredo Antoniazzi e Carolina Amaral demonstram a importância fundamental do interferon tau no processo de gestação de ruminantes. Finalizando o conteúdo da publicação, os professores Marilise Escobar e Higor Rosa mostram como o consumo de gorduras contidas em alimentos processados e industrializados podem estar relacionados ao desenvolvimento de doenças neuropsiquiátricas, em especial quando da carência de ômega-3.

Na certeza de que a leitura dos textos aqui contidos trará ao leitor um aprofundamento significativo dos temas abordados pelos professores, especialistas em suas respectivas áreas, desejo a todos momentos agradáveis de contato com o conhecimento científico produzido em nosso país.

Paulo Cesar Piquini

## SUMÁRIO

<b>TECNOLOGIAS DIGITAIS E METODOLOGIAS ATIVAS NO CONTEXTO DA (E PÓS) PANDEMIA.....</b>	<b>6</b>
<i>João Batista Bottentuit Junior.....</i>	<i>6</i>
<b>SABERES CO-MOVENTES EM DIÁLOGO: A PRÁTICA ARTÍSTICA COMO PESQUISA E A ABORDAGEM SOMÁTICO-PERFORMATIVA .....</b>	<b>16</b>
<i>Ciane Fernandes.....</i>	<i>16</i>
<i>Melina Scialom.....</i>	<i>16</i>
<b>INSETOS COMESTÍVEIS: A PROTEÍNA DO MILÊNIO EDIBLE INSECTS: THE PROTEIN OF THE MILLENNIUM .....</b>	<b>39</b>
<i>Neila S.P.S. Richards.....</i>	<i>39</i>
<b>ATIVIDADES PARÁCRINA E ENDÓCRINA DO INTERFERON TAU EM MODELOS EXPERIMENTAIS <i>IN VIVO</i> E <i>IN VITRO</i> .....</b>	<b>78</b>
<i>Alfredo Quites Antoniazzi.....</i>	<i>78</i>
<i>Carolina dos Santos Amaral.....</i>	<i>78</i>
<b>EFEITOS NEUROTÓXICOS DAS GORDURAS CONTIDAS NOS ALIMENTOS PROCESSADOS / INDUSTRIALIZADOS E OS BENEFÍCIOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE ÔMEGA-3 .....</b>	<b>92</b>
<i>Marilise Escobar Burger.....</i>	<i>92</i>
<i>Higor Zuquetto Rosa.....</i>	<i>92</i>

## TECNOLOGIAS DIGITAIS E METODOLOGIAS ATIVAS NO CONTEXTO DA (E PÓS) PANDEMIA

*João Batista Bottentuit Junior<sup>1</sup>*

**Resumo:** O contexto da pandemia acelerou um movimento importante e necessário atualmente, ou seja, a integração de recursos digitais na sala de aula. Não que os professores não utilizassem as tecnologias, mas de maneira ainda muito discreta, a partir do surgimento da covid 19, as escolas fecharam e todos os docentes a partir de março de 2020, foram desafiados a essa nova realidade. Porém para essa plena integração, é necessário o conhecimento de um conjunto de metodologias e tecnologias digitais. Desta forma o presente artigo oferece uma visão acerca do período da pandemia apresentando alguns modelos metodológicos para a sala de aula presencial ou remota, assim como alguns recursos digitais de acordo com os objetivos educacionais que se pretende atingir.

**Palavras-chave:** Tecnologias digitais. Metodologias ativas. Pandemia.

### Introdução

Em novembro de 2019 os jornais e os programas de notícias anunciavam o aparecimento de um vírus mortal (SARS-CoV-2). A princípio parecia que era algo específico da China, porém num curto espaço de tempo ganhou dimensões geográficas, passando de uma endemia para uma pandemia, foi quando começamos a observar casos em todos os continentes. Com a circulação diária de pessoas e mercadorias, não era de se espantar, que em pouco tempo, os primeiros casos também comesçassem a despontar no Brasil.

Com isso a vida habitual praticamente parou em março de 2020 e todos tivemos que realinhar nossa forma de viver, replanejando nossas ações já agendas, utilizando máscaras e álcool em gel, bem como, vendo a cada dia mais cidades entrarem em *lockdown* (palavras essa até então desconhecida de uma grande maioria da população).

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Maranhão – UFMA  
E-mail:joaobbj@gmail.com

Com a baixa circulação de pessoas, as lojas fechadas, o distanciamento social, a economia entrou em colapso, e só nos restou encontrar outras formas para atravessar a pandemia que parecia (a princípio) ser algo temporário, porém ela se arrastou por muitos meses e ainda hoje (janeiro de 2022, mais de dois anos depois do surgimento do primeiro caso) ainda temos um número significativo de pessoas acometidas com o Covid 19 e algumas delas ainda hospitalizadas em decorrência dos estragos causados pelo vírus. Com o surgimento das vacinas e o alto número de doses aplicadas a vida parece entrar em outro estágio, porém ainda com cuidados necessários e com algumas restrições de circulação entre países e regras para funcionamento de lojas e demais instituições. E ainda por falta de vacinação de uma grande parcela da população, ou por negacionismo ou por falta de recursos para as vacinas, vemos a cada ano o surgimento de novas variantes que nos assustam e terminam por desacelerar o estado de esperança em dias melhores. Não podemos esquecer dos mais de 600 (seiscentos) mil mortos somente no Brasil, e que graças as vacinas conseguimos diminuir a média móvel de óbitos e de casos ativos da covid 19.

Neste cenário todo que atravessamos um fator foi bastante decisivo para nossas vidas, - as tecnologias digitais - elas ajudaram a diminuir as barreiras e facilitaram um pouco a vida em tempos de distanciamento social, pois por meio delas realizamos: vídeo chamadas para matar as saudades dos amigos e familiares, compras *online*, assistimos a todo tipo de transmissão (programas de rádio, tv, séries, etc.) e *streaming*, nos acostumamos a uma nova forma de divulgar vídeos, por meio de *lives*, *youtube*, e entretenimento em casa por meio de *shows* ao vivo, aniversários por meio de plataformas de comunicação (*zoom*, *google Meet*, etc.). Com certeza, todos esses recursos não fariam parte da vida de tantas pessoas, com tanta rapidez, se não fosse em função do epicentro da pandemia.

Alguns logo se adaptaram à nova realidade, pois já dispunham dos recursos (aparelhos) e de acesso à Internet. Por outro lado, uma grande massa da população no Brasil e no mundo, ficou ainda mais excluída, por falta de equipamentos, de Internet, que ainda hoje não se faz presente em todos os lares brasileiros, outro fator agravante foi o desconhecimento no manuseio de todos estes recursos.

## Pandemia e educação

No tocante à educação as transformações também foram radicais, com escolas fechadas fisicamente o digital tornou-se a única forma de contato entre professores e alunos.

A pandemia da Covid-19 trouxe inúmeras modificações em nosso cotidiano, por conta das medidas sanitárias e de distanciamento social. Um dos setores mais afetados foi o educacional, de modo que as atividades pedagógicas presenciais foram suspensas e os órgãos reguladores nacionais indicaram a continuidade do semestre letivo, por meio de atividades remotas (RONDINI; PEDRO; DUARTE, 2020, p. 43).

Todos tiveram que replanejar a forma como suas aulas e atividades docente aconteciam, pois o formato de comunicação digital exigiu do professor outra dinâmica, outras metodologias e outros aplicativos de interação. Com esse novo contexto, revelou-se um cenário que para quem estuda e investiga a área das tecnologias na educação, já era bastante conhecido, porém para a grande maioria dos educadores, ainda não era percebido, o distanciamento entre o conhecimento e formação necessária para a prática diária. Em outras palavras, a formação inicial recebida nos cursos de licenciatura ainda está muito aquém do que se precisa na prática. Hoje em dia o professor necessita de conhecimentos em tecnologias e metodologias adequadas para integrar esses recursos na sala de aula.

No período da pandemia foi publicado o Parecer CNE/CP nº 5/2020, que permitiu com que as escolas pudessem ofertar o Ensino Remoto Emergencial, desta forma, as escolas particulares logo realinham seu planejamento e começaram a ministrar aulas no formato remoto. No início o caos se instaurou, uma vez que, os professores se viram completamente despreparados para esta nova realidade, bem como, os alunos tão pouco se adaptaram a ver os colegas e professores pela tela. Era de fato necessária uma rápida formação em múltiplos domínios para que as aulas transcorressem da melhor forma possível. Logo os professores viram que elaborar aulas e estratégias para o ensino remoto dá muito mais trabalho que a preparação das aulas para a modalidade presencial, bem como, exige um esforço extra para manter os alunos concentrados e motivados para esta nova realidade, tendo em vista que em casa eles tem muitas distrações, até o simples fato de

poderem abrir múltiplas janelas, para além da aula, em seu navegador e desta forma se perderem no mar de informações e imagens disponíveis na rede.

Por outro lado, nas escolas públicas a realidade foi bem diferente, pois se os professores das instituições particulares se sentiram desafiados a inovar na sala de aula, os da escola pública, além da resistência ao novo modelo, se viram em outra desvantagem, pois não possuíram muitos dos conhecimentos e equipamentos necessários para essa nova sala de aula (digital), bem como as políticas públicas andaram a passos muito lentos na reordenação de como tudo seria na escola em tempos de pandemia.

Os docentes da rede pública não estão realizando suas atividades de ensino por meio da Educação Remota por conta da ausência de infraestrutura técnica e de espaços adequados em casa para participar de tais práticas, seja por parte dos seus alunos, seja por parte dos próprios professores, que por questões socioeconômicas e culturais são excluídos do mundo digital (ALMEIDA; ALVES 2020, p. 152).

Desta forma, muitas escolas ficaram praticamente o ano inteiro paradas (2020) à espera de treinamento, equipamentos (celulares, tablets e chips de acesso à internet) para alunos e professores. Como certeza, os prejuízos de aprendizagem serão sentidos a longo prazo quando estes alunos realizarem testes de aptidão (Prova Brasil, ENEM, ENADE, Concursos, etc.). A pandemia acirrou ainda mais às desigualdades entre os alunos das escolas públicas e privadas, pois enquanto uns continuaram seu percurso escolar com aulas mediadas pela internet no computador ou *smartphone*, os da escola pública ficaram em desvantagem à espera da iniciativa pública.

## Múltiplas metodologias ativas e tecnologias digitais em contextos da pandemia

Em contexto pandêmico os professores viram que a interação com as tecnologias em sala de aula é fundamental, e que os modelos que os professores ficam horas e horas falando e os alunos passivos ouvindo toda a informação, já está ultrapassado, manter a concentração de tantos indivíduos é de fato um desafio e tanto para a educação presencial, quanto para o modelo de ensino

remoto. Fato este, que fez com que muitos professores investigassem formas de estabelecer um maior contato com seus alunos ao longo das aulas. Este contato necessita incluir não apenas transmissão de áudio e vídeo, mas também a possibilidade de troca de informações com os participantes de uma aula, primando sempre pelo protagonismo dos indivíduos, o trabalho colaborativo e crítico, além da reflexão sobre as suas práticas. As metodologias ativas foram sem dúvidas grandes aliadas nestes tempos e fizeram como que o ensino se tornasse mais balanceado entre teoria e prática.

A adoção de modelos mais ativos na sala de aula torna-se uma preocupação no cenário educacional, pois diversas características corroboram para este caminho, entre eles: o perfil diferenciado dos alunos, às demandas do mercado e o desenvolvimento de competências necessárias aos indivíduos no século XXI (BOTTENTUIT JUNIOR, 2019, p. 11).

Em pleno século XXI não podemos mais pensar em ensino bancário baseado na transmissão de informações em que nossos alunos são meros espectadores no processo de suas aprendizagens. Tendo em vista que o mercado de trabalho exige destes indivíduos características que perpassam pelo domínio de múltiplos conteúdos e habilidades, tendo algumas delas como: raciocínio, cálculo, negociação, comunicação para detalhar fatos e acontecimentos, entre muitas outras. Habilidades estas que deveriam estar muito bem solidificadas para que os mesmos tenham melhores condições de atuação na sua vida profissional, ou mesmo nas etapas superiores de seu percurso acadêmico (graduação e pós-graduação). Segundo Rodrigues et al. (2015, p. 2), “a instrução deveria fornecer experiência que as encorajam e que lhes permitam tornarem-se solucionadores de problemas, comunicarem-se e desenvolverem diferentes maneiras de raciocinar matematicamente.”

Porém apesar de toda essa realidade ainda é comum adentrarmos salas de aulas e verificarmos que os modelos dos anos 50 ainda permanecerem vivos, ou seja, ao longo de uma aula de 60 (sessenta) minutos, apenas o professor se pronuncia e o aluno passa todo o tempo calado, observando o professor, seus slides e anotações, com pouca ou nenhuma interação ao longo de todo este tempo de aula. Essa metodologia não coaduna com os atuais alunos, tendo em vista que

muitos deles tem acesso a recursos variados e tecnologias digitais, bem como, perdem a concentração com maior facilidade, necessitando por tanto, de um ensino que possa balancear teoria e prática de forma mais equilibrada. Segundo Moran (2017, p. 34), “nas metodologias ativas de aprendizagem, o aprendizado ocorre a partir da antecipação, durante o curso, de problemas e situações reais, os mesmos que os alunos vivenciarão depois na vida profissional”.

As metodologias ativas por outro lado, são todas aquelas em que nossos alunos se tornam protagonistas do processo, deste modo, otimizam o tempo de sala de aula com atividades mais práticas, dinâmicas e interativas em que a colaboração, o pensamento crítico, a criatividade, a comunicação e a reflexão sobre a prática são sempre colocadas nas pautas das propostas pedagógicas.

A propostas ativas primam pela construção do conhecimento, desta forma as tarefas sempre desafiam os alunos a dar respostas novas ou ainda resolver problemas e enigmas, estes modelos atraem mais a atenção deles, pois de outra forma, eles logo se distraem e no fundo não entendem muito a aplicabilidade do que estão estudando. Além das características acima descritas, envolver os alunos no processo, também deverá ser uma preocupação quando as tarefas estão sendo desenhadas, desta forma, eles deverão ser ativos na busca de soluções para problemas reais, bem como, o caráter lúdico deverá também fazer parte do processo para que eles possam produzir melhores resultados, gerando desta forma, aprendizagens bem mais duradouras.

Além das características acima descritas outra habilidade bastante presente nas metodologias ativas é a questão da autonomia, nela o aluno se torna independente para procurar respostas para suas inquietações, bem como buscar as melhores soluções para solucionar os problemas que possam surgir. A autonomia é sem dúvidas uma demanda latente atual, uma vez que a vida apresenta a todo momento incógnitas e estar preparado para resolvê-los será um grande diferencial para cada um dos alunos que assim forem desafiados a desenvolver essa habilidade desde a escola.

A este nível o professor tem uma série de opções de metodologias ativas para adotar na sala de aula, a escolha deve ser realizada em função do público, do nível tecnológico, entre elas temos:

- **Sala de aula invertida** – trata-se de um modelo metodológico híbrido em que o professor realiza o planejamento das atividades de modo com que os alunos realizam a formação em conteúdos teóricos em casa, por meio de vídeo aulas, textos, podcasts, vídeos didáticos e demais materiais didáticos. Em sala de aula, o professor utiliza o tempo de aula para atividades mais práticas como: debates, resolução de problemas, projetos, jogos interativos, resolução de exercícios e fichas dirigidas. No momento pós aula o professor envia atividades e trabalhos de média complexidade para verificar se os conhecimentos de fato se efetivaram.

Quando docentes e discentes se encontram na sala de aula, o conteúdo básico já foi apresentado, e o tempo da aula, que passa a ter um novo propósito, é usado para envolver alunos em processos cognitivos mais complexos. Os alunos fazem o trabalho leve antes da aula e o trabalho mais difícil em aula, onde o professor está lá para ajudá-los (BERGMAN, 2018, p. 11).

- **Aprendizagem baseada em projetos (ABP)** – trata-se de uma metodologia ativa em que os alunos são desafiados em grupos colaborativos de trabalho a resolverem uma tarefa em fases de modo com que desenvolvam competências necessárias ao longo da resolução desta missão. É um dos modelos mais utilizados e conhecidos pelos professores e os resultados demonstram integração dos alunos na construção dos seus saberes.

A ABP pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho aos alunos no contexto do trabalho colaborativo (BENDER, 2014, p. 15).

- **Gamificação** – trata-se de uma metodologia ativa que utiliza as mecânicas dos jogos em situação de não jogo, prima pelo desenvolvimento de tarefas de maneira coletiva e com grande capacidade de engajamento e motivação dos participantes. Pode ser utilizado em diferentes contextos, tais como: ambiente empresarial, industrial, sala de aula entre outros. Segundo Luz (2018, p.44) “a gamificação seria a aplicação de elementos dos jogos em atividades do dia a dia para gerar motivação e interesse dos alunos”.

Os modelos ativos apresentados são apenas alguns exemplos de metodologias ativas que podem ser empregadas em sala de aula, devendo o professor analisar por meio de uma avaliação diagnóstica as características físicas e tecnológicas da sua sala de aula, e as motivações e inclinações de seus alunos para adoção do melhor modelo. Entre outras possibilidades podemos citar ainda: a aprendizagem baseada em problemas, *Peer instruction*, Rotação por Estação, Metodologia *WebQuest*, etc.

Além das metodologias é interessante integrar as tecnologias digitais ao processo, ou seja, explorar os recursos de maneira criativa, colaborativa e inteligente, sempre com o intuito de desenvolver altos níveis do domínio cognitivo (síntese, avaliação e criação). Utilizar as tecnologias sem objetivos bem definidos é de fato uma perda de tempo, uma vez que, os alunos não se desenvolvem como o esperado. Com a tecnologia, o professor poderá planejar atividades de pesquisa da informação, interação direta (troca de informações em tempo real), atividades avaliativas (tanto na perspectiva quantitativa como na qualitativa), construção de portfólios digitais, jogos digitais, automatização de processos, visitas virtuais, simulação, realidade virtual, planejamento, programação, organização, desenho, etc. São infinitas às potencialidades e de uma riqueza incrível para o desenvolvimento dos alunos, desta forma, vamos aqui destacar alguns recursos digitais que podem ajudar o professor a aliar as metodologias ativas às tecnologias educacionais de acordo com seus objetivos (ver tabela 1).

Objetivos	Recursos Digitais
Avaliar a aprendizagem por meio de quiz	Kahoot, Quizizz, Socrative, etc.
Criação de portfólios e possibilitar a escrita colaborativa	Padlet, Blogger, Google Docs, etc.
Interação entre os participantes	Nearpod, Wooclap, Mentimeter, etc.
Desenvolvimento da competência oral – Criação de Podcasts	Vocaroo, Anchor, etc.
Desenvolvimento de mapas conceituais	Cmaptool, Tex2MindMap, Bubbl.us, etc.
Criação de questionários e ambientes de recolha de dados	Google Forms, Survey Monkey, Edupulses, etc.

Objetivos	Recursos Digitais
Criação de conteúdos Interativos e (imagens, postagens para redes sociais, apresentações, infográficos, etc.	Genially, Canva, etc.
Criação de Vídeos e perguntas interativas	Playposit, Edpuzzle, etc.
Criação de jornais online	<a href="http://www.fodey.com/">www.fodey.com/</a>
Criação de Nuvens de palavras	Wordclouds, Tagul, Word Clouds for Kids, etc.
Criação de Jogos e atividades dinâmicas	Wordwall, Educaplay, etc.
Criação de Palavras Cruzadas	<a href="http://www.educolorir.com/crosswordgenerator.php">www.educolorir.com/crosswordgenerator.php</a> <a href="http://criadordecruzadinhas.com.br/">criadordecruzadinhas.com.br/</a>
Utilização de Calculadoras Online	<a href="http://www.calculadora-online.xyz/">www.calculadora-online.xyz/</a> <a href="http://www.matematica.pt/util/calculadora-cientifica.php">www.matematica.pt/util/calculadora-cientifica.php</a>
Utilização de Temporizador Online	<a href="http://relogioonline.com.br/temporizador/">relogioonline.com.br/temporizador/</a>

**Tabela 1: Objetivos e recursos digitais a serem empregados em conjunto com as metodologias ativas**

## Considerações finais

A pandemia trouxe a todos nós um misto de muitos sentimentos alguns tristes e outros desafiadores, e ainda, muitas descobertas, na medida que os professores e os alunos aprenderam em tempo muito curto um conjunto muito alargado de metodologias e tecnologias digitais. Graças à internet e aos muitos recursos que temos a nossa disposição foi possível continuar as nossas atividades didáticas por meio do ensino remoto. Muitos ficaram aflitos e desesperados, pois não tinham conhecimentos suficientes para essa nova realidade, outros se adaptaram tão bem que já cogitam continuar a utilizar destes recursos no pós-pandemia.

A adoção de qualquer que seja a metodologia ativa no contexto presencial ou em aulas remotas deve ser sempre alvo de planejamento e uso consciente, pois podemos transformar facilmente um modelo bem-sucedido numa verdadeira tragédia, caso o mesmo não seja adotado da forma correta. A escolha do recurso digital e do modelo deverá sempre primar pelo desenvolvimento das habilidades necessárias para os estudantes da atual sociedade, tendo em conta que hoje em dia

existe uma variedade incrível de recursos o professor poderá implementar modelos e atividades cada vez mais atrativas e envolventes para os alunos, tornando a aprendizagem lúdica e mais leve.

O futuro é incerto, porém ele aponta para alguns caminhos, e neste sentido, é que precisamos investir em formação continuada, pois somente desta forma daremos conta de superar os desafios e problemas que o mundo ainda há de nos apresentar.

## Referências

ALMEIDA, B. O.; ALVES, L. R. G. Lives, educação e covid-19: estratégias de interação na pandemia. **Interfaces Científicas**, Aracajú, v. 10, n. 1, p. 149-163, 2020. DOI: 10.17564/2316-3828.2020v10n1p149-163. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/8926>. Acesso em: 12 out. 2021.

BACHIC, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (Org.). **Ensino Híbrido: personalização e tecnologias na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 27-45.

BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERGMANN, J. **Aprendizagem Invertida para Resolver o Problema do Dever de Casa**. Porto Alegre: Penso. 2018.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B. Sala de Aula Invertida: Recomendações e Tecnologias Digitais para sua Implementação na Educação. **RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, p. 11-21, 2019.

LUZ, A. R. Gamificação, motivação e a essência do jogo. In: SANTAELLA, Lucia; NESTERIUK, Sérgio; FAVA, Fabricio (Org.). **Gamificação em Debate**. São Paulo: Blucher, 2018. p. 39-50.

MORAN, J. Educação Híbrida: um conceito chave para a educação, hoje. In:

RODRIGUES, S. S.; SOUSA, F. A.; OLIVEIRA, G. S.; LEITE, P. F. O; VIEIRA, A. A. **A Webquest como proposta Metodológica para o Ensino de Matemática**. In: II Congresso Nacional de Educação (II CONEDU), 2015, Campina Grande. Anais II CONEDU, 2015. v. 1.

RONDINI, C. A.; PEDRO, K. M.; DUARTE, C. S. Pandemia do Covid-19 e o Ensino Remoto Emergencial: Mudanças na Práxis Docente. **Interfaces Científicas**, Aracajú, v. 10, n. 1, p. 41–57, 2020. DOI: 10.17564/2316-3828.2020v10n1p41-57. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/9085>. Acesso em: 12 out. 2021.

## SABERES CO-MOVENTES EM DIÁLOGO: A PRÁTICA ARTÍSTICA COMO PESQUISA E A ABORDAGEM SOMÁTICO-PERFORMATIVA

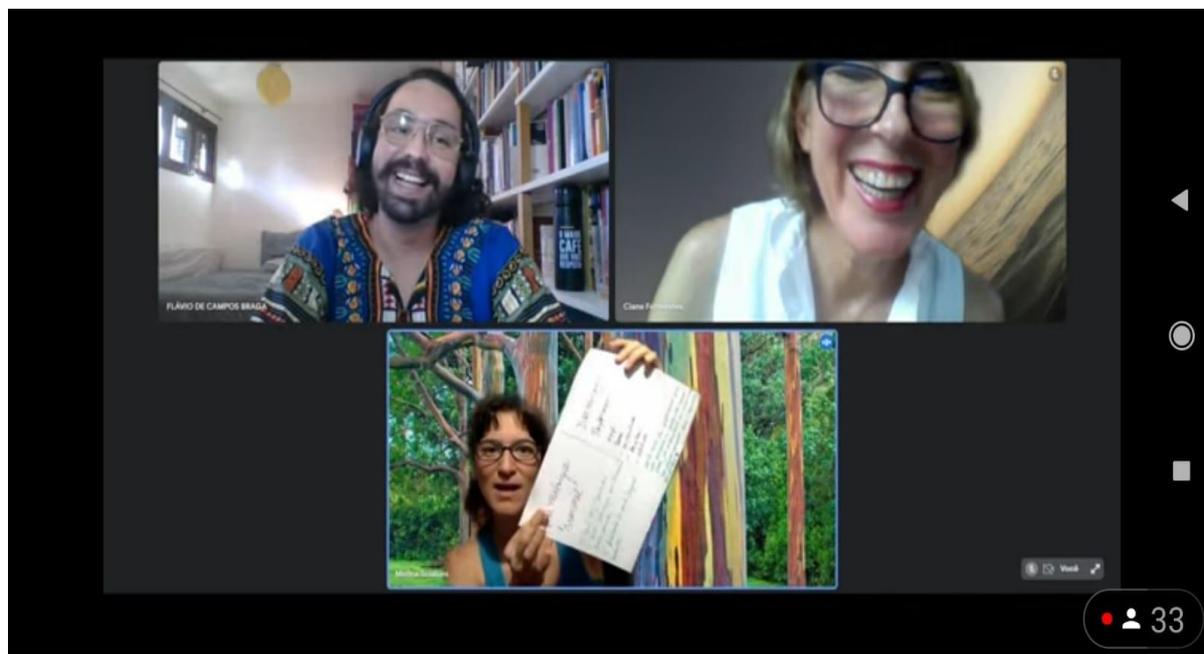
*Ciane Fernandes*

*Melina Scialom*

Este texto é uma conversa entre as autoras, propositoras da palestra imersiva em formato *online* Saberes Co-Moventes: A Prática Artística como Pesquisa e a Abordagem Somático-Performativa na 36ª Jornada Acadêmica Integrada JAI da Universidade Federal de Santa Maria RS, em 24 de novembro de 2021. Na palestra, apresentamos alguns modos de Pesquisa Performativa, terceiro paradigma de pesquisa (além do quantitativo e do qualitativo), bem como alguns de seus desdobramentos, a exemplo da Abordagem Somático-Performativa. Coerente com as metodologias de Prática Artística como Pesquisa, propusemos uma vivência, além de trocas de processos e perguntas de modo interartístico e colaborativo.

Neste texto, escolhemos alguns aspectos desta prática com o intuito de complementar as noções ali desenvolvidas. Assim, iremos comentar nossas experiências com estas abordagens, a exemplo de nossas matrizes, desdobramentos, detalhes mais conceituais e até metodológicos, bem como alguns profissionais e contextos que têm dado suporte a estes desenvolvimentos. O formato de conversa sustenta um texto inter-relacional e performativo, num compartilhamento de saberes para além da mente agitada e produtiva separada de um corpo subserviente.

**Figura 1 – Melina Scialom compartilhando sua escrita performativa, criada ao longo da palestra imersiva em formato *online* Saberes Co-Moventes. Na tela, Flávio Campos, Ciane Fernandes e Melina Scialom.**



CF - A imersão de Prática Artística como Pesquisa que conduzimos na JAI fluiu em um entrelaçamento de investigação, movimento e pensamento ininterrupto do começo ao fim (Figura 1). As perguntas ao final também surgiram pelo chat com Flávio Campos, mediador da sessão, flutuando com seu sorriso vibrante entre os movimentos, imagens e figurinos com que ele havia dançado em sua sala (ou seria quarto ou escritório?) em meio à mobília, tapete e livros. Quanta inspiração! Tem sido em um fluxo como esse que, ao longo das nossas experiências de vida, fomos pouco a pouco levadas para o que descobrimos que já tinha um nome: Prática Artística como Pesquisa, termo que traduzimos do *Practice as Research (PaR)*. Melina me ajudou muito a entender isso, na época ela fazia doutorado no Reino Unido e me mandou o texto do Brad Haseman (2006) e então entendi com quem eu estava dialogando: um grupo imenso de pesquisadores que já estavam muito desencantados, e na verdade bastante insatisfeitos, com o não reconhecimento e até invalidação das artes como modo de criar conhecimento, e que não se

encaixavam nas metodologias existentes e formalmente aceitas como método científico no universo acadêmico.

MS - Meu percurso na Prática como Pesquisa iniciou quando fui convidada por Ciane Fernandes em 2008 para investigar minha pesquisa de mestrado através do meu corpo em seus Laboratórios de Performance. Mesmo sem ter uma pesquisa aparentemente de cunho "prático" ou "com encenação" como era chamado na época no PPGAC da UFBA, onde estava fazendo mestrado, Ciane me sugeriu participar dos laboratórios que aconteciam em uma sala de dança da Escola de Dança da UFBA. Me lancei nos encontros focada sobre a minha pesquisa. Para minha surpresa, fui formatando um tipo de exploração corporal que trazia elementos da pesquisa para serem articulados através do movimento expressivo do meu corpo. Ao analisar os vídeos de cada investigação, foram oito no total, fui descobrindo respostas para perguntas que eu não sabia responder com somente a articulação teórica da pesquisa. Estas respostas e discussões sobre os laboratórios integraram o conteúdo da pesquisa gerado e também a metodologia discutida na dissertação. Por estar trabalhando sobre e com a práxis de Rudolf Laban, justifiquei meu uso da prática na pesquisa com o próprio universo labaniano que amalgama esses conteúdos. A prática de laboratório se tornou parte da metodologia da pesquisa, no que chamei de "metodologia tetraédrica", seguindo os sólidos de Platão que o próprio Laban utilizou no desenvolvimento de sua práxis (SCIALOM, 2017).

De fato, a práxis de Rudolf Laban tem sido um portal para entender o movimento como uma maneira de trabalhar e gerar conhecimento (FERNANDES; LACERDA; SASTRE; SCIALOM, 2019), o que explica o fato de ter articulado a prática da dança como pesquisa naquele momento do mestrado, mesmo sem saber que já existia um universo sobre tal epistemologia em ascensão. Quando preparei a defesa da dissertação incluí uma instalação performática (Figura 2) que continha rastros dos laboratórios realizados em uma performance que exibia a pesquisa de forma tridimensional, rítmica e poética (SCIALOM, 2009) para que a banca e o público presente pudesse não somente ouvir *sobre* a pesquisa (na arguição e defesa) mas também *experienciá-la* de forma poética e imersiva.

**Figura 2 – Melina Scialom durante sua defesa de mestrado no Teatro do Movimento, Escola de Dança da UFBA, julho de 2009.**



Fonte: arquivo da autora.

Dois anos mais tarde, em 2011, quando iniciando meu doutorado na Universidade de Surrey na Inglaterra e buscando articular o como minha prática integraria minha pesquisa sobre o universo labaninano do século XXI, entrei em contato com o que lá eles chamavam de *Practice as Research* (PaR). Percebi que esse termo falava exatamente do que tinha feito em minha pesquisa e no Laboratório com Ciane. Inclusive, ao me deparar com o artigo de Brad Haseman que fala da Pesquisa Performativa (HASEMAN, 2006), compartilhei com Ciane para vermos o como aquilo que ela já realizava em seus laboratórios tinha um nome e uma defesa metodológica clara. Segui meu doutorado integrando práticas de laboratórios em minha pesquisa.

Para integrar meu corpo (em movimento) na minha pesquisa me aprofundei na etnografia corporalizada (*embodied ethnography*). Pesquisar Laban só me fazia sentido se fosse através da minha experiência em praticá-lo e de entender o que a

práxis e seus desdobramentos movimentavam no corpo humano. Ao apresentar a tese final, apesar de não trazer um produto "prático" junto ao texto (ou durante a defesa, como aconteceu no mestrado), articulei de forma discursiva o como a minha experiência (prática) havia informado e contribuído com a pesquisa realizada, trazendo resultados diretamente associados ao conhecimento vindo da experiência.

A prática de laboratórios para investigar movimentos de pesquisa através do corpo expressivo tem sido recorrente, desde meu mestrado, passando pelo doutorado como depois em meu pós-doutorado. Em quinze anos de pesquisa, acabei por sistematizar um método para realização de laboratórios em pesquisas (SCIALOM, 2021). Dessa forma, meu percurso na Prática Artística como Pesquisa aconteceu através dos Laboratórios de Performance do PPGAC/UFBA e foi se articulando de acordo com as minhas necessidades pessoais de pesquisa e também respondendo a materialidade da minha prática artística, a Arte do Movimento.

CF - No começo do PPGAC/UFBA, o Laboratório de Performance foi desenhado para ser o espaço da prática artística, mais especificamente, da prática cênica relacionada ao projeto de alunos/as que tivessem projeto de pesquisa com encenação. Esse foi o projeto curricular inicial, sabiamente desenhado por Sérgio Coelho Borges Farias. Por isso nem era registrado como disciplina, e sim como atividade, e na maioria das vezes cada aluno/a desenvolvia a prática associada à sua pesquisa individualmente, e o/a professor/a acompanhava algumas dessas atividades, visitando o processo e dando retorno também em alguma mostra de processo, por exemplo. Era mais ou menos como um trabalho de final de curso de graduação, onde o aluno/a que está no último semestre desenvolve um projeto de encenação e o orientador vai acompanhando, mas não precisa necessariamente estar presente em todos os ensaios etc. Só que isso atrelado a um projeto de pesquisa bem mais complexo, de mestrado ou doutorado.

No semestre de 2008, quando Melina se matriculou, foi interessante, porque estavam matriculados também Daniel Becker Denovaro e George Mascarenhas de Oliveira, cada um com um projeto totalmente diferente do outro, e os três sendo artistas de alto nível, mas cada um em uma especialidade que enfatiza a corporeidade de modo bem distinto. A parte prática do projeto de Daniel, além de

envolver o treinamento de ator que ele fez com uma turma da graduação sob minha supervisão (Estágio Docente), incluía a comparação técnica entre os métodos somáticos de Joseph Pilates, Irmgard Bartenieff e Moshe Feldenkrais (BECKER, 2011). Durante nossos encontros, Daniel e eu trocávamos diferentes exercícios, identificando similaridades e diferenças. George, por outro lado, estava explorando cada um dos princípios da Mímica Corporal Dramática de Etienne Decroux, numa montagem cênica parte da sua tese (OLIVEIRA, 2011). Enquanto explorava, também compartilhava os princípios conosco, até para descobrir possibilidades de combinações etc.

Já Melina estava desenvolvendo uma pesquisa sem encenação, fazendo um mapeamento inédito de profissionais do Método Laban no Brasil, e já havia coletado inúmeras entrevistas gravadas. Mesmo não tendo encenação, Melina explorou as entrevistas ouvindo-as enquanto improvisava. Ela havia vindo com todos esses materiais e muitas leituras já realizadas, e sugeri que explorasse movimentos enquanto ouvia as entrevistas, o que ela prontamente realizou por várias semanas. Ali percebi que não estávamos mais lidando só com encenação, e nem mesmo com alguma(s) prática(s) específica(s) que era(m) objeto(s) da pesquisa, como no caso de Daniel. Alguma outra coisa conectava as três modalidades, as três possibilidades de pesquisa onde a prática artística é o eixo norteador, com ou sem uma encenação que acompanhe a tese ou dissertação.

No horário do Laboratório, esses três pesquisadores se encontravam e eu tinha que dar atenção aos três, numa mesma sala da escola de Dança da UFBA. Poderíamos ter buscado salas e horários separados para cada um desenvolver suas práticas como na proposta da atividade, mas começamos o semestre num encontro informal e achei possível e bastante intrigante compartilharmos a atividade, o que acabou sendo muito interessante. Em alguns momentos, por exemplo, um testemunhava o processo do outro, por vezes até ajudava na filmagem, por exemplo. E ali comecei a ver que havia uma possibilidade de apoio mútuo, de sair do casulo da pesquisa como algo tão individual e competitivo, mas, ao invés disso, algo fundado na generosidade e acolhimento coletivo na e através da corporeidade artística. Afinal, os três estavam explorando aspectos bastante corporais, mas em modos e aplicações muito distintas.

A partir daquele semestre, comecei a juntar os/as alunos/as em um mesmo local e horário, até porque eram muitos alunos/as que começaram a se matricular na atividade. Mas só reunir e conversar ou compartilhar projetos não funcionava nem mesmo com outros professores que por vezes ministraram a atividade (que hoje já é uma disciplina), pois haviam muitas faltas, as pessoas não tinham tempo, não estavam estimuladas, inclusive porque já compartilhavam suas pesquisas em outras disciplinas, e precisavam de tempo para de fato desenvolverem suas encenações e/ou performances. Ou seja, em geral, o curso continuava com essa dualidade: disciplinas teóricas, algumas optativas parcialmente práticas, e um local fora desse contexto onde cada um fazia sua prática, além de todo um período isolado escrevendo o trabalho final *depois* da prática e sem encontrar com colegas nem mesmo em disciplinas teóricas. Pouco a pouco, começaram a fazer do Laboratório um lugar de refúgio, um lugar seguro onde podiam compartilhar estes tipos de inquietações e insatisfações, suas dúvidas e conflitos acadêmicos que empacam o processo de pesquisa, de escrita etc. inclusive isto passou a estar disponível durante todo o curso, não apenas na fase de exploração e criação cênica ou performativa (como estava previsto na grade curricular). Meu foco era exatamente nas necessidades e dificuldades de cada um (o que foi se revelando como bastante comuns a muitos/as), mas primeiro estabelecendo um campo afetivo de suporte, acolhimento e segurança, sem julgamento ou crítica, ou cobranças quanto a conteúdos ou avaliações. E sempre tudo fluía baseado em práticas que os/as próprios/as pesquisadores/as pediam ou sugeriam. Mas eu ia sempre puxando para a temática do ato de pesquisar, associando prática artística de cunho somático e performativo (que são meu *background*) a um modo de guiar a pesquisa, seus processos, seus percursos, suas fases, sua organização intrínseca etc. Ou seja, como é que a prática não é apenas um objeto de pesquisa, mas é em si mesma o modo como pesquisamos?

Aquela outra coisa que conectava as três modalidades do semestre 2008 não era somente a prática artística como eixo norteador. No caso dos laboratórios, essa prática artística tinha a corporeidade como foco principal, não apenas pelo enfoque dos projetos, mas pela minha perspectiva e experiência. Como analista de movimento em Laban/Bartenieff Movement Studies (Estudos de Movimento

Laban/Bartenieff), percebo e conecto tudo com e através do movimento - compreendido como gradações entre ebulição e pausa, execução e recuperação, mobilidade e estabilidade - numa perspectiva ecocêntrica, ou seja, movemos e somos co-movidos num continuum onde somos parte de um todo múltiplo e integrado de sabedorias diversas muitas vezes invisíveis (já que nosso campo de visão é bastante limitado). É preciso perceber com todos os sentidos para imergir e interagir nesse todo complexo. Afinal, como explica a pesquisadora somática Martha Eddy (2021), temos dez sentidos: cinco para sentir o ambiente (olfato, gustação, visão, audição, tato) e cinco para sentir-se a si mesmo (tensão, forma corporal, parar/iniciar, ficar em pé, inclinar/cair)<sup>1</sup>.

MS - Sim, esse embasamento da Arte do Movimento me parece fundamental na sua abordagem, Ciane, e principalmente no modo como você vem estruturando isso e que nomeou de Abordagem Somático-Performativa. Minha experiência com a Abordagem Somático-Performativa aconteceu durante meu doutorado e como parte da pesquisa sobre a contemporaneidade da práxis de Rudolf Laban. Apesar do doutorado ser no Reino Unido, eu justamente vim ao Brasil no segundo semestre de 2013 para a coleta de dados sobre 3 profissionais especialistas em Laban no Brasil. Dentre eles Ciane Fernandes com quem estive pesquisando especificamente a Abordagem e sua relação com os princípios da Arte do Movimento em busca de entender o como ela articula o pensamento labaniano nessas últimas décadas. Justamente, em minha pesquisa de doutorado, busquei traçar paralelos entre o pensamento de Laban e metodologias e abordagens que surgiram a partir da práxis labaniana corporalizada e materializada no século XXI. Abordagem Somático-Performativa foi uma delas.

Ao estudar a Abordagem Somático-Performativa no contexto do meu doutorado e da materialização da práxis de Rudolf Laban no século XXI (Scialom, 2015) fiquei particularmente interessada no trabalho de Ciane Fernandes que, desde meu mestrado, já sabia das raízes no Método Laban. Porém, ao pesquisar o percurso de Ciane, fui percebendo o como a sua história e corporeidade foram

---

<sup>1</sup> *Sensing the world (smell, taste, sight, hearing, touch) and sensing yourself (tension, body shape, stop/start, stand tall, tilt/fall).*

construindo uma metodologia que materializa o pensamento de Laban no século XXI, como sendo um método que associa o fazer artístico e a corporeidade dos pesquisadores a pensamentos contemporâneos, em especial àqueles ligados à somática, à neurodiversidade, à espiritualidade e à terapêutica para se tornar uma metodologia de Prática Artística como Pesquisa. O pensamento de Laban, justamente, é o elemento que integra todos os outros pensamentos, práticas e proposições e leva a pesquisadora até o artístico. Isto porque Laban trabalhou com o movimento expressivo ou a expressividade do indivíduo através do movimento. Desta forma, na Abordagem Somático-Performativa, o artístico (a arte) se torna uma forma de materializar e mediar realidades sensíveis e ecológicas. Além disso, a arte proporciona uma transformação epistemológica da pesquisa, se tornando sujeito, objeto e *modus operandi* da prática de pesquisa.

A Abordagem Somático-Performativa é tanto uma prática como também uma teoria que não somente apoia metodologicamente a prática da pesquisa mas também é uma porta para a criação artística, como você, Ciane, vem provando em suas diferentes criações. Além disso, ela também é uma pedagogia para e nas artes da cena, como vem acontecendo há mais de uma década no Laboratório de Performance.

CF - Exato, é criação e(m) pesquisa e pedagogia. Sempre tomei muito cuidado ao guiar as aulas, porque não queria imprimir um caminho prévio e “correto”, e sim, estimular cada aluno/a a descobrir seus próprios modos e caminhos. Por isso, é muito diferente de uma aula onde se ensina “alguma coisa”, apesar que, de certo modo, ensino a fazer Prática Artística como Pesquisa, mas isso é uma estrutura aberta (termo que meu mestre, o coreógrafo e dançarino Douglas Dunn, usava em New York porque achava que “improvisação” era muito pejorativo de algo que sai do nada). Instruções abertas e perguntas poéticas são modos de criar que aprendi de Douglas e de Pina Bausch, obviamente! Inclusive este texto-diálogo começou assim, nós duas fazendo perguntas uma para a outra, e às vezes até para si mesmas! Pouco a pouco, fomos compondo o texto-conversa.

Sempre me envolvi totalmente nas atividades, realizando as práticas junto com toda a turma, sem me separar como uma observadora externa ou alguém que

dá instruções e controla, por exemplo. De fato, cada pergunta ou direcionamento sutil que surge vem da exploração e vivência somático-performativa que vou realizando junto com todos/as no campo que criamos juntos/as, muitas vezes de olhos fechados ou simplesmente com foco mais interno mas sintonizada com o campo de todo o grupo e do ambiente. Esta ênfase na senso-percepção, como se estivesse de olhos fechados, tem a influência do método somático do Movimento Autêntico (PALLARO, 1999) e consiste num dos princípios fundantes da Abordagem Somático-Performativa, a saber: Ser guiado pelo impulso interno de movimento. E isso é em tudo que se faz, inclusive lecionando uma aula, uma palestra, escrevendo um texto etc.

Ou seja, aos poucos, fui delineando um modo somático-performativo de lecionar também. Tudo foi se associando, e também comecei a trazer as propostas do Coletivo A-FETO para os laboratórios, assim processo de criação juntos/as articulavam as pesquisas de modos eminentemente artísticos e bastante abertos, onde cada um/a criava dentro da proposta do grupo. Inclusive a performance do grupo surgia a partir de perguntas das próprias pesquisas que estavam nos co-movendo nos laboratórios. Então a conversa entre pesquisa e prática artística estava cada vez mais espelhada. Cada vez que tínhamos alguma proposta de performance, como a Mostra de Performance da Galeria Cañizares, que acontece desde 2010 com participação do Coletivo (FERNANDES, 2019.1), eu trazia a chamada para as aulas e criávamos uma performance juntos/as.

MS - Acho especialmente interessante como laboratórios de pesquisa e de performance fomentam o surgimento de práticas assim inovadoras, exploratórias, transgressoras em todos os níveis metodológicos e de pesquisa. Por exemplo, como participante e pesquisadora do Laboratório de Performance desde antes do surgimento da Abordagem Somático-Performativa, venho me interessando pela pesquisa corporalizada em todos os níveis e que acontece particularmente através de laboratórios de pesquisa em artes cênicas. Com quinze anos de prática de laboratórios de pesquisa e de performance desenvolvi um entendimento e uma sistemática para assumir os laboratórios enquanto metodologia de pesquisa corporalizada. Venho aplicando e difundindo enquanto pesquisadora e orientadora

esse método, investigando e encontrando a importância que eles têm no desenvolvimento de pesquisas que tem objetivo de coletar dados através da investigação corporal e somática. Assim tenho me aprofundado em pesquisas onde o laboratório contribui para a investigação, criação e coleta de "dados" de uma pesquisa, ou seja, uma investigação que precisa de uma atividade corporal determinada para realizá-la. Nesse contexto, a realização de laboratórios permite determinar o rigor de uma investigação corporalizada, pois ela estabelece parâmetros para a pesquisa cuja matéria gerada é dependente do conhecimento tácito do indivíduo pesquisador ou dos colaboradores-praticantes envolvidos.

O laboratório enquanto termo científico está relacionado a um espaço onde experimentos são realizados. Quando utilizado nas artes da cena, ele também se remete a uma mesma função de envolver um espaço para realização de experimentos, porém adaptado à materialidade a qual as artes trabalham - o corpo, a presença, a expressão, os significados... Nas artes da cena, uma investigação desse tipo, ou seja um laboratório, pode ser instaurado em qualquer lugar (que que as artes trabalham com materiais e circunstâncias diversas), desde que o propósito laboratorial da atividade seja mantida. Ao meu ver, realizar ou instaurar um laboratório significa buscar ou estabelecer um rigor de pesquisa que então discute o tipo de conhecimento trazido pela/através da investigação. E isso ficou claro durante a pandemia, quando seguimos com as atividades dadas as novas condições *online*. Instauramos nossos experimentos corporalizados em espaços diversos, conectados em tempo real num campo expandido de co-criação.

CF - No início da pandemia eu estava meio receosa, porque realmente a presença física é fundamental para o desenvolvimento das atividades. Mas a questão é estarmos na presença enquanto consciência corporal plena, aonde quer que estejamos, e estarmos sintonizados somaticamente, ou seja, conectados afetivamente em nossas senso-percepções e atentos/as assim de percepção expandida, em escuta dos muitos si mesmos/as (já que somos trilhões de células, sistemas, emoções, estímulos, sinapses etc. em constante transformação e troca com o ambiente) e dos/as outros/as, com tudo que existe em suas sabedorias também, sem julgamento.



Desde 2020, temos feito todas as atividades online, com performances em telepresença. Inclusive em 2021.1 pela primeira vez abri vagas para aluno/a especial, então tivemos alunos/as do Brasil todo, vinculados ou não a universidades. Isso nos permitiu criar uma rede de pesquisas em movimento compartilhando processos, publicações, defesas, performances etc. Tudo muito fluido e com muita afetividade e engajamento social. Em 2021.2, muitos/as destes alunos/as seguiram acompanhando os encontros (que não chamamos mais de aulas já há muitos anos), mesmo não estando matriculados. A filosofia do Laboratório é a de que você pode seguir acompanhando os encontros sempre que quiser, mesmo depois de completar os créditos necessários, e até mesmo após defender sua tese. De fato, costumo até dizer que os melhores alunos/as são repetentes, porque sempre voltam (mesmo que aprovados com nota máxima). Isto porque trata-se de um processo em campo expandido, onde pulsões vão tecendo formas cristalinas no espaço dinâmico da pesquisa entre arte e vida. Isso não tem fim, e precisa de tempo para amadurecer.

Claro que tem ciclos, e concluir uma tese é uma conclusão necessária. Mas não se pode limitar uma vivência e uma percepção apurada à pressão de algumas poucas horas (já que atividades online duram no máximo duas horas, além disso são extenuantes), ou a um “semestre”, que na universidade acaba sendo um trimestre. Voltar ao laboratório lá no meio da escrita da tese, por exemplo, traz todo um frescor ao processo que muitas vezes fica enrijecido conforme vamos chegando mais ao final do curso e sob a pressão de entregar grandes quantidades de materiais escritos. Por outro lado, a convivência entre alunos/as de diferentes níveis de aprendizagem é muito enriquecedor para todos/as. Estabelecer uma base fluida e flexível entre estes diferentes níveis de conhecimento é também parte dos laboratórios. Afinal, são etapas acadêmicas, mas toda forma de conhecimento deve ser reconhecida e validada, mesmo de quem ainda nem entrou numa pós-graduação.

É neste ponto que a Prática Artística como Pesquisa é uma metodologia social e politicamente correta, porque reconhece e valoriza conhecimento tácito, vinculado à experiência vivida e de relevância coletiva. Ou seja, reconhece e visibiliza modos práticos, muitas vezes advindos de matrizes culturais e étnicas diversas, como sabedorias de igual relevância que uma reflexão teórica ou que um

experimento científico. Mas é preciso distinguir e esclarecer certos parâmetros para saber quando se está realmente desenvolvendo um projeto de pesquisa no(s) paradigma(s) da PaR, ou quando ainda separamos prática de teoria (o que é comum), ou quando nosso objetivo é mesmo o de realizar uma obra de arte, sem necessariamente envolver um projeto de pesquisa *per se*.

MS - Para que uma pesquisa aconteça dentro do paradigma da PaR é preciso ter claro que a prática sendo utilizada e investigada gera um tipo de conhecimento. A prática é, portanto, utilizada como um material a ser investigado. Inclusive ela também é utilizada como método de pesquisa, ou seja, forma de se investigar alguma coisa. Isso significa que em projetos de PaR a prática não é somente um objeto de análise, algo que é vista, após concluída, através de lentes analíticas, e que muitas vezes vêm das ciências sociais e linguísticas. Apesar de um projeto de PaR poder associar métodos de outras áreas do conhecimento, ele admite a arte e o fazer artístico enquanto método em si e passível de gerar novos conhecimentos e entendimentos de algo. Numa pesquisa de PaR a investigação não acontece sobre alguma coisa, onde olhamos para a prática como um objeto a ser analisado e discutido através de metodologias qualitativas e/ou quantitativas. Ao contrário, a pesquisa acontece através da prática, onde a prática é que influencia, determina, guia, articula os interesses, as hipóteses, as ideias, os questionamentos sendo feitos.

CF - Nesse sentido me parece importante reconhecer que muitos profissionais no país já realizam práticas artísticas no contexto da pesquisa acadêmica há muitos anos, apesar de que nem todos nomeiam o que fazem como PaR, ou, por outro lado, pode ser que tenham já desenvolvido modos locais de PaR, o que o termo internacional vem acrescentar em termos de debates antropofágicos e decoloniais.

MS - A metodologia foi cunhada no universo acadêmico internacional com uma finalidade específica: regulamentar a pesquisa que acontece com o suporte de técnicas e fazeres que não fazem parte do catálogo epistemológico científico



tradicional da academia ocidental. Essa necessidade ficou latente primeiramente em países escandinavos e anglo-saxões, que adotaram a terminologia na língua inglesa para criar um campo de pesquisa que incluísse propostas onde o conhecimento oriundo da prática artística fosse aceito e valorizado enquanto componente de pesquisa. Com a ampliação da atuação artística no ambiente acadêmico mundial, outros países e regiões foram criando terminologias próprias para endereçar esse modo de pesquisa, como por exemplo, no Canadá a metodologia é chamada de *Research Creation*, nos Estados Unidos é chamada de *Performance as Research* e na Austrália ela tem o nome de *Performative Research*. No Brasil a necessidade de cunhar um termo para admitir a prática artística no universo acadêmico não foi tamanha para que fosse criado um termo específico para tal atividade.

Porém, isso não quer dizer que a metodologia enquanto um modo de se trabalhar com conhecimento tácito em pesquisas acadêmicas não existiu. Pelo contrário, a prática é reconhecida na academia desde os primórdios dos Programas de Pesquisa e Pós-Graduação em Artes Cênicas no país. Mas, apesar de tal inserção prática na academia, não houve um esforço em produzir teoria e literatura específica que justificasse tal atividade perante as agências reguladoras e de fomento à pesquisa. Tal ausência refletiu na falta de definição dos parâmetros que envolvem tais pesquisas, fazendo com que muitas vezes qualquer prática artística envolvida na pesquisa seja considerada como uma pesquisa de prática como pesquisa, o que não é necessariamente verdade. Esta falta de definição corre o risco de afetar no rigor de determinadas pesquisas, ou no entendimento do tipo de conhecimento sendo gerado por elas.

CF - Por isso é fundamental esclarecermos e divulgarmos - tanto em aulas quanto em eventos e publicações - as especificidades de alguns tipos diferentes de PaR, como *Artistic Practice as Research*, *Practice-based Research*, *Practice-led Research*, *Practice-guided Research*, *Performance as Research*, *Performative Research*, *Embodied Research*, *Somatic Research*, Somática como Pesquisa e a Pesquisa Somático-Performativa, entre outras.

MS - A PaR é um paradigma que apresenta diferentes especificidades, de acordo com as necessidades apresentadas pela pesquisa ou pela pesquisadora. Essas necessidades foram formatando sub categorias metodológicas que explicitam o papel da prática em uma pesquisa. Estas foram feitas justamente para esclarecer para as agências de regulamentação de pesquisa, em especial as europeias, australianas e norte-americanas, o papel e as particularidades da prática (conhecimento tácito) e da arte como pesquisa. Justamente por isso que os termos são todos na língua inglesa. Por exemplo, ambos *Practice-Based Research* e *Practice-led Research* indicam que a pesquisa é baseada em uma prática e depende dela para acontecer. Nesses dois casos, a pesquisa tem a prática como a principal norteadora da investigação. Já o termo *Performance as Research* indica que a prática em questão está relacionada ao trabalho cênico, onde a investigação relacionada a uma criação é a pesquisa em si. Este termo é bastante popular nos Estados Unidos.

Por outro lado, o termo *Performative Research* foi cunhado e defendido por Brad Haseman (2006), pesquisador australiano que, ao defender o termo, lançou um manifesto que defendia uma metodologia distinta das já existentes qualitativa e quantitativas. Para o autor, o *Performative Research* (traduzido por Ciane Fernandes por Pesquisa Performativa, ver Fernandes 2014) seria um terceiro modo de se realizar pesquisa, onde a atividade performativa seria vista como método de investigação.

Existe também o termo *Research Creation*, que é oriundo da academia canadense e que também trata de pesquisas onde a prática criativa e/ou artística é um elemento fundamental dentro de uma pesquisa. Esse termo se refere a pesquisas que combinam a prática artística/criativa à acadêmica para gerar produtos inovadores dentro de uma grande variedade de atividades criativas.

A Somática como Pesquisa é um termo novo, lançado por pesquisadores brasileiros - Ciane Fernandes (2019b) e Diego Pizarro (2021) - para articular um modo de pesquisar que está dentro da epistemologia do campo da Somática, onde tanto as práticas somáticas são utilizadas como metodologias de pesquisa como também o *soma* do pesquisador informa e por vezes norteia a pesquisa. Por fim, a Pesquisa Somático-Performativa também é uma contribuição brasileira para esse

panorama. Cunhada por Ciane Fernandes (2012) é uma abordagem de pesquisa que trabalha a partir de vinte princípios (FERNANDES, 2018) elaborados a partir da comunhão entre Arte do Movimento, Somática e performatividade.

CF - Sim, a Rosemarie Anderson utiliza o termo *Somatic Research* (Pesquisa Somática), mas com uma metodologia da psicologia transpessoal (2001, 2002). Até 2010, eu usava Pesquisa Somática (FERNANDES, 2010), que era um modo de pesquisa fundado na Somática, mas logo percebi que isso não era suficiente, e em 2012 já surgiu essa terminologia somático-performativa nos laboratórios, junto com uma turma incrível de estudantes do PPGAC/UFBA, como Cecilia Retamoza, Daiane Leal, Felipe Florentino (artista/pesquisador convidado), Eduardo Rosa, Carlos Alberto Ferreira, Lenine Guevara, Leonardo Paulino, Líria Morais, Ludimila Nunes, Mariana Terra, Susanne Ohmann, entre outros/as. Quando eu e Diego usamos Somática como Pesquisa, o campo somático está inserido no contexto da PaR, não como um adjetivo (Pesquisa Somática), mas como o modo principal e condição *si ne qua non* através do qual se realiza a pesquisa. Então eu e Diego nos referimos às abordagens, métodos e técnicas somáticas *per se*, seus princípios e arcabouços, como modos específicos de pesquisar qualquer temática, de desenvolver os caminhos da pesquisa, de fazer perguntas, dançando e desenhando os rastros das respostas ao longo do processo e também de compor a escrita em si. Nesse sentido, por exemplo, uma pesquisa pode crescer em Padrão Neurocelular Básico Espinhal, onde o/a pesquisador/pesquisadora explora o eixo temático através da mobilidade da coluna, como uma das fases de exploração (até porque temos dezesseis padrões no total).

Além disso, em 2014, comecei a usar a terminologia Imersão como Pesquisa ou *Merger as Research* (MaR) (Fernandes, 2019a), a partir de experiências de Imersão Corpo Ambiente (Fernandes, 2013) e de ecoperformances realizadas em ambientes abertos a partir de 2008 (ano em que organizei o I Encontro de Estudos em Movimento no Parque Nacional da Chapada Diamantina). MaR refere-se especificamente à PaR realizada em ambientes abertos, em íntima relação entre a corporeidade e elementos diversos, como minerais, vegetais e animais, até mesmo a paisagem e cosmologias multiculturais. Não se trata de ir no ambiente e realizar

ações estéticas para um público ou para uma câmera controlada por alguém, uma vez que em imersão não existe separação de nenhum tipo, todos e tudo são participantes e co-criadores dos eventos, inclusive dos insights de pesquisa que acontecem ao longo dessas explorações de transformação das percepções e sensações, em estados somático-performativos de diluição entre ser e meio, em correntes, fluxos e movimentos terrestres, como as marés, nuvens virando chuva, o calor da atmosfera ou do solo terrestre evaporando a água, etc.

Por exemplo, muitas vezes, quando algum/a aluno/a me escreve dizendo que está travado/a na escrita, pergunto logo quando foi a última vez que deu um mergulho no mar. Não para "espaírar", mas para se inspirar mesmo, inspirar-se de si mesmo em conexão com tudo e todos/as. Não podemos seguir produzindo coisas sempre sob pressão. Se fizermos isso assim, estamos ativando o sistema simpático de resposta traumática de luta e fuga (e todos somos traumatizados mesmo que não reconheçamos isso, até pela própria colonização que vem passando essa memória ancestral de violência e genocídio a nível celular). Na resposta de defesa de luta e fuga, a circulação sanguínea está concentrada em músculos (para que possamos nos defender, lutar, correr etc.), não no cérebro e coração e órgãos da digestão. Nesse estado de alerta, ouvimos pouco e focamos o olhar para proteger do inimigo, perdemos a habilidade de criar de modo amplo e expandido, considerando a diversidade de possibilidades. Quando relaxamos num mergulho, por exemplo, ativamos o sistema parassimpático que restaura, recupera e descansa. Nesse estado, estamos seguros para expandir e perceber o campo infinito de possibilidades e fazer escolhas mais criativas e integradas com o meio, portanto, mais justas e até mais saudáveis a longo prazo. Pode parecer um paradoxo, mas realmente podemos produzir bem melhor quando não estamos sob pressão, e podemos integrar os dois sistemas (simpático e parassimpático, ação e repouso). Inclusive, assim, a produção passa a ser realmente anti-colonial pois resiste ao domínio do corpo como instrumento produtor de capital (no famoso "time is money" ou "tempo é dinheiro").

Apesar de eu ter cunhado o somático-performativo a partir da minha experiência que conjuga essas duas temáticas ou matrizes, é importante reconhecer que todos estes desdobramentos da PaR são parte de um mesmo arcabouço que

valoriza a prática, diferente das metodologias quantitativa e qualitativa, apesar que podemos associar várias metodologias dependendo do projeto. Inclusive foi em 2015, no primeiro evento totalmente dedicado à PaR no país - o 5o Seminário de Pesquisas em Andamento, que aconteceu no Programa de Pós-Graduação em Artes Cênicas da Universidade de São Paulo, com organização de Marcello Amalfi e Umberto Cerasoli Jr. - que consultei Brad Haseman (que eu mesma havia indicado, além de Vida Midgelow) em sua conferência *online*, sobre acrescentar a palavra somática ao termo que ele havia criado. Ele muito generosamente me respondeu que justamente a Pesquisa Performativa deve se transformar e se desdobrar, já que isso é o que define a performatividade. Então podemos dizer que antropofagizar a PaR e hibridizá-la com nossos próprios métodos de PaR (alguns já pré-existent, outros em processo) é não apenas anti-colonial, mas é eminentemente performativo, ou seja, altamente coerente com este terceiro paradigma de pesquisa.

MS - Sim, apesar das especificidades, a Prática como Pesquisa continua a servir como a expressão "guarda-chuva" que contém todos os tipos de pesquisa cuja prática é a plataforma onde a pesquisa acontece, sendo através dela que as ideias e os conhecimentos são elaborados. Todas as subcategorias ressaltam que a pesquisa realizada não se limite a interpretação, discussão e análise de trabalhos já criados antes do início da pesquisa. São práticas que são informadas pelos questionamentos acadêmicos trazidos para dentro dela, e articuladas para que os resultados do cruzamento entre pensamento acadêmico e artístico/criativo sejam contribuições inovadoras ao conhecimento e ao fazer artístico.

Quanto à mistura, a Prática como Pesquisa é, por natureza, a combinação de metodologias, mas que, porém, tem a/uma prática como uma maneira de movimentar e testar uma situação, questão ou hipótese. Inclusive, as práticas em si já são métodos de se realizar algo. É interessante ressaltar a diferença entre a mistura entre métodos realizada COM a prática e ATRAVÉS dela. Justamente, estas duas palavras determinam como a(s) prática(s) atua(m) em determinada pesquisa e são essenciais para delinear a metodologia de um trabalho como também entender se o trabalho faz parte do guarda-chuva da PaR. Quando metodologias são associadas COM a PaR, a prática é realizada em paralelo a outras maneiras de se

investigar, coletar e analisar dados. Nessa associação as metodologias se mantêm íntegras as suas premissas originais. Quando a associação metodológica acontece ATRAVÉS da PaR, uma determinada prática é utilizada como plataforma para a execução de uma premissa metodológica. Desta forma, a prática modifica como um procedimento é realizado, porém, procurando manter os princípios constituintes de cada método.

CF - Exato. Então a PaR é o eixo da metodologia, tal qual a coluna vertebral no padrão Espinhal. Não se trata de um acessório ou anexo à pesquisa. Inclusive é importante sabermos o que não é necessariamente PaR, pois muitas vezes ela é associada a pesquisas auto-centradas e com pouco referencial externo. Até que ponto uma pesquisa acadêmica é válida se só falar e analisar a obra do/a próprio/a autor/a, que pode nem ser um artista tão reconhecido, ou isso justamente ser o motivo da reflexão? Porque a prática também traz visibilidade para artistas subalternizados, mas num contexto maior, isto é, justamente promovem essa visibilização porque não estão fechadas na criação do/a autor/a em si mesmos/as, mas a inserem em processos e debates e reflexões de outros/as artistas e pesquisadores/as contemporâneos/as. Por isso o reconhecimento dos pares é um critério importante. E precisamos citar mais referenciais brasileiros em nossas pesquisas. Eu vejo as pessoas falando muito de decolonial, mas sempre citando os mesmos autores, e não visibilizando nem valorizando os/as próprios/as colegas que fazem pesquisas no país. É um paradoxo, mas precisamos ser locais e auto-centrados, ao mesmo tempo que expandidos e em diálogo com o que está acontecendo no mundo para legitimar nossas matrizes mais genuínas, como as culturas originárias e afro-descendentes. O papel social da PaR também reside aí, em integrar pessoal e coletivo, originário e contemporâneo, local e global. Então é importante frisar que a PaR não é necessariamente uma metodologia biográfica nem muito menos autobiográfica, apesar que pode ser associada a explorações nesse sentido, até porque não se pode mais separar observador de observado (isso a física quântica já provou), tudo está interconectado.

Eu, particularmente, gosto muito das seis regras que o Andrew McNamara (2012, p. 5-11) propõe para a Pesquisa Guiada pela Prática (*Practice-led Research - PLR*). São elas:

- Primeira regra: Eliminar - ou pelo menos limitar - o uso do pronome em primeira pessoa "eu" como o centro de uma formulação de pesquisa.
- Segunda regra: Evitar o embasamento na experiência pessoal como base ou justificativa de um desejo de pesquisa.
- Terceira regra: Evitar as relações instrumentais na PLR entre teoria e prática; e evitar a união da prática com a pesquisa.
- Quarta regra: Sempre escrever um resumo que igualmente privilegie a atividade criativa e o comentário ou componente escrito da tese.
- Quinta regra: Boa PLR pode reconhecer outros paradigmas de pesquisa.
- Sexta regra: Evitar definir a PLR como um método mais auto-reflexivo do que outros métodos.<sup>2</sup>

Claro que estas são regras bastante específicas e relativas, que precisam ser avaliadas em cada caso. Afinal, toda regra tem suas exceções, e não estamos aqui para, a esta altura, criar mais dualismos, julgando modos como “corretos” ou “errados” de fazer as coisas. Muito pelo contrário, a diversidade é sempre uma grande aliada, mas precisamos de alguns critérios ou, como dizia Douglas Dunn, estruturas abertas, ou, como falamos na Somática, de princípios de/em movimento, para delimitar o campo e direcionar de modo flexível e criativo nossos projetos. E é sempre importante ter acesso a todos os tipos de referências, tanto para não cairmos no erro de acharmos que estamos inventando a roda, quanto para podermos criticá-las e discordar delas, para trazer nossas contribuições de modo

---

<sup>2</sup> *Rule 1: Eliminate – or at the very least, limit – the use of the first person pronoun, ‘I’, as a centrepiece of a research formulation.*

*Rule 2: Avoid recourse to one’s own experience as the basis or justification of the research ambition.*

*Rule 3: Avoid PLR instrumental relations between theory and practice; and avoid conflating practice with research.*

*Rule 4: Always write an abstract that equally encompasses one’s creative practice and the exegesis and/or thesis component.*

*Rule 5: Good PLR can acknowledge other research paradigms.*

*Rule 6: Avoid defining PLR as more self-reflexive than other research methods.*

mais coerente e embasado. Não se pode inovar sem saber o que já foi feito com relação àquilo que estamos pesquisando, mas também sem saber reconhecer e validar nossas verdadeiras matrizes (na maioria das vezes invisibilizadas e rejeitadas), bem como identificar e transgredir as influências e dominações que têm determinado a construção de nossas percepções e relações com o/no mundo.

## Referências

ANDERSON, Rosemarie. Embodied writing and reflections on embodiment. **Journal of Transpersonal Psychology**, v. 33, n. 2 (January, 2001), p. 83-98. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/228930680\\_Embodied\\_writing\\_and\\_reflections\\_on\\_embodiment](https://www.researchgate.net/publication/228930680_Embodied_writing_and_reflections_on_embodiment)

\_\_\_\_\_. Embodied writing: Presencing the body in somatic research, Part I, What is embodied writing? **Somatics**, v. XIII, n. 4 (spring/summer 2002), p. 40-44.

DENOVARO, Daniel Becker. **Diálogos Somáticos do Movimento: o método pilates para a prontidão cênica teatral**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Artes Cênicas da Universidade Federal da Bahia, 2011.

EDDY, Martha. Palestra de abertura. **Feldenkrais Awareness Summit**. Never stop: The artistry of self-care and creativity for lifelong embodied performance, outubro de 2021.

FERNANDES, Ciane. Como se move o que nos move? Variações autênticas, padrões cristal, e pesquisa somático-performativa. **Movement News**. Edição bilíngue inglês/português. New York: Laban/Bartenieff Institute of Movement Studies, 2012, p. 68-73.

\_\_\_\_\_. **Dança Cristal: da arte do movimento à abordagem somático-performativa**. Salvador: EDUFBA, 2018.

\_\_\_\_\_. Im(V)ersões corpo ambiente e a criação coreo-videográfica. **Cena**. Porto Alegre: UFRGS, v. 13, p. 1-14, 2013.

\_\_\_\_\_. Merger matters: environmental elements as source of somatic-performative research. In: BIRINGER, Johannes; FENGER, Josephine (org.), **Tanz der Dinge / Things that Dance: Jahrbuch TanzForshung 2019**. Bielefeld, Alemanha: Transcript Verlag, 2019a, p. 27-35.

\_\_\_\_\_. Paisagens Submersas de Células-Tronco: Participações do Coletivo A-Feto de Dança-Teatro nas Mostras de Performance da Galeria Cañizares, Escola de Belas Artes da Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 2011-2017. **Repertório Teatro e Dança**, Salvador, ano. 22, n. 32 p. 92-133, 2019.



\_\_\_\_\_. Pesquisa somático-performativa: sintonia, sensibilidade, integração. **ARJ Art Research Journal / Revista de Pesquisa em Arte**. ABRACE, ANPAP, ANPPOM, em parceria com a UFRN, Natal, v. 1, p. 76-95, 2014.

\_\_\_\_\_. **Princípios da Pesquisa Somática**. Palestra. 1º Colóquio do Programa de Pós-Graduação em Arte. Universidade de Brasília, 19 a 22 de outubro de 2010.

\_\_\_\_\_. Somática como Pesquisa: Autonomias criativas em movimento como fonte de processos acadêmicos vivos. In: CUNHA, Carla Sabrina; PIZARRO, Diego; VELLOZO, Marila Annibelli (Org.). **Práticas somáticas em dança: Body-Mind Centering™ em criação, pesquisa e performance**. Brasília: Editora Instituto Federal de Brasília, v. 1, p. 121-137, 2019b.

FERNANDES, Ciane; LACERDA, Cláudio; SASTRE, Cibele; SCIALOM, Melina. A Arte do Movimento na Prática como Pesquisa. Natal, UFRN. In: **Anais do X Congresso da ABRACE**. Natal, UFRN: ABRACE, 2019, p. 1–24. Disponível em: <<https://www.publionline.iar.unicamp.br/index.php/abrace/article/view/3913>>. Acesso em: 17 jan. 2020.

HASEMAN, B. C. Manifesto for performative research. **Media international Australia incorporating culture and policy**, Brisbane, Theme issue Practice-led Research. n. 118, p. 98-106, 2006.

McNAMARA, Andrew E. Six rules for practice-led research. **TEXT**, special issue “Beyond practice-led research”, N.14, (Oct. 2012), p. 1-15. Disponível em: <http://www.textjournal.com.au>

OLIVEIRA, George Mascarenhas de. **O devaneio do corpo: princípios para a criação cênica em conexões com a mímica corporal dramática na contemporaneidade**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Artes Cênicas da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

PALLARO, Patrizia (Org.). **Authentic Movement: Essays by Mary Starks Whitehouse, Janet Adler and Joan Chodorow**. Londres: Jessica Kingsley, 1999.

PIZARRO, Diego. **Anatomia corpoética em (de)composições: Três corpus de práxis somática em dança**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Artes Cênicas da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021.

SCIALOM, Melina. **Laban Plural: Arte do Movimento, Pesquisa e Genealogia da Práxis de Rudolf Laban no Brasil**. São Paulo: Summus, 2017.

\_\_\_\_\_. **Laban Plural: Um estudo genealógico do legado de Rudolf Laban no Brasil**. 2009. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Artes Cênicas da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

\_\_\_\_\_. Laboratórios de Pesquisa: Metodologia de pesquisa corporalizada em artes cênicas. **Revista Brasileira de Estudos da Presença**, v. 11, n. 4, p. 1-28, 2021.



\_\_\_\_\_. **Rudolf Laban in the 21st Century: A Brazilian Perspective.** Tese de doutorado. Londres: University of Roehampton, 2015.

## Currículo resumido das autoras

**Ciane Fernandes** é professora titular da Escola de Teatro da Universidade Federal da Bahia e uma das fundadoras do Programa de Pós-Graduação em Artes Cênicas desta universidade; professora do Programa de Pós-Graduação em Dança da UFBA; mestre e Ph.D. em Artes e Humanidades para Intérpretes das Artes Cênicas pela New York University, Analista de Movimento pelo Laban/Bartenieff Institute of Movement Studies (New York), de onde é pesquisadora associada. Autora de várias publicações, palestras performativas e imersões no Brasil e no exterior, inclusive com membros do Coletivo A-FETO de Dança-Teatro, o qual fundou em 1997. Desde 2008, tem focado a Somática e o Laban/Bartenieff Movement Studies na Prática Artística como Pesquisa, no contexto da ecoperformance e da diferença em campo expandido, em especial ambientes aquáticos.

**Melina Scialom** é dançarina, dramaturga, professora, coreologista e pesquisadora da dança e movimento expressivo. Vem trabalhando com criação em dança desde 2001 junto a diferentes grupos e artistas. É fundadora e co-diretora artística do núcleo de dança Maya-Lila que desde 2005 se dedica à criação em dança mesclando com as linguagens do circo, artes visuais, live-art, teatro e tecnologias digitais. Concomitantemente vem trabalhando com dramaturgia e orientação dramática de espetáculos de dança e teatro físico e preparação corporal de artistas cênicos. Já foi pesquisadora e professora visitante da Escola de Teatro da UFBA (2021), da Universidade de Utrecht (2018), Holanda e Concordia, Canadá (2020). Tem pós-doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Artes da Cena (UNICAMP) e doutorado pela University of Roehampton (Reino Unido).

## INSETOS COMESTÍVEIS: A PROTEÍNA DO MILÊNIO

### EDIBLE INSECTS: THE PROTEIN OF THE MILLENNIUM

*Neila S.P.S. Richards*

#### Resumo

Desde os primórdios, na busca por alimentos para sobrevivência, insetos faziam parte da alimentação animal (entomofagia) e humana (antropoentomofagia), pela abundância, disponibilidade e facilidade na coleta. Sempre foram relevantes na vida do ser humano e hoje sabemos do potencial dos insetos e devemos rever o lugar deles dentro do sistema alimentar global. A grande contradição no repúdio aos insetos comestíveis como alimento humano está no fato de que os insetos podem ter desempenhado um importante papel em nosso passado coletivo, moldando o que significa “ser humano”. Antropoceno é como denominamos a época em que vivemos hoje, uma era em que precisamos reconhecer os impactos irreversíveis que nossa existência tem no meio ambiente e a urgente necessidade de reconhecermos e assumirmos a responsabilidade por nossas ações. Nosso planeta enfrenta atualmente muitos desafios e o sistema alimentar atual tem uma contribuição significativa neste contexto. Os sistemas alimentares que incorporam insetos comestíveis, ou mesmo que os têm como ingredientes, podem ter o potencial de contribuir para soluções mais sustentáveis para o planeta, sendo um instrumento fundamental para trabalhar em prol do cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que se enquadram nos esforços coletivos e abordagens multisetoriais da Agenda 2030 da ONU. Comer insetos pode ser considerado um tabu, uma tradição antiga e exclusiva de povos indígenas e, antinatural, de acordo com os preceitos sociais e crenças dos países ocidentais. Apesar da neofobia, a produção em escala industrial e a criação sustentável de insetos, pode melhorar o acesso a dietas saudáveis para a população, além de promover o desenvolvimento de sistemas alimentares mais sustentáveis, com o potencial de atenuar a insegurança alimentar, estimulando o desenvolvimento de mercados, proporcionando uma fonte de renda para pequenos empreendedores e ajudando-os a superar barreiras que impedem o aumento da produtividade. Considerando as ameaças atuais aos sistemas alimentares, incluindo a COVID-19, este assunto é muito oportuno, pois fornece evidências para estimular o debate nacional e internacional sobre o tema “insetos comestíveis” e como a criação e as tecnologias de processamento podem mitigar as ações deletérias e a insegurança alimentar do planeta.

Palavras-chave: Proteínas alternativas. Entomofagia. Segurança alimentar. Saúde. Neofobia. ODS.

## Introdução

Os insetos sempre foram utilizados como alimento ao longo da história da humanidade e são uma das fontes de alimentos em que os humanos confiaram. Apesar da ausência dos insetos na dieta ocidental convencional, ainda permanecem populares. Todo primata é, em algum grau insetívoro (HUNTER, 2021).

A evolução humana fez com que o homem passasse por adversidades em busca da sobrevivência, assim, na condição de caçadores, começaram a coletar plantas comestíveis, disponíveis ou cultivadas e perceberam que se os insetos se alimentavam das mesmas plantas, que poderiam, então, ser também uma ótima fonte de alimento (MINAS et al., 2016).

Os ovos, larvas, pupas e insetos adultos sempre foram usados pelos humanos como ingredientes alimentares, e essa tendência continuou nos tempos modernos. O homem era onívoro no início do desenvolvimento e comia insetos extensivamente. Antes do ser humano possuir ferramentas para caça ou agricultura, o inseto constituía um importante componente da dieta humana. Além disso, as pessoas viviam principalmente em regiões quentes, onde diferentes tipos de insetos estavam disponíveis em todas as épocas do ano. Os insetos costumavam ser uma fonte bem-vinda de proteína na ausência de carne de vertebrados, a carne de caça (KOURIMSKÁ e ADÀMKOVÀ, 2016; MEYER-ROCHOW e JUNG, 2020).

O apetite por insetos parece ter sido o principal propulsor da descoberta do uso de ferramentas por nossos ancestrais. Nossos parentes primatas mais próximos, os chimpanzés, são famosos por sua habilidade para usar ferramentas e muitas dessas foram utilizadas para coletar eficientemente insetos comestíveis (KOOPS et al., 2015).

Há evidências de sítios humanos primitivos e que algumas ferramentas ósseas foram desenvolvidas para a extração de cupins. Em cavernas nos EUA e México, a partir da análise de fósseis, foram encontrados indícios do consumo de insetos na história humana. Por exemplo, coprólitos encontrados nas cavernas do México incluem formigas, larvas de besouro, piolhos, carrapatos e ácaros, sugerindo que a dieta do ser humano era principalmente animais herbívoros, incluindo insetos, que representavam 50% da dieta dos nossos ancestrais. Outra evidência é de

pinturas nas cavernas Altamira no norte da Espanha que datam de 9.000 a 3.000 a. C. (HUNTER, 2021). Em uma pesquisa, Julie Lesnik, descobriu que os cupins foram incluídos na dieta de hominíneos Plio-Pleistoceno (LESNIK, 2019).

Nos escritos bíblicos, os registros históricos citam o “maná” consumido pelos hebreus durante o êxodo, sendo os insetos responsáveis pela alimentação de uma nação. O maná era constituído da secreção da cochonilha *Trabutina mannipara* (SANTOS e FLORÊNCIO, 2013).

Minas et al. (2016) citam que de acordo com a jornada culinária, que remonta os tempos bíblicos, João Batista morou no deserto durante meses, vivendo de gafanhotos e favo de mel.

Registros da cultura Asteca identificam 91 espécies de insetos na sua alimentação, os quais eram consumidos assados, fritos, em molhos, apenas fervidos ou como condimento de algum prato. Algumas espécies eram armazenadas secas para posterior utilização. Com a chegada dos conquistadores espanhóis ocorreu a sobreposição cultural e muitos dos insetos utilizados como alimentos pelos Astecas, foram qualificados negativamente e então esquecidos e/ou depreciados (Ramos-ELORDUY e PINO, 1996; SANTOS, FLORÊNCIO, 2013).

Os romanos e os gregos costumavam jantar larvas de besouros e gafanhotos. Aristóteles, cientista e filósofo grego, escreveu sobre a coleta de cigarras e o seu uso na alimentação, demonstrando que a entomofagia ou antropointomofagia é pratica histórica (MINAS et al., 2016; GOVORUSHKO, 2019).

Apesar de pouco presente no mundo ocidental, principalmente por causa do preconceito, o consumo de inseto é bastante comum em culturas asiáticas e africanas, além de serem consumidos como suplemento alimentar ou como constituinte principal da dieta de diferentes povos em muitas regiões do mundo, inclusive indígenas. No Brasil, um dos pratos mais comuns é a farofa com formiga Tanajura (içá ou bitú), muito apreciada na região nordeste, mas também utilizada em receitas nas regiões do Amazonas e Minas Gerais; já na região Norte a saúva (*Atta cephalotes*) se faz presente em muitos pratos tradicionais (MINAS et al., 2016).

Os índios Suruí do Pará consomem larvas de besouros das espécies *Pachymerus cardo*, *Caryobruchus sp.*, *Rhynchophorum palmarum* e *Rhina barbirostris* (MORAES e FERNANDES, 2018); já os da tribo Tukano, habitantes da

Amazônia colombiana, tem como único alimento de origem animal formigas e soldados de cupins (MINAS et al., 2016). Na Tailândia, Coréia, Japão, Botsuana e México, os insetos comestíveis são iguarias procuradas tanto nos mercados locais quanto nos restaurantes (MITSUHASHI, 2017).

As culturas ocidentais estão percebendo que os insetos comestíveis representam uma rica fonte de biodiversidade em todo o mundo, além disso novas experiências organolépticas estão sendo descobertas (Figura 1). De acordo com Minas et al. (2016) existem no mundo aproximadamente 10 milhões de espécies de insetos, muitos com potencial para serem explorados como alimentos.

Insetos comestíveis são potenciais fontes de proteínas alternativas, pois contém nutrientes essenciais como proteínas de alto valor biológico, vitaminas, minerais e ácidos graxos. Podem ser utilizados como ingrediente alimentar para aumentar o valor nutricional de diferentes refeições ao redor do mundo (ACOSTA-ESTRADA et al., 2021), contribuindo para os ODS 2, 3 e principalmente o 12, uma vez que sua criação é de baixo impacto ambiental (SCHARDONG et al., 2019).

**Figura 1. Salada Tropical, tradicional no México.**



Fonte: Autora (arquivo pessoal)

Os insetos decompõem resíduos, polinizam as colheitas, controlam as pragas agrícolas, fornecem produtos valiosos como o mel, a cera, a seda, corantes alimentícios como o carmim de cochonilha, resina como a goma laca, entre outros. São usados na medicina, por exemplo: mandíbulas de formigas já foram utilizadas como suturas. Além de serem admirados por sua beleza e muitas vezes utilizados como arte e joias (GRASSI, 2014; GRAVEL e DOYEN, 2020).

### Crescimento populacional e demanda global por alimentos

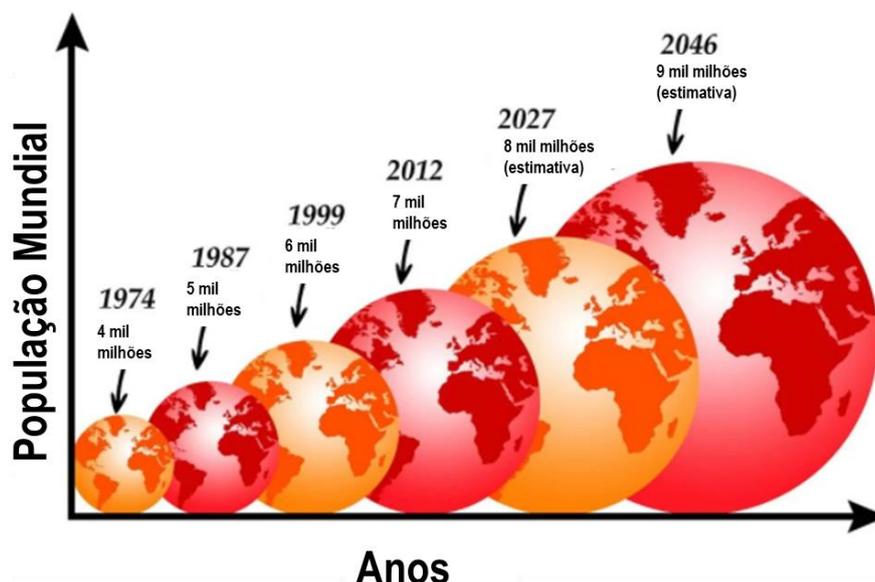
De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO (FAO, 2017, 2020, 2021a) um em cada nove pessoas no mundo (cerca de 805 milhões de pessoas) não tem alimentos suficiente para levar uma vida saudável e ativa. Este quadro piorou com a propagação da pandemia da COVID-19. A insegurança alimentar é proveniente da impossibilidade das classes mais pobres não terem acesso aos alimentos necessários para uma alimentação saudável e balanceada (VILELA e PULROLNIK, 2015).

Por um lado, o crescimento populacional, o aumento no consumo *per capita*, a expansão das cidades nas próximas décadas e, pelo outro, a incapacidade de atender às novas necessidades humanas quanto à quantidade de proteínas, principalmente as de origem animal e as restrições sobre a produtividade, ampliam a dimensão do problema quanto à incapacidade de oferta de alimentos em geral (SAATH e FACHINELLO, 2018). Em alguns países, embora existam áreas disponíveis para a expansão agropecuária, como por exemplo a América Latina e a África-Subsaariana, a demanda deve ser atendida com o aumento de produtividade e/ou substituição de cultura, ou mesmo adequações a hábitos alimentares.

A ONU estima que a população mundial deverá chegar a mais de 9,7 bilhões de habitantes em 2050, podendo chegar a 11 bilhões em 2.100 e, a demanda por proteína de origem animal deverá aumentar a uma taxa ainda maior. Em 1950 eram 2,6 bilhões de pessoas; em 1987, 5 bilhões e em 2011, 7 bilhões (figura 2). Mesmo

que as tendências atuais de aumento de produtividade continuem nas próximas décadas, não será suficiente para atender às demandas de uma população que cresce em riqueza ao mesmo tempo em que cresce em número (MEYER-ROCHOW e JUNG, 2020; FAO, 2021b; OJHA et al., 2021), portanto, questões como capacidade de produção, demanda e esgotamento de recursos não podem ser ignoradas (MISHYNA et al., 2021).

**Figura 2. Crescimento da população mundial.**



Fonte: <https://www.un.org/en/> (adaptado)

Os países com as terras agrícolas menos adequadas provavelmente serão os mais atingidos pelo aumento da demanda por alimentos. Populações que já passam dificuldade para obter alimentos, nas próximas décadas, terão uma situação ainda pior, onde 75% de sua renda será usada para alimentação (OJHA et al., 2021). Enquanto nos países desenvolvidos as pessoas consomem cerca de 95 g de proteína por dia, das quais quase 60% são de origem animal, nos países em desenvolvimento a ingestão de proteína é de apenas 45 g, sendo 15% de proteína animal (ABBASI et al., 2016; LANGE e NAKAMURA, 2021).

O maior uso de fonte alternativa de proteínas, como as de origem vegetal, têm sido sugeridas, já que esses produtos estão ligados a compostos bioativos que

promovem a saúde do ser humano, porém vegetais possuem algumas limitações, incluindo fatores antinutricionais, desequilíbrios em aminoácidos, altos teores de fibras e polissacarídeos não amiláceos (MUTUNGI et al., 2017).

A população mundial em 2024 será superior a 8 bilhões de pessoas, representando um crescimento de 13,16% de 2012 a 2024 e de 34,90% entre 2012 a 2050. Este crescimento será maior em países em desenvolvimento, mais especificamente na Nigéria, na República Democrática do Congo, na Etiópia e na Índia, onde o número médio de crianças vem crescendo de forma acelerada nos últimos anos (FAO, 2021b).

De acordo com IBGE, no Brasil entre 2000 e 2018 houve uma expansão de cerca de 27% nas áreas destinadas às pastagens com manejo (IBGE, 2020).

Nos últimos 40 anos, os avanços tecnológicos e o desmatamento permitiram que a produção de alimentos crescesse em conjunto com o aumento da população (Saath e Fachinello, 2018). Porém, a superexploração de terra, energia e água não só desestabilizará nossa capacidade de produção de alimentos, mas também o impacto que o sistema alimentar causa no meio ambiente. O aumento da urbanização ao longo do tempo também leva a uma redução no número de insetos devido à redução e danos ao habitat (VAN HUIS et al., 2013; LUCAS et al., 2020).

Uma das maiores ameaças que enfrentamos hoje são as mudanças climáticas globais, exacerbada pelo desmatamento excessivo e pelas emissões de gases de efeito estufa e as preocupações sobre como as medidas de adaptação podem afetar o sistema alimentar (WINSEMIUS et al., 2015; BAIANO, 2020).

Nas próximas décadas haverá um aumento paulatino na demanda por proteína de origem animal de alta qualidade, estimado em 72% na produção de carne nos próximos 30 anos e uma das exigências é de que esta fonte protéica seja de melhor qualidade do que as disponíveis atualmente. Produtos de origem vegetal, muitas vezes, contém menos de 14% de proteínas enquanto alguns tipos de insetos comestíveis possuem até 75% de proteína animal de alta qualidade, ou seja, melhores fontes de aminoácidos essenciais, quantidades interessantes de ácidos graxos como os ômega 3 e 6 e outros nutrientes específicos que auxiliam no complexo funcionamento do corpo humano, além de serem fonte naturais, livres de

pesticidas e produzidos localmente, utilizando a terra de forma mais eficiente para a produção de alimentos e, principalmente, respeitando o meio ambiente (DOSSEY et al., 2016; HALORAN et al., 2018; HUNTER, 2021; VAN HUIS et al., 2021; FAO, 2021b; OJHA et al., 2021).

A variabilidade e as condições extremas do clima, somado aos conflitos e violência em algumas partes do mundo, são um dos principais fatores que tem impulsionado o aumento recente da fome a nível mundial (FAO, 2018, 2017).

Os insetos são capazes de transformar a matéria orgânica em proteína de alta qualidade e outros nutrientes de forma mais eficiente do que os animais utilizados convencionalmente e, portanto, estão associados a uma pequena pegada ecológica. Os insetos produzem níveis mais baixos de gases de efeito estufa (GEE), como metano, dióxido de carbono e óxido nitroso, do que os animais de corte, sugerindo serem uma alternativa mais ecológica à produção de proteína animal no que diz respeito a essas emissões (ABBASI et al., 2016; GRAVEL e DOYEN, 2020; ACOSTA-ESTRADA et al., 2021).

Os insetos, no entanto, são valorizados como alimentos importantes e delicados nos países orientais devido ao reconhecimento das propriedades nutricionais e de saúde e à baixa disponibilidade de fontes convencionais de carne (incluindo carne bovina, peixe e frango) (KIM et al., 2019; LANGE e NAKAMURA, 2021).

Atualmente, estima-se que os insetos desempenhem um papel importante na dieta de pelo menos dois bilhões de pessoas em todo o mundo, a maioria das quais estão no hemisfério sul (ACOSTA-ESTRADA et al., 2021; FAO, 2021a, 2021b).

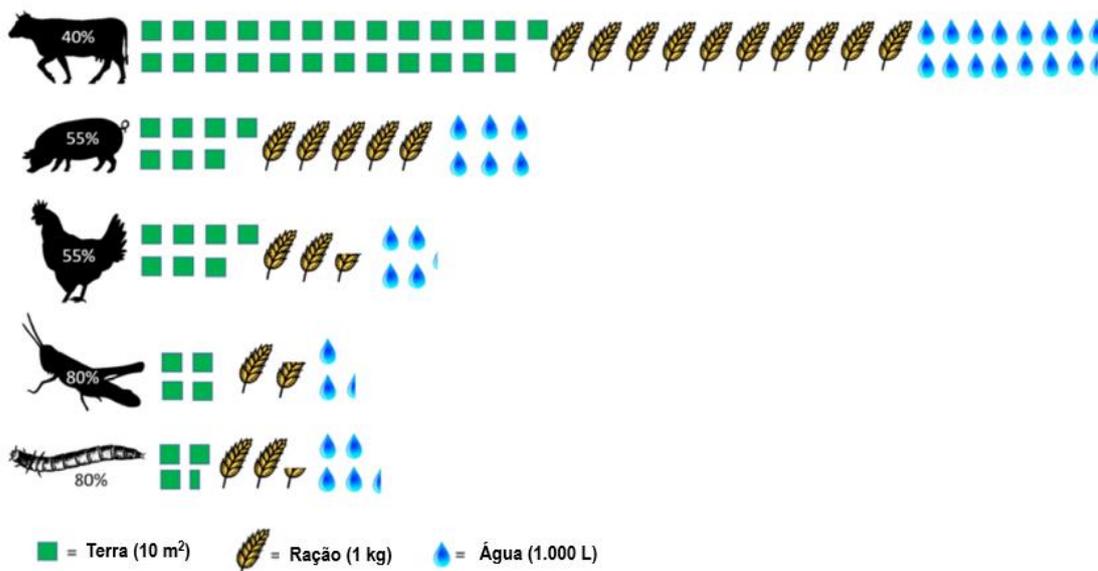
## Conversão alimentar

A eficiência de conversão alimentar para muitas espécies de insetos é bem superior à carne bovina. Um exemplo seria a criação de mosca doméstica (*Musca domestica*) e a mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) que em 1 hectare de terra produz pelos menos 150 toneladas de proteína de insetos por ano, enquanto que, na mesma área, menos de uma tonelada de soja seria produzida (REIS e DIAS, 2020).

São necessários 2 quilos de ração para produzir 1 quilo de insetos com proporcionalidades nutricionais superiores à carne bovina e, com um custo de produção inferior ao exigido pelo gado, que necessita de 8 quilos de alimento para produzir 1 quilo de carne (MINAS et al., 2016).

A área necessária para produzir a mesma quantidade de proteína é cerca de 1 ha para a larva, 3,5 ha para suínos ou frangos e 10 ha para bovinos (IMATHIU, 2020). A Figura 3 mostra os níveis máximos documentados de uso da terra, ração e água para bovinos, suínos e aves, e duas espécies de insetos (*Locusta migratória* e *T. molitor*). Para os insetos, os dados são estimativas baseadas em valores de conversão alimentar disponíveis e cálculos de terra e água necessários para produzir o alimento (DOBERMANN et al., 2017).

**Figura 3. Necessidade de terra, ração e água para a produção de 1 kg de animal (peso vivo) e a porcentagem comestível desse animal.**



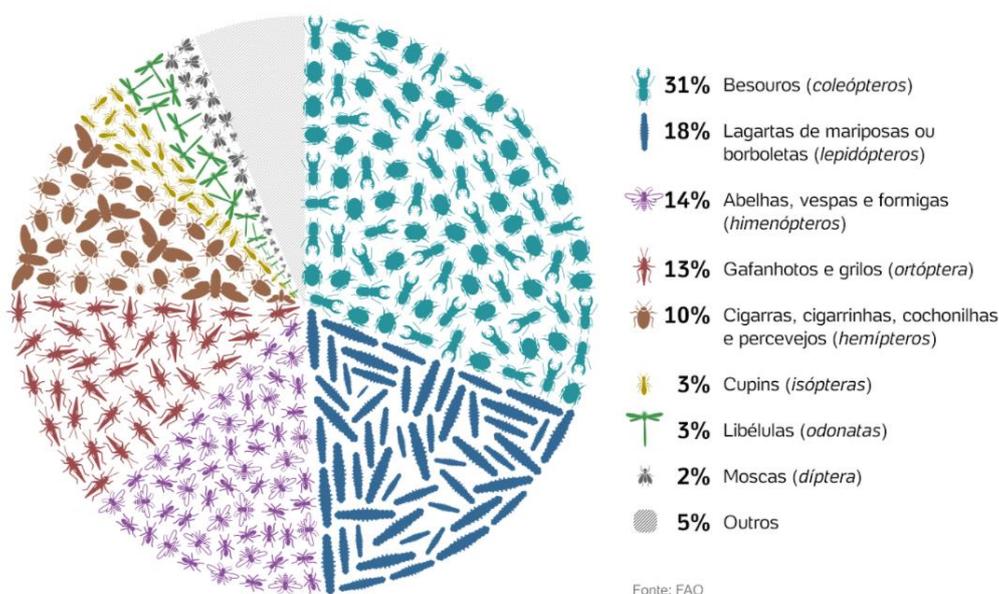
Fonte: wileyonlinelibrary.com (adaptado)

O maior grupo de insetos comestíveis são os coleópteros, seguidos pelos himenópteros e ortópteros, além dos lepidópteros. Dessas espécies citadas, 10% são de diferentes partes do mundo e o restante está restrito a algumas zonas geográficas, das quais 12% são espécies aquáticas e 78% terrestres (MINAS et al., 2016; ORDOÑEZ-ARAQUE e EGAS-MONTENEGRO, 2020).

Os insetos são uma robusta fonte de nutrientes diante da variação climática e com baixo impacto no aquecimento global, ou seja, são baixos emissores de gases de efeito estufa (GEE), usam o mínimo de terra e água e podem ser alimentados com restos de comida em vez de grãos cultivados, além de poderem ser criados em qualquer lugar, evitando os GEE causados pelo transporte de longa distância (RAMASWAMY, 2015).

As espécies de insetos que se tornaram as mais consumidas são populares devido ao seu tamanho e disponibilidade, ou seja, os insetos precisam ser grandes o suficiente para que o esforço de captura seja bem sucedido e fáceis de localizar, de preferência, em grandes quantidades (DOBERMANN et al., 2017). A figura 4 mostra as espécies de insetos mais populares para consumo, divididas nas seguintes categorias (FAO, 2021): besouros (*Coleoptera*, 31%); lagartas (*Lepidoptera*, 18%); abelhas, vespas e formigas (*Hymenoptera*, 14%); gafanhotos, gafanhotos e grilos (*Orthoptera*, 13%); cigarras, cigarrinhas, cigarrinhas, cochonilhas e percevejos (*Hemiptera*, 10%); cupins (*Isoptera*, 3%); libélulas (*Odonata*, 3%); e moscas (*Diptera*, 2%). A figura 5 apresenta a conversão alimentar de um bovino e um gafanhoto.

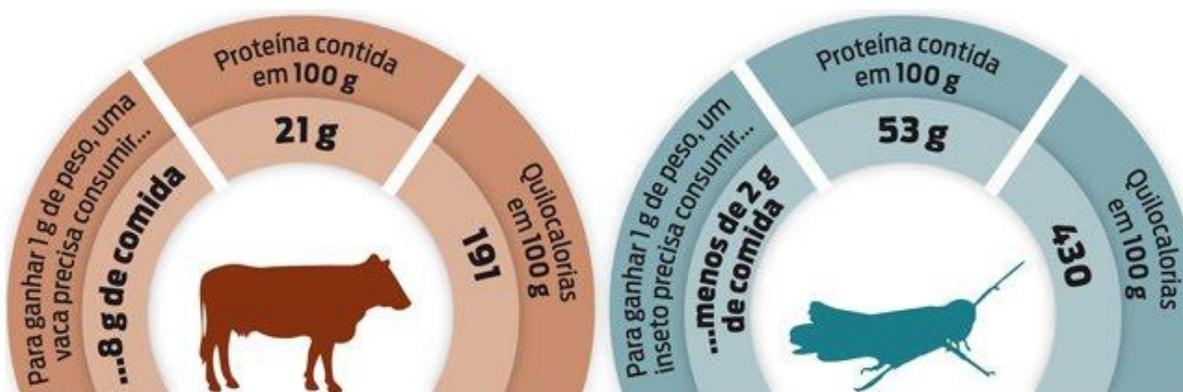
**Figura 4. Espécies de insetos mais populares para o consumo.**



Fonte: FAO, 2021

É evidente a importância da implementação de iniciativas com vistas à fome zero no mundo, conforme previsto na Agenda 2030, uma vez que há evidências de que nossos sistemas agrícolas atuais são inadequados, particularmente à luz da dinâmica em mudança da demografia e demanda mundial de alimentos. Devemos considerar uma agricultura que aproveita a biologia dos insetos, pois esta pode ser uma de nossas melhores opções para um futuro mais exitoso (RAHEEM et al., 2019; PEDROSO et al., 2021).

Figura 5. Conversão alimentar bovino x gafanhoto.



Fonte: <http://organizacao-recomenda-alimentacao-com-insetos-para-combater-a-fome,1d6895d82cd9e310VgnCLD200000dc6eb0aRCRD.html>.

## Nutrição humana

Estudos têm demonstrado que a “carne” dos insetos contém quantidades de proteínas e lipídeos satisfatórias e são ricas em sais minerais, como, por exemplo, ferro, fósforo, magnésio, manganês, selênio e zinco, vitaminas (A, B1, B2, B5, B6, B7, B9, A, D, E e K), carotenóides e flavonóides (apeginina, quercitina, luteolina e rutina) e facilmente digeríveis (Belluco et al., 2017; Hunter, 2021; Ojha et al., 2021). Por exemplo, a formiga da espécie tanajura possui mais proteínas (42,59%) do que a carne de frango (23%) ou bovina (20%) (COSTA NETO, 2013; Fogang et al. 2017). Além disso, na composição encontra-se grandes quantidades de fibras na forma de quitina insolúvel e nutrientes importantes para o correto funcionamento do organismo humano.

A quitina é o segundo polímero natural mais importante do mundo, e, normalmente, é extraída de crustáceos marinhos e camarões, mas também está presente no exoesqueleto de muito insetos (CHOI et al., 2016). A quitina, quando parcialmente desacetilada origina a quitosana, um polissacarídeo natural utilizado como ingrediente farmacêutico (antiinflamatórios) e alimentício, a qual é atribuída uma série de benefícios, como por exemplo, ser hipocolesterolêmica, antimicrobiana, antitrombótica, anticoagulante e com propriedades cicatrizantes (ZHANG et al., 2014).

As composições de nutrientes variam com a espécie, dieta, estágio de desenvolvimento, sexo e ambiente de crescimento dos insetos, como temperatura, duração do dia, umidade, intensidade da luz e composição espectral, que é a luz incidente, reflectância ou também transmitância espectral (ZIELINSKA et al., 2015; BARROSO et al., 2017). Existe variações de nutrientes dependendo, também da maneira de processamento, vivo, desidratado, cozido, etc. (tabela 1).

**Tabela 1. Análise nutricional de insetos comestíveis vivos e desidratados.**

Insetos		Proteína (g/100 g)	Fibras (g/100 g)	Cinzas (g/100 g)	Cálcio (mg/100g)	Fósforo (mg/100g)
Vivos	Tenébrio comum	18,72	7,61	1,03	0,05	0,28
	Tenébrio gigante	17,24	7,42	1,04	0,07	0,21
	Grilo preto	16,47	10,59	1,42	0,15	0,23
	Barata cinérea	20,17	15,58	1,40	0,14	0,25
	Mosca doméstica	13,92	8,61	1,08	0,09	0,24
Desidratados	Tenébrio comum	47,41	6,45	3,20	0,07	0,52
	Tenébrio gigante	44,03	8,00	3,21	0,12	0,53
	Grilo preto	48,76	7,99	4,43	0,19	0,66
	Barata cinérea	60,39	21,48	6,92	5,16	0,13
	Mosca doméstica	50,25	6,93	4,65	0,39	1,05

Fonte: Schickler, 2013

Os insetos possuem benefícios nutricionais, como a abundância de proteínas, podendo conter o dobro ou o triplo de proteína (>40%) quando comparado com as fontes convencionais de origem animal. Isso o torna um bom substituto para outras proteínas animais (RUMPOLD e SCHLÜTER, 2013).

O perfil nutricional de diferentes espécies de insetos é variável, sendo que o corpo de um inseto pode conter até 80% de proteína, atribuído ao controle de temperatura corporal em virtude do ambiente (NOWAKOWSKI et al., 2021).

O teor de proteína da abelha, do grilo, do bicho da seda, da lagarta de mopane que vive no Zimbábue, do gorgulho da palma, é maior do que a carne de gado, de frango e a carne suína, como pode ser observado na tabela 2. A lagarta mopane é tradicionalmente cozida em água e sal e secas ao sol. Podem durar vários meses sem refrigeração sendo importante em tempos de escassez de alimentos (HALLORAN et al., 2018). A figura 5 mostra exemplos dos insetos comestíveis citados na tabela 2.

**Tabela 2. Valor nutricional de animais de corte convencionais e insetos comestíveis.**

Fonte	Kcal/100g	Proteína (g/100g)	Gordura (g/100g)	Ferro (mg/100g)	Cálcio (mg/100g)
Carne bovina	176	20	10,0	1,95	5,0
Carne de frango	120	22,5	2,62	0,88	8,0
Carne suína	142	19,8	6,34	0,80	7,0
Grilo	153	25,1	5,06	5,46	104,0
Abelha	499	21,0	3,64	18,5	30,0
Bicho-da-seda	128	55,6	8,26	1,80	42,0
Lagarta de mopane	409	80,0	15,2	31,0	700,0
Gorgulho da palma	479	42,0	25,3	2,58	39,6
Larva da farinha	247	19,4	12,3	1,87	42,9

Fonte: Halloran et al. (2018); Hunter (2021); Ojha et al. (2021) (adaptado).

Uma porção de gafanhotos fornece quantidades semelhantes de vitamina D como a do peixe arenque, fígado de galinha cozido ou a gema de ovo. Larvas de bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.) alimentadas com folhas de amoreira e alface e processadas (moídas e liofilizadas) podem conter, em cem gramas, quase 10 mg de vitamina E (TONG et al., 2011).

**Figura 5. Exemplos de alguns insetos comestíveis**



Grilo

Abelha

Bicho-da-seda

Lagarta mopane

Gorgulho da palma

Larva da farinha

Fonte: <https://hypescience.com/7-insetos-que-voce-vai-comer-no-futuro/>

Tzompa-Sosa e Fogliano (2017) constataram que a farinha das larvas de bicho-da-seda reduziu os níveis de triglicerídeos em até 35% nos fígados de ratos que receberam doses diárias de etanol a 25% (3 g/kg de peso corporal) durante 4 semanas, indicando que a farinha pode proteger contra doença hepática alcoólica.

Várias espécies de insetos são iguarias valorizadas em países avançados como o Japão, Austrália e Europa, ou seja, os insetos não estão limitados a serem considerados simplesmente alimentos de subsistência de pessoas depauperadas, embora muitas espécies auxiliem pessoas em insegurança alimentar a sobreviver (GRASSI, 2014; ABBASI et al., 2016; HUIS, 2018).

Os cupins consumidos em vários países, podem conter até 38% de proteína, uma espécie encontrada na Venezuela, a *Syntermes aculeosus* possui 64% de proteína (MELGAR-LALANE et al., 2019).

Os insetos geralmente têm maior teor de proteína, de 50% a 80% peso seco, do que a maioria dos vegetais e muito produtos animais; já a gordura representa a segunda maior porção, variando, dependendo do inseto e suas condições de criação, de 10% a 50% com uma proporção média de ácidos graxos saturados e insaturados de 0,43 a 0,79. Os carboidratos ocorrem em teores relativamente baixos, entre 1% a 18%, com exceção de larvas de mariposa (~ 29%). A quantidade e o tipo de carboidratos variam com a espécie e o estágio de desenvolvimento do inseto (em peso fresco entre 2,7 – 49,8 mg/kg e, em peso seco de 1,6 a 137,2 mg/kg) (SUN-WATERHOUSE et al., 2016).

Os povos arborígenes da Austrália consomem uma espécie de larva grande e branca (*Witchetty grub*) da mariposa *Endoxyla leucomochla* que se alimenta das raízes do arbusto witchetty, eucalipto e acácia negra. Quando consumidas cruas, as larvas têm gosto de amêndoas e quando assadas em brasa, a pele do inseto desenvolve uma textura crocante e sabor lembra frango assado. As larvas possuem ácido oleico. É da cultura também o consumo de formigas pote-de-mel (KELEMU et al., 2015; HUNTER, 2021).

Os gafanhotos do gênero *Sphenarium* encontrados no México, são consumidos assados e aromatizados com alho, sal, suco de limão, pimenta e

guacamole. Possuem cerca de 70% de proteínas. Os tailandeses consomem o louva-a-deus na forma de pasta, cujo sabor lembra patê de camarão. Os níveis de energia são em torno de 400 a 500 kcal por 100 g de matéria seca, tornando os insetos comparáveis a outras fontes de proteína (KOURIMSKÁ e ADÁMKOVÁ, 2016).

## Biodisponibilidade e bioacessibilidade

A biodisponibilidade e a bioacessibilidade dos nutrientes dos insetos são tópicos pouco pesquisados. A maioria dos estudos contempla o conteúdo e a caracterização dos nutrientes, mas semelhante a qualquer outro alimento, o tipo de preparação e processamento tem um efeito significativo na quantidade de nutrientes que serão ou não bioacessíveis (PARADA e AGUILERA, 2007; MEGIDO et al., 2018).

A bioacessibilidade pode ser definida como a fração de um composto que é liberada, a partir de uma matriz alimentar, no lúmen gastrointestinal e que se torna potencialmente disponível para absorção (Ozidal et al., 2016). A bioacessibilidade é dependente de vários parâmetros, como, por exemplo, a presença de enzimas digestivas, a concentração inicial da substância na matriz alimentar, a composição dessa matriz e as características físico-químicas dos fluidos gastrointestinais (SANCHES et al., 2019).

A biodisponibilidade abrange a fração de um componente na sua forma original, ou mesmo metabolizada, que é absorvida pelo trato gastrointestinal e atinge a circulação sistêmica, ficando disponível para utilização por órgãos e tecidos alvos em funções metabólicas, ou mesmo para o armazenamento (VIEIRA DA SILVA et al., 2013; THEODOROPOULOS et al., 2018). É influenciada por vários fatores como, por exemplo, a estrutura química da substância, sua liberação da matriz alimentar durante a digestão gastrointestinal, absorção celular, metabolismo, transporte pelo sistema circulatório e ainda sua eliminação (ETCHEVERRY et al., 2012; SANCHES et al., 2019). Nem todo o conteúdo de uma determinada substância é liberada no trato gastrointestinal durante a digestão, apenas uma fração é bioacessível e, deste total, apenas uma porção será, de fato, absorvida pelo

organismo para utilização, ou seja, somente esta fração será o conteúdo biodisponível da substância (FIORAVANTI et al., 2020a, 2020b; MELSE-BOONSTRA, 2020).

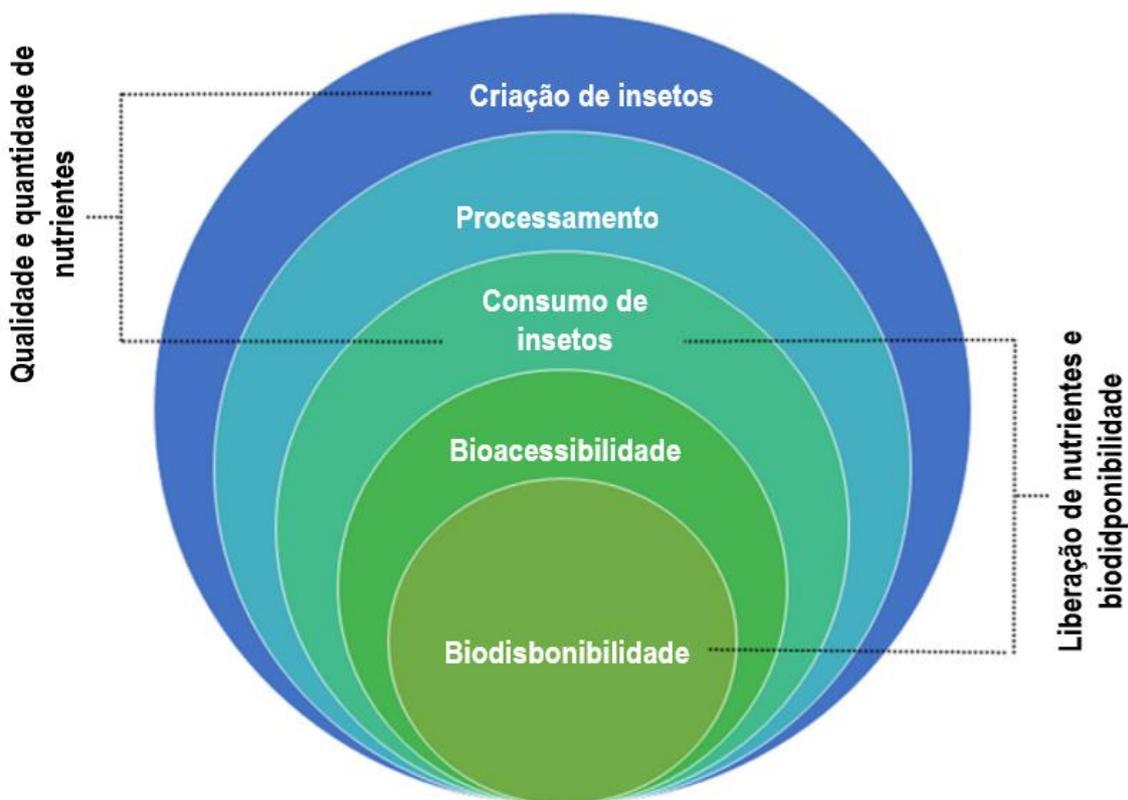
A presença de componentes antinutricionais em alguns insetos como taninos e ácidos fenólicos podem dificultar a biodisponibilidade de algumas frações dos compostos (Cardoso et al., 2015). De maneira geral, a presença de taninos em rações animais está associada à diminuição do consumo, taxa de crescimento, eficiência alimentar, energia metabolizável e digestibilidade da proteína, pois, formam complexos insolúveis com a proteína, interferindo, portanto, na biodisponibilidade (HAMERMAN, 2016; MUTUNGI et al., 2017). Nos animais a bioacessibilidade e a biodisponibilidade de compostos presentes em insetos são variáveis, porém, como no caso de alimentos convencionais, o processamento térmico pode modificar a matriz alimentar e aumentar ou diminuir a bioacessibilidade e a biodisponibilidade dos nutrientes (BARBA et al., 2017; MANDITSERA et al., 2019).

A biodisponibilidade de micronutrientes, particularmente zinco e ferro, em insetos comestíveis precisa de maior investigação. É interessante dada a ocorrência massiva dessas deficiências nos trópicos. A bioacessibilidade mineral é dependente da espécie de inseto. De acordo com Ojha et al. (2021), há evidências científicas de que algumas espécies de insetos são excelentes fontes nutricionais de alta qualidade de lipídios e minerais. Awobusuyi et al. (2020) substituíram farinha de sorgo e farinha de trigo por farinha de cupim (até 15%) na formulação de biscoitos e observaram um aumento substancial de proteínas e minerais, além da farinha de cupim apresentar todos os teores de aminoácidos essenciais e exibir alta digestibilidade *in vitro*.

Existem variações naturais nos teores de proteínas e perfis de aminoácidos entre as diferentes espécies de insetos, os teores desses componentes são sensíveis aos métodos de preparação, como cozimento, fervura, fritura, secagem (estática, liofilização, circulação de ar, vácuo e microndas). Os minerais são menos sensíveis às condições de processamento, mas podem ser afetados pelo estilo de cozimento, pois podem ser removidos durante a fervura (ZIELINSKA et al., 2015; MANDITSERA et al., 2019).

A figura 6 mostra os diferentes fatores que afetam a biodisponibilidade dos nutrientes dos insetos comestíveis, iniciando pela criação dos insetos (qualidade do substrato alimentar, condições ambientais, estágio de desenvolvimento e processamento) (OJHA et al., 2021).

Figura 6. Fatores que influenciam a biodisponibilidade dos nutrientes de insetos comestíveis.



Fonte: Ojha et al., 2021 (Adaptado)

A maioria dos insetos têm teor de ferro semelhante à carne, mas a biodisponibilidade deste mineral no inseto é pouco estudada (OJHA et al., 2021).

A digestibilidade das proteínas dos insetos comestíveis é afetada pelo modo de preparo e pelo estilo de cocção. Por exemplo, alguns estudos relatam que na tostagem e secagem de gafanhotos há redução da digestibilidade da proteína, o que não ocorre quando este mesmo processo é aplicado em cupins desidratados. Tenébrions quando aferventados aumentam a digestibilidade da proteína (GRAVEL e DIYEN, 2020; LICEAGA, 2021).

Alguns insetos têm, naturalmente, repelentes ou produtos químicos tóxicos, enquanto outros contêm alérgenos de reação cruzada que podem induzir reações alérgicas semelhantes às associadas a mariscos ou moluscos (BARRE et al., 2014).

Pessoas alérgicas a camarão provavelmente terão reações alérgicas a insetos comestíveis como grilos (*Gryllus bimaculatus*), pois estes podem conter alérgenos específicos, como, por exemplo, hexamerina1B (HEX1B), ou mesmo os alérgenos comumente encontrados em crustáceos (por exemplo, arginina quinase). Os potenciais genotóxicos e oxidativos de insetos comestíveis devem ser avaliados, juntamente com análises das substâncias alergênicas e toxicogênicas, elementos e outras espécies químicas (SRINROCH et al., 2015; PYO et al., 2020).

O risco de alergias causadas por insetos comestíveis varia consideravelmente devido às grandes diferenças em suas características biológicas e ecológicas, bem como práticas individuais de cultivo e processamento (BROEKMAN et al., 2015).

Técnicas de preservação e processamento são necessárias para aumentar a vida útil, conservar a qualidade e aumentar a aceitabilidade de produtos alimentícios com insetos; procedimentos de processamento também são necessários para transformar insetos em farinha proteica para serem usadas como ingredientes na indústria de alimentos. O processamento pode alterar o valor nutricional dos insetos, mas melhora a segurança microbiológica (MELGAR-LALANNE et al., 2019).

A alergenicidade de insetos comestíveis pode se assemelhar à de mariscos, e o potencial alérgeno dos insetos pode estar associado à chamada alergia a artrópodes e invertebrados (que é causada por componentes como a hemolinfa e a cutícula, bem como partes incluindo exúvias, pêlos, cerdas e escamas) (BROEKMAN et al., 2015). Insetos comestíveis tem sua composição, um pouco, semelhantes a certos frutos do mar e nozes, ou seja, são ricos em proteínas, gorduras insaturadas, fibras, vitaminas, minerais e esteróis. A ocorrência de proteínas alergênicas em quantidades significativas e certos componentes interativos (por exemplo, fração lipídica e íons como Cu<sup>2+</sup>) podem desencadear uma resposta alérgica em humanos (SUN-WATERHOUSE et al., 2016).

## Por que comer insetos?

Os hábitos alimentares são normalmente influenciados por circunstâncias pessoais, culturais e econômicas, também por fatores políticos internos e externos. Garantir alimentos nutritivos para a crescente população mundial é um dos maiores desafios deste milênio. À medida que a pressão sobre a terra e a água aumenta, esses recursos estão se esgotando de maneira alarmante. Assim, buscam-se formas eficientes de produção de alimentos em termos de energia e recursos (FAO, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021a).

Os insetos podem ser cultivados com eficiência em ambientes urbanos. Estima-se que mais de 2.111 espécies já fazem parte da dieta humana de até três mil grupos étnicos em mais de 140 países e os nutrientes presentes em várias espécies coincide ou supera a contida nas dietas tradicionais. Com a diversidade de espécies, todos os países podem encontrar insetos comestíveis em suas próprias terras (FAO, 2021b; HUNTER, 2021).

No entanto, existem dois outros fatores ambientais importantes muitas vezes ignorados: a água e o uso da terra. Prevê-se que até 2025, pelo menos 1,8 bilhões de pessoas viverão em regiões com abastecimento de água doce inadequado e outros dois terços da população global estarão em áreas sob pressão da diminuição dos recursos hídricos (FAO, 2020, 2021a). A água doce é um recurso finito, dos quais cerca de 70% são utilizados pelas indústrias pecuária e agrícola (Ojha et al., 2020). A agricultura usa a água diretamente para a lavoura e indiretamente para o cultivo de forragem para ser utilizada na produção de gado (DOBERMANN et al., 2017).

Normalmente observa-se que as civilizações, os povos, que passaram em algum momento por algum tipo de privação alimentar, são aqueles com maior espectro de alimentos em potencial que utilizam nas suas dietas. Ou seja, são civilizações/povos que tiveram maior necessidade de provar novas fontes de alimento (IMATHIU, 2020; LANGE e NAKAMURA, 2021).

Um exemplo é o México, que possui muitos relatos na literatura sobre insetos comestíveis, já tendo sido registradas mais de 500 espécies. No caso do Brasil,

apesar da pouca divulgação para o público em geral, ao redor de 100 espécies de insetos já são utilizadas como alimento (LESNIK, 2019).

No Brasil, algumas empresas já oferecem insetos desidratados para ração, com intuito de atender ao mercado *pet* de animais exóticos, como aves e répteis. Não existem diferenças na produção de insetos seja para o consumo animal ou humano. A produção deve seguir as exigências sanitárias e é necessário a fiscalização do Serviço de Inspeção Federal (SIF), além do selo de autorização do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que assegura a qualidade de produtos de origem animal comestíveis e não comestíveis destinados ao mercado interno e externo (MORAES e FERNANDES, 2018).

A entomofagia pode ser justificada por três razões principais (FAO, 2021b):

### Saúde

- os insetos são alternativas saudáveis e nutritivas aos alimentos básicos tradicionais, como o frango, a carne suína, a carne bovina e até aos peixes do mar;
- muitos insetos são ricos em proteínas e gorduras consideradas boas e ricos, também em cálcio, ferro e zinco;
- os insetos já fazem parte tradicional de muitas dietas de regiões e de alguns locais;
- possuem baixo risco de transmissão de zoonoses quando comparados com mamíferos e aves;
- são seguros, desde que criados em condições controladas e processados corretamente.

### Meio Ambiente

- os insetos emitem consideravelmente menos gases de efeito estufa (GEE) do que a maioria dos rebanhos. Por exemplo, o metano é produzido por apenas alguns grupos de insetos, como cupins e baratas;
- as emissões de amônia associadas à criação de insetos também são muito mais baixas quando comparada com a pecuária convencional;

- por serem de sangue frio, os insetos são muito eficientes na conversão de ração em proteína. Grilos, por exemplo, precisam de 12 vezes menos ração do que o gado, quatro vezes menos ração do que ovelhas, e metade da ração de suínos e frangos para produzir a mesma quantidade de proteína;
- os insetos podem ser alimentados em fluxos de resíduos orgânicos, muitos que os humanos não comem.

### Subsistência

- a criação de insetos é uma opção de investimento de baixo capital e baixa tecnologia que oferece entrada até mesmo para os segmentos mais carentes da sociedade;
- oferecem oportunidades de sustento para a população tanto urbana quanto rural;
- a criação de insetos pode ser de baixa tecnologia ou tecnologia sofisticada (depende do nível de investimento).

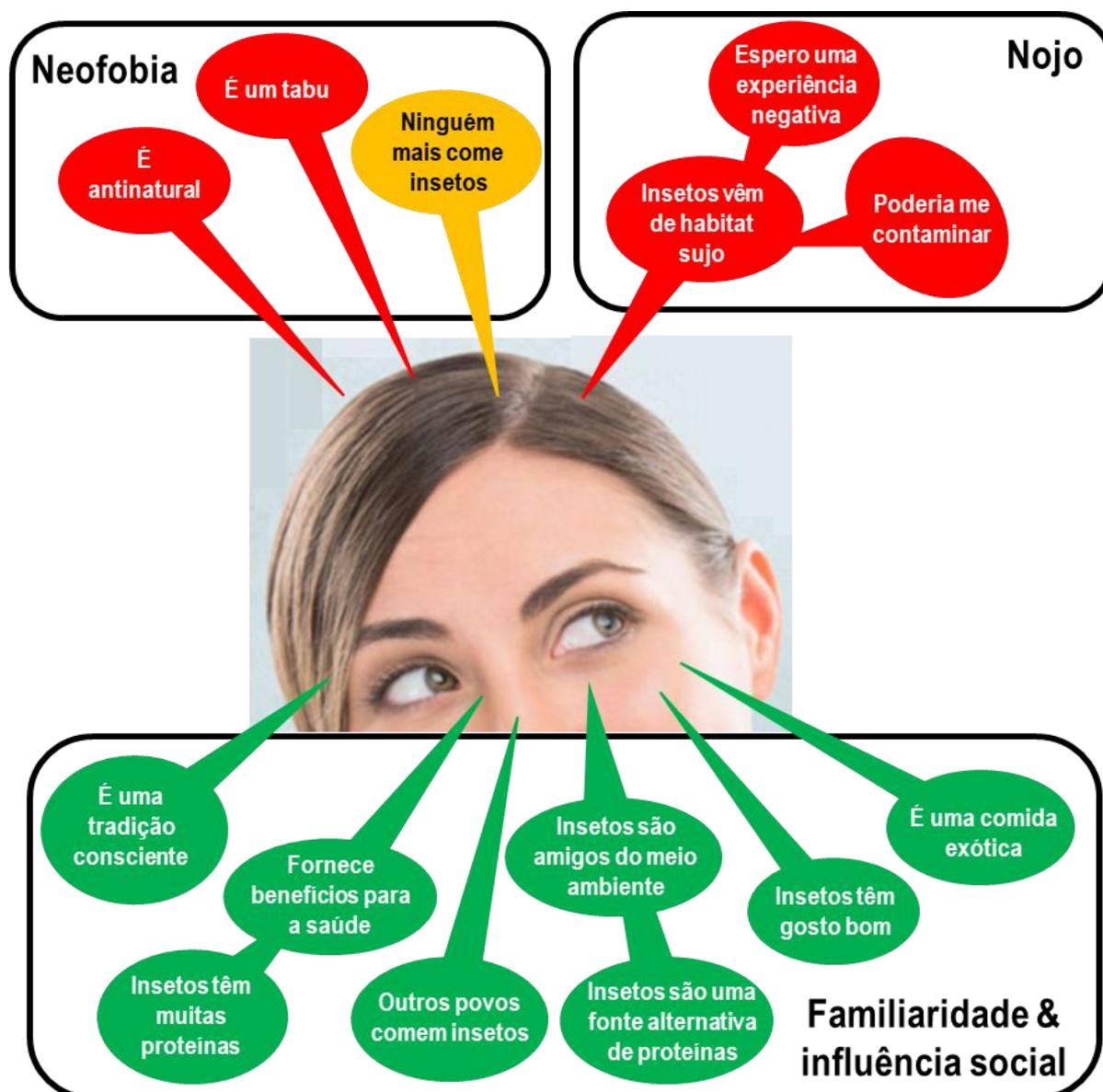
Nem todos os insetos são seguros para a ingestão, tal como acontece com certos vegetais. Na seleção de insetos comestíveis monitorar a contaminação microbiana é a primeira preocupação, pois os riscos microbiológicos, além dos químicos, físicos, toxicológicos e alergênicos devem ser considerados (SUN-WATERHOUSE et al., 2016; MISHYNA e GLUMAC, 2021).

Os insetos podem ser criados para fornecer uma fonte indireta de alimento para humanos, por exemplo, sob a forma de alimentos para animais como suínos, aves e peixes, ou mesmo para apoiar o crescimento de outros alimentos, como o *Ophiocordyceps sinensis* (cogumelo medicinal também chamado de “lagarta fungo” que parasita larvas de mariposas fantasmas por meio da germinação na larva viva) (NOWAKOWSKI et al., 2021).

Na figura 7, são apresentadas algumas das principais ideias positivas e negativas que abordam a percepção dos consumidores quanto ao consumo de insetos comestíveis. A aversão em alimentos à base de insetos são a neofobia e o nojo. A neofobia alimentar é o medo de comer alimentos desconhecidos e é dependente da cultura e das regras sociais. A rejeição a insetos comestíveis pode

ser diminuída aumentando a familiaridade, ou seja, disponibilizando alimentos à base de insetos. O nojo de comer insetos tem sido relatado como uma reação resultante de experiência de consumo negativa, que pode ser uma sensação de desconforto devido à natureza, sobretudo suja, dos *habitats* dos insetos, medo de contaminação e doenças.

Figura 7. Diagrama da percepção do consumidor. (percepção positiva = verde; neutra = amarelo; negativa = vermelho)



Fonte: Acosta-Estrada et al., 2021 (adaptado)

## Desafios

A produção de insetos para consumo humano em larga escala é um conceito relativamente novo na sociedade e tem como um dos principais desafios a popularização desta fonte alternativa de proteínas. Como os insetos podem sobreviver em diferentes locais, tanto em ambientes naturais como artificiais, existe grande potencial para a produção de um alimento que ocasiona baixo índice de poluição ambiental, oferece alta rentabilidade e baixo investimento na implementação da criação (PATEL et al., 2019).

Existem vários insetos que já fazem parte da culinária em outros países e mesmo no Brasil, como o tenébrio (besouro da farinha) cuja larva é utilizada tanto para alimentação de répteis como para o consumo humano, além do grilo e algumas espécies de baratas que, inclusive, são produzidas com essas finalidades. Embora a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) ainda não tenha regulamentado a utilização de insetos comestíveis para a alimentação humana, existem criadores de insetos espalhados por todo o país que, artesanalmente, utilizam insetos na produção de ração animal e até confeccionam chocolates e biscoitos artesanais para consumo humano.

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 14 de 2014, ANVISA, estabelece limites toleráveis de “matérias estranhas” em alimentos indicativas de riscos à saúde humana e/ou indicativas de falhas na aplicação de Boas práticas na cadeia produtiva de alimentos e bebidas. Na RDC são listados insetos que são considerados parte do processo de produção de alimentos (alimentos e bebidas) e quais os limites estabelecidos. Os fragmentos de insetos, apenas podem ser considerados falhas no processo de produção, envolvendo desde a colheita do alimento até o produto final, embalado (BRASIL, 2014).

Para países onde comer insetos é tradicional não há barreiras regulatórias para sua produção, comercialização e consumo. Porém, nos países ocidentais, as regulamentações representam uma barreira significativa ao uso de insetos em rações e alimentos. A *European Food Safety Authority* - EFSA declarou que todos os produtos de insetos para consumo humano serão considerados como “novo

alimento” e devem ser submetidos à aprovação de Novo Alimento (DOBERMANN et al., 2017).

Em 2021, a EFSA emitiu o primeiro parecer positivo (Regulamento (EU) 2015/2283) para o Tenébrio molitor (larva-da-farinha) ser comercializado para o consumo humano de alimentos à base de insetos, com uma única ressalva de que a ingestão das larvas pode causar alergias em algumas pessoas (<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6343>) (EFSA, 2021).

Insetos comestíveis, assim como outros alimentos, para garantir ao consumidor segurança e qualidade, devem ter regulamentos e rotulagem que além de indicar a lista de ingredientes, possua também os ingredientes possivelmente alergênicos. A lista de alérgenos deve ser atualizada sempre e as diretrizes harmonizadas em todo o mundo para evitar reações alérgicas potencialmente fatais (Raheem et al., 2019)

Um dos grandes desafios na aceitação de insetos comestíveis é a neofobia, que de acordo com Mishyna e Glumac (2021) motivos como nojo, risco de saúde, falta de familiaridade e origens socioculturais são considerados responsáveis, embora tenham sido observadas diferenças dependentes da idade.

O processamento, térmico ou não, pode melhorar a qualidade, segurança, sabor e vida de prateleira dos insetos comestíveis, porém, deve ser observada a espécie, uma vez que práticas de processamento não controladas podem ter efeitos prejudiciais na composição nutricional, na qualidade sensorial e também na bioacessibilidade dos nutrientes pelo organismo humano (HOMANN et al., 2017; MUTUNGI et al., 2017; MEGIDO et al., 2018).

Os principais desafios para a inclusão dos insetos em nossa dieta incluem legislação, redução de preços na aquisição dos insetos, automação na criação e substratos baratos, desenvolvimento de produtos de insetos que atraiam os consumidores e esclarecimentos dos benefícios para a saúde.

A criação de insetos possibilita que produtores de pequenas comunidades tenham aumento de renda e conseqüentemente melhoria das condições sociais das famílias envolvidas. Os insetos constituem alternativa para enriquecimento das dietas dessas comunidades. O enriquecimento das dietas vem ao encontro das questões relacionadas à fome e à desnutrição que acometem comunidades carentes em todo o mundo, abrange propostas da

Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que enfatizam a necessidade de medidas transformadoras em busca de um real desenvolvimento sustentável para a humanidade (UN, 2015). A criação, processamento e consumo de insetos comestíveis contempla principalmente os ODS 2, 3 e 12, que propõem acabar com a fome, garantir segurança alimentar e assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

As principais vantagens da criação de insetos sobre as espécies convencionais são: (ABBASI et al., 2016; SUN-WATERHOUSE et al., 2016; HOUSE, 2018; PATEL et al., 2019; FAO, 2021b; PEDROSO et al., 2021):

- criação com menor necessidade de comida e água;
- menor uso da terra (áreas menores para criação);
- redução da poluição da água;
- baixa contaminação ambiental;
- menor produção de metano (apenas baratas, cupins e escaravelhos produzem CH<sub>4</sub>, resultado da fermentação bacteriana por *Methanobacteriaceae* no intestino superior);
- criação mais sustentável;
- alta taxa de reprodução (capacidade de produzir milhares de descendentes);
- ciclos curtos de reprodução;
- maior eficiência na conversão de alimentos;
- variedade e distribuição mundial;
- maior aproveitamento da carne;
- abate mais rápido e procedimentos mais simples;
- menor pegada de carbono;
- menor emissão de gases de efeito estufa (gee) (em até 100 vezes);
- utilização de resíduos agrícola (até mesmo humanos), sangue de abatedouros e resíduos alimentares;
- maturidade atingida em dias;
- de 12 a 15 vezes mais eficientes ao converter seu alimento em proteínas quando comparado aos animais convencionais (bovinos, suínos, aves, etc.).

## Insetos coletados na natureza

Insetos coletados na natureza são mais suscetíveis a contaminações, ou mesmo podem apresentar toxicidade intrínseca, alergenicidade, fatores antinutricionais, enzimas, compostos fenólicos e esteróides (como parte de seus mecanismos de defesa contra inimigos/predadores); perigos físicos, como por exemplo vidro, pedras, fragmentos de plástico e metal; perigos químicos que podem estar presentes naturalmente (escombrotóxina, ciguatóxina, tetrodoxina, micotoxina, pirrolizidina, alcalóides, neurotoxinas, etc.), sintetizadas e acumuladas, adicionadas, transmitidas ou lixiviadas durante sua vida no *habitat* (por exemplo: alérgenos, sulfitos, nitritos/nitratos, niacina, pesticidas, fertilizantes, fungicidas, inseticidas, antibióticos, hormônios de crescimento, lubrificantes, produtos de limpeza, desinfetantes, tintas, mercúrio, cobre, chumbo e outros metais pesados) (BROEKMAN et al., 2015; SUN-WATERHOUSE et al., 2016).

Os insetos podem conter substâncias que interferem na absorção de nutrientes, por exemplo enzima tiaminase, ainda pode haver diferentes substâncias poluentes ou contaminantes, dependendo de onde foram coletados, por exemplo, a aflatoxina, que é cancerígena, pode contaminar percevejos comestíveis se os mesmos forem oriundos de cestos de madeira contaminados com esterco ou sacos de juta usados anteriormente para armazenar cereais (MUSUNDIRE et al., 2016).

## Consumidores X Insetos comestíveis

As atitudes dos consumidores em relação aos novos alimentos variam consideravelmente e são impulsionadas por fatores como sexo, idade, familiaridade alimentar, neofobia, conveniência, ambiente e motivos de escolha alimentar (SCHARDONG et al., 2019). As percepções iniciais dos consumidores e as percepções sociais de um novo alimento determinam sua vontade de consumir (DE COSMI et al., 2017). É extremamente difícil para o consumidor superar o nojo relacionado aos insetos, uma vez que a aversão foi disseminada e propagada pela mídia contemporânea, provérbios e até publicações científicas sobre pragas de insetos e sua falta de higiene ou mesmo transmissão de doenças (PEDROSO et al., 2021).

Schardong et al. (2019) realizaram um estudo exploratório que analisou o perfil alimentar, percepção, motivação e a forma preferida do consumo de insetos de 1.610 consumidores das cinco regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul) e, constataram que as mulheres são mais relutantes do que os homens quanto ao consumo, sendo a forma de farinha a preferida. Um dado interessante é que a maioria dos consumidores brasileiros não tem opinião sobre a segurança de insetos, no entanto, os respondentes com níveis mais elevados de educação e familiaridade consideraram o consumo seguro.

De acordo com Melgar-Lalanne et al. (2019), o interesse do consumidor para o consumo de insetos pode ser aumentado quando se utiliza insetos como ingrediente em uma forma não reconhecível como pó ou farinha e introduzidos em barras de cereais, bebidas, massas, biscoitos, etc. A figura 8 mostra fotos de um cookie desenvolvido no Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria (PEDROSO et al., 2021).

**Figura 8. Cookies desenvolvidos na UFSM**



Fonte: Autora (arquivo pessoal)

Castro e Chambers (2018) consultaram 630 consumidores de 13 países, os quais relutaram em aceitar insetos como alimentos, com exceção dos mexicanos e tailandeses. Elhassan et al. (2019) mostraram que os atributos sensoriais são importantes na aceitação de insetos comestíveis. A aparência, viscosidade, cor, odor, textura e sabor dos alimentos contendo insetos comestíveis pode ser influenciada pelo tamanho das partículas.

A aceitabilidade dos insetos como um ingrediente de alimentos depende em grande parte de como são processados e apresentados no produto final, incluindo sua embalagem (NAEST et al., 2018).

Estudos realizados por Pyo et al. (2020) mostraram que os extratos etanólicos de tenébrio molitor e de abelhas exibiram fortes atividade hemolíticas, sugerindo que esses insetos não só possuem potencial como fonte de alimento, mas também podem ser usados terapeuticamente.

## Considerações finais

Os insetos comestíveis estão ganhando popularidade, entre as razões estão evidências sugerindo que podem combater os desafios ambientais e contribuir para a saúde humana, particularmente, no contexto cultural que enfatiza a importância do consumo para mitigar a insegurança alimentar. O consumo de insetos pode levar a diminuição de danos ao meio ambiente, além de serem fonte de proteínas e outros nutrientes, prestam, ainda, serviços essenciais para a sobrevivência do ser humano. O uso sustentável de insetos comestíveis pode proporcionar a conservação dos recursos naturais e, assim, atuar de maneira importante na conservação da biodiversidade do planeta.

Algumas lacunas a serem preenchidas no que diz respeito aos protocolos de criação, processamento de insetos, preservação de alimentos à base de insetos e seus nutrientes, preparação de pratos contendo insetos, e o potencial de insetos como fornecedores de medicamentos e promotores da saúde devem ser elucidadas nas próximas décadas.

Para melhor eficiência do abastecimento e distribuição dos produtos a base de insetos há necessidade de estratégias com vistas à determinação das condições ideais e padronização de processos e parâmetros para a retenção do valor nutricional, além da implementação de boas práticas de higiene durante a criação, manuseio, processamento, armazenamento e transporte.

Pesquisas são necessárias para gerar mais conhecimento sobre o desempenho mensurando respostas como ingestão de ração, conversão alimentar, utilização de nutrientes, taxa de crescimento e capacidade de produção, bem como a influência de ingredientes a base de insetos em testes de alimentação.

Alguns desafios no dimensionamento da produção e utilização de insetos comestíveis precisam ser superados, entre eles, percepções negativas (neofobia/nojo) entre populações não tradicionalmente consumidoras. Também faltam marcos legislativos e regulatórios para promover o uso de insetos e, ao mesmo tempo, dar orientações para lidar com riscos potenciais. Esses desafios se devem, em parte, às lacunas de conhecimento. Os desafios podem ser resolvidos à medida que mais dados se tornam disponíveis, especialmente no que diz respeito aos processos de criação.

A criação eficiente deverá ser otimizada no futuro, portanto há necessidade de avaliar as instalações de criação de insetos antes de se tornarem comerciais. Isso vai fornecer a base para uma discussão mais fundamentada sobre sustentabilidade e segurança alimentar.

É preciso que as pessoas tenham certeza que comer insetos não é bom apenas para a saúde, é bom para o planeta. Além disso, a criação de insetos deve ser promovida e incentivada como uma atividade socialmente inclusiva.

A composição nutricional dos insetos combinada com o uso mais eficiente dos recursos naturais e uma pegada ambiental menor contribuem para o ODS 2 - fome zero e agricultura sustentável, o ODS 3 - saúde e bem-estar e o ODS 12 - consumo e produção responsáveis.

O diferencial será conseguido com a colaboração do governo, da indústria e da academia. Os insetos comestíveis têm um potencial excepcionalmente alto para contribuir para a segurança alimentar global, mais sustentável e socialmente justa

## Referências

ABBASI, T.; ABBASI, T.; ABBASI, S. A. Reducing the global environmental impact of livestock production: the minilivestock option. **Journal of Cleaner Production**. v. 112, n. 2, p. 1754-1766, 2016. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.02.094

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) (2021). **Relatório Anual**. Disponível em: <https://abpa-br.org/relatorios/>. Acesso: 13 Dez. 2021.

ACOSTA-ESTRADA, B.; REIS, A.; ROSELL, C. M.; RODRIGI D.; IBARRA-HERRERA, C. C. Benefits and challenges in the incorporation of insects in food products. **Front Nutr**. v. 30, n. 8, p. 687712, 2021. DOI: 10.3389/fnut.2021.687712.

AWOBUSUYI T.D., SIWELA M., PILLAY K. (2020). Sorghum–insect composites for healthier cookies: nutritional, functional, and technological evaluation. **Foods**. 9(10): 1427. DOI: 10.3390/foods9101427

BAIANO A. (2020). Edible insects: An overview on nutritional characteristics, safety, farming, production technologies, regulatory framework, and socio-economic and ethical implications. **Trends in Food Science e Technology**. 100: 35-50. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.03.040

BARBA F. J., MARIUTTI L. R., BRAGAGNOLO N., MERCADANTE A. Z., BARBOSA CANOVAS G. V., ORLIEN V. (2017): Bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables after thermal and nonthermal processing. **Trends Food Sci Technol**. 67: 195-206. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.07.006

BARRE, A.; CAZE-SUBRA, S.; GIRONDE, C.; BIENVENU, F.; BIENVENU, J.; ROUGE, P. Entomophagy and the risk of allergy. **Revue Française d'Allergologie**. v. 54, n. 4, p. 315-321, 2014. DOI: 10.1016/j.reval.2014.02.181.

BARROSO, F. G.; SANCHEZ-MUROS, M. J.; SEGURA, M.; MOROTE, E.; TORRES, A.; RAMOS, R.; GUIL, J. L. Insects as food: enrichment of larvae of *Hermetia illucens* with omega 3 fatty acids by means of dietary modifications. **J Food Compos Anal**. v 62, p. 8-13, 2017. DOI: 10.1016/j.jfca.2017.04.008.

BELLUCO, S.; HALLORAN, A.; RICCI, A. New protein sources and food legislation: the case of edible insects and EU law. **Food Sec**. v. 9, p. 803-814, 2017. DOI: 10.1007/s12571-017-0704-0

BERENBAUM M. R. (1995). *Bugs in the system: insects and their impact on human affairs*. Massachusetts: Perseus. 377 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). (2014). Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 14, de 28 de março de 2014, dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e dá outras providências. Disponível em:

[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0014\\_28\\_03\\_2014.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0014_28_03_2014.pdf).  
Acesso: 13 Ago. 2021

BROEKMAN, H.; KNULST, A.; JAGER, S. D. H.; GASPARI M.; JONG G. D.; HOUBEN G., VERHOECKX K. Shrimp allergic patients are at risk when eating mealworm proteins. **Clinical and Translational Allergy**. v. 5(Suppl 3), p. 77, 2015. DOI: 10.1186/2045-7022-5-S3-P77.

CARDOSO, C.; AFONSO, C.; LOURENÇO, H., COSTA, S.; NUNES, M. L. Bioaccessibility assessment methodologies and their consequences for the risk-benefit evaluation of food. **Trends in Food Science e Technology**. v. 41, n. 1, p. 5-23. (2015) DOI: 10.1016/j.tifs.2014.08.008.

CASTRO, M.; CHAMBERS, E. Willingness to eat an insect based product and impact on brand equity: A global perspective. **Journal of Sensory Studies**. p. 1-10, 2018. DOI: 10.1111/joss.12486.

CHOI, J. H.; KIM, S. J.; KIM, S. A novel anticoagulant protein with antithrombotic properties from the mosquito *Culex pipiens pallens*. **Int Biol Macromol**. v. 93(PtA): p. 156-166, 2016. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2016.08.055

COSTA-NETO, E. M. Insect as human food: an overview. **Rev. Antropol**. v. 5, n. 3, p. 562-582, 2013. DOI: 10.18542/amazonica.v5i3.1564.

COSTA-NETO E.M. (2015) Anthro-entomophagy in Latin America: an overview of the importance of edible insects to local communities. **J Insect Food Feed**. 1: 17–23. DOI: 10.3920/ JIFF2014.0015.

DE COSMI V., SCAGLIONI S., AGOSTONI C. Early taste experiences and later food choices. **Forum Nutr**. v. 9, p. 107, 2017. DOI: 10.3390/nu9020107

DOBERMANN, D.; SWIFT J. A.; FIELD, L. M. Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed. **Nutrition Bulletin**. v. 42, p. :293-308. 2017. DOI: 10.1111/nbu.12291

DOSSEY, A. T.; MORALES-RAMOS, J. S.; ROJAS, M. G. **Insects as sustainable food ingredients**. London: Academic Press. 2016, 404p.

EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), TURCK, D., CASTENMILLER, J.; DE HENAUW, S. et al., 2021. **Safety of dried yellow mealworm (*Tenebrio molitor larva*) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283**. **EFS2 19**. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6343>

ELHASSAN, M.; WENDIN, K.; OLSSON, V.; LANGTON, M. Quality aspects of insects as food – nutritional, sensory, and related concepts. **Foods**. v. 8, n. 95, p. 1-14, 2019. DOI: 10.3390/foods8030095

ETCHEVERRY, P.; GRUSAK, M. A.; FLEIGE, L. S. Application of *in vitro* bioaccessibility and bioavailability methods for calcium, carotenoids, folate, iron,

magnesium, polyphenols, zinc, and vitamins B6, B12, D, and E. **Front. Physiol.** v. 3, p. 1-22, 2012. DOI: 10.3389/fphys.2012.00317.

FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2009). **How to feed the world in 2050. High level expert forum.** Disponível em: <https://www.fao.org/wsfs/forum2050/wsfs-background-documents/hlef-issues-briefs/en/>. Acesso em: 13 Dez. 2021.

FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2013a). **Edible insects. Future prospects for food and feed security.** Disponível em: <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf> . Acesso: 13 Dez. 2021.

FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2013b). **Fao statistical yearbook 2013 world food and agriculture.** 307p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i3107e/i3107e00.htm>. Acesso: 11 Abr. 2015.

FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2014). **The state of food insecurity in the world 2014.** Disponível em: <http://www.fao.org/publications/sofi/en/>. Acesso: 12 Ago. 2015

FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2017). **El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo.** 144p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i7695s/i7695s.pdf>. Acesso: 13 Dez. 2021.

FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2018). **El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo.** 218p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/I9553ES/i9553es.pdf>. Acesso: 13 Dez. 2021.

FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2019). **El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo.** 256p. Disponível em: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ca5162es.pdf>. Acesso: 13 Dez. 2021.

FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2020). **El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo.** 44p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ca9699es/ca9699es.pdf>. Acesso: 13 Dez. 2021.

FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2021a). **El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo.** 44p. Disponível em: [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/SOFI2021\\_InBrief\\_SP\\_web.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/SOFI2021_InBrief_SP_web.pdf). Acesso: 13 Dez. 2021.

FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2021b). **Looking at edible insects from a food safety perspective. Challenges and opportunities for the sector.** Rome:FAO. 108p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/cb4094en/cb4094en.pdf>. Acesso em: 15 Fev. 2022. DOI: 10.4060/cb4094en

FERREIRA FILHO, J. B. S.; MORAES, G. I. Climate change, agriculture and economic effects on different regions of Brazil. **Environment and Development Economics**. v. 20, n. 1, p. 37-56, 2015. DOI: 10.1017/S1355770X14000126

FIORAVANTI, M. I. A.; MILANI, R. F.; PAIVA, E. L.; MORGANO, M. A. Simple and fast ultrasound-assisted method for mineral content and bioaccessibility study in infant formula by ICP OES. **Analytical Methods**. v. 12, n. 25, p. 3225-3234. 2020a. DOI: 10.1039/D0AY00867B

FIORAVANTI, M. I. A.; MILANI, R. F.; PAIVA, E. L., MORGANO, M. A. Influence of various ingredients on mineral bioaccessibility in infant formula and whole milk. **International Dairy Journal**. 110, 104808. 2020b. DOI: 10.1016/j.idairyj.2020.104808

FOGANG, A. R.; KANSCI, G., VIAU, M.; HAFNAOUI, N.; MEYNIER, A.; DEMMANO, G.; GENOT, C. Lipid and amino acid profiles support the potential of *Rhynchophorus phoenicis* larvae for human nutrition. **J Food Compos Anal**. v. 60, p. 64-73, 2017. DOI: 10.1016/j.jfca.2017.03.016

GOVORUSHKO, S. Global status of insects as food and feed source: A review. **Trends in Food Science e Technology**. v. 91, p. 436-445, 2019. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.07.032

GRAVEL, A.; DOYEN, A. The use of edible proteins in food: Challenges and issues related to their functional properties. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. v. 59, 102272. 2020. DOI: 10.1016/j.ifset.2019.102272

GRASSI, M. K. **Let's Eat Bugs!** A Thought-Provoking Introduction to Edible Insects for Adventurous Teens and Adults (2nd Edition) (Let's Eat Bugs). Edição do Kindle. 2014, 493p.

HALLORAN, A.; FLORE, R.; VANTOMME, P.; ROOS, N. **Edible Insects in Food sustainable Food Systems**. New York: Springer, 2018. 468p. DOI: 10.1007/978-3-319-74011-9

HAMERMAN, E. J. Cooking and disgust sensitivity influence preference for attending insect-based food events. **Appetite**, v. 96, p. 319-326, 2016. DOI: 10.1016/j.appet.2015.09.029

HOMANN, A. M.; AYIEKO, M. A.; KONYOLE, S. O.; ROOS, N. Acceptability of biscuits containing 10% cricket (*Acheta domesticus*) compared to milk biscuits among 5-10-year-old Kenyan schoolchildren. **J Insects Food Feed**. v. 3, p. 95-103, 2017. DOI: 10.3920/JIFF2016.0054

HOUSE, J. Insects as food in the Netherlands: Production networks and the geographies of edibility. **Geoforum**. 94: 82–93. DOI: 10.1016/j.geoforum.2018.05.011

HUIS A. (2018). Insects as human Food. In: ALVES, R. R. N, ALBUQUERQUE, I. P. **Ethnozology: Animals in our lives**. Cambridge: Academic Press, p.195-213, 2018. DOI: 10.1016/C2015-0-06858-7

HUNTER, G. L. **Edible Insetcts. A Global History**. London: Reaktion Books. 2021, 177p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020). **Produção Agropecuária 2020**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>. Acesso: 13 Fev. 2021.

IMATHIU, S. Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. **NFS Journal**. v. 18, p. 1-11. 2020. DOI:10.1016/j.nfs.2019.11.002

JONGEMA, Y. **List of edible insects of the world**. 2017. Disponível em: <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm>. Acesso: 12 Ago. 2021.

KELEMU, S., NIASSY, S., TORTO, B., FIABOE, K., AFFOIGNON, H., TONNANG, H., MANIANIA, N. K., EKESI, S. (2015). African edible insects for food and feed: inventory, diversity, commonalities and contribution to food security. **J Insect Food Feed**. v. 1, n. 2, p. 103–119. DOI: 10.3920/JIFF2014.0016

KIM, T.; YONG, H. I.; KIM, Y.; KIM, H.; CHOI, Y. S. Edible Insects as a Protein Source: A Review of Public Perception, Processing Technology, and Research Trends. **Food Science of Animal Resources Food**. v. 39, n. 4, p. 521–540, 2019. DOI: 10.5851/kosfa.2019.e53

KOURIMSKÁ, L.; ADÁMKOVÁ, A. Nutritional and sensory quality of edible insects. **NFS Journal**. v. 4, p. 22-26. 2016. DOI: 10.1016/j.nfs.2016.07.001

LANGE, K. W.; NAKAMURA, Y. Edible insects as future food: chances and challenges. *Journal of Future Foods*, v. 1, n. 1, p. 38-46, 2021. DOI: 10.1016/j.jfutfo.2021.10.001

LESNIK, J. J. **Edible Insects and Human Evolution**. University Press of Florida. (Edição do Kindle), 2019. 206p.

LICEAGA, A. M. Processing insects for use in the food and feed industry. **Current Opinion in Colloid e Interface Science**. v. 48, p. 1-5, 2021. DOI: 10.1016/j.cois.2021.08.002

LUCAS, A. J. S.; OLIVEIRA, L. M.; ROCHA, M.; PRENTICE, C. Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds. **Food Chemistry**. 2020, 311p. 126022. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.126022

MANDITSERA, F. A.; LUNING, P. A.; FOGLIANO, V.; LAKEMON, C. M. Effect of domestic cooking methods on protein digestibility and mineral bioaccessibility of wild

harvested adult edible insects. **Food Res Int.** v. 121, p. 404-411, 2019. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.03.052

MEGIDO, R. C.; POELAERT, C.; ERNENS, M.; LIOTTA, M.; BLECKER, C.; DANTHINE, S.; TYTECA, E.; HAUBRUGE, E.; ALABI, T.; BINDELLE, J.; FRANCISCO, F. Effect of household cooking techniques on the microbiological load and the nutritional quality of mealworms (*Tenebrio molitor* L. 1758). **Food Research International.** v. 106, p. 503-508, 2018. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.01.002

MELGAR-LALANE, G.; HERNÁNDEZ-ÁLVAREZ, A. J.; SALINAS-CATRO, A. Edible insects processing: traditional and innovative technologies. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.** v. 18, n. 4, p. 1166-1191, 2019. DOI: 10.1111/1541-4337.12463

MELSE-BOONSTRA, A. (2020). Bioavailability of micronutrients from nutrient-dense whole foods: zooming in on dairy, vegetables, and fruits. **Front Nutr.** 7:10. DOI: 10.3389/fnut.2020.00101

MEYER-ROCHOW, V.; JUNG, C. Insects used as food and feed: isn't that what we all need? **Foods.** v. 9, n. 8, p. 1003, 2020. DOI:10.3390/foods9081003

MINAS, R. S.; KWIATKOWSKI, A.; KLEIN, S.; OLIVEIRA, R. F.; DIEMER, O. **Antropoentomofagia e Entomofagia: insetos, a salvação nutricional da humanidade.** Brasília: Editora Kiron. 2016, 441p.

MISHYNA, M.; KEPPLER, J. K.; CHEN, J. Techno-functional properties of edible proteins and effects of processing. **Current Opinion in Colloid e Interface Science.** v. 56, p. 101508, 2021. DOI: 10.1016/j.cocis.2021.101508

MISHYNA, M.; GLUMAC, M. So different, yet so alike Pancrustacea: health benefits of insects and shrimps, **J. Funct. Foods.** v. 76, p. 104316, 2021. Doi:10.1016/j.jff.2020.104316.

MITSUHASHI, J. **Edible insects of the world.** Boca Raton: CRC Press. 274p., 2017.

MORAES, B.; FERNANDES, L. O promissor mercado de insetos comestíveis. 2018. Disponível em: <https://medium.com/@leodemf/o-promissor-mercado-de-insetos-comest%C3%ADveis-131a4572a98f>. Acesso: 13 Ago. 2021

MUTUNGI, C.; IRUNGU, F. G.; NDUKO, J.; MUTUA, F.; AFFOGNON, H.; NAKIMBUGWE, D.; EKESI, S.; FIABOE, K. K. M. Postharvest processes of edible insects in Africa: A review of processing methods, and the implications for nutrition, safety and new products development. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition.** p. 1-23, 2017. DOI: 10.1080/10408398.2017.1365330

NÆS, T.; VARELA, P.; BERGET, I. Chapter 3 - Individual Differences in Descriptive Sensory Data (DA). In Næs T., Varela P., I. B. T.-I. D. in S. and C. S. Berget (Eds.).

Woodhead Publishing. p. 25-55, 2018. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101000-6.00003-2>

NOWAKOWSKI, A. C.; MILLER, A. C.; MILLER, M. E.; XIAO, H.; WU, X. (2021). Potential health benefits of edible insects. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. 1-10. DOI: 10.1080/10408398.2020.1867053

OJHA, S.; BUßLER, S.; SCHLÜTER, O. K. (2020). Food waste valorisation and circular economy concepts in insect production and processing. **Waste Management**. 118:600-609. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.09.010

OJHA, S.; BEKHIT, A. E. D.; GRUNE, T.; SCHLÜTER, O. (2021). Bioavailability of nutrients from edible insects. *Current Opinion in Food Science*. 41: 240-248. DOI: 10.1016/j.cofs.2021.08.003

ORDOÑEZ-ARAQUE, R.; EGAS-MONTENEGRO, E. (2021). Edible insects: A food alternative for the sustainable development of the planet. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 23: 100304. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2021.100304

OZDAL, T.; SELA, D. A.; XIAO, J.; BOYACIOGLU, D.; CHEN F.; CAPANOGLU, E. (2016). The Reciprocal interactions between polyphenols and gut microbiota and effects on bioaccessibility. **Nutrients**. 8(2):78. DOI:10.3390/nu8020078

PARADA, J.; AGUILERA, J. M. (2007). Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. **J Food Sci**. 72(2): R21-R32. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00274.x

PATEL, S.; SULEIRA, H. A. R.; RAUF, A. Edible insects as innovative foods: Nutritional and functional assessments. **Trends in Food Science e Technology**. v. 86, p. 352-359, 2019. Doi: 10.1016/j.tifs.2019.02.033

PEDROSO, M. A. P.; SCHARDONG, I. S.; JIMÉNEZ, M. S. E.; BOFF, J.; BERNARDI, O.; RICHARDS, N. S. P. S. Edible insects as potential source of alternative protein. *In: Simpósio Latino-americano de Ciências de Alimentos – SLACA, 14, Campinas. Anais eletrônicos...* Campinas: UNICAMP, 2021. Disponível em: <https://proceedings.science/slaca-2021/papers/edible-insects-as-potential-source-of-alternative-protein>, Acesso: 13 Dez. 2021. ISSN 2447-2840

PYO, S. J.; KANG, D. G.; JUNG, C.; SOHN, H. Y. Anti-thrombotic, anti-oxidant and hemolysis activities of six edible insect species. **Foods**. v. 9, n. 4, p. 401, 2020. DOI:10.3390/foods9040401

RAHEEM, D.; RAPOSO, A.; OLUWOLE, O. B.; NIEUWLAND, M.; SARAIVA, A.; CARRASCOSA, C. Entomophagy: nutritional, ecological, safety and legislation aspects. **Food Res Inter**. v. 126, p. 108672, 2019. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108672

RAMOS-ELORDUY, J.; PINO, J. M. M. (1996). El consumo de insectos entre los Aztecas. In: LONG, J. (Ed.). Conquista y comida. Consecuencias del encuentro de dos mundos. México: UNAM. p. 89-101.

REIS, T. L., DIAS, A. C. C. (2020). Farinha de insetos na alimentação de não ruminantes, uma alternativa alimentar. **Veterinária e Zootecnia**. 27: 001-017. ISSN Eletrônico 2178-3764

RUMPOLD, B. A., SCHLÜTER, O. K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. **Mol. Nut. Food Res.** 57(5):802-823. DOI:10.1002/mnfr.201200735

SAATH, K. C. O., FACHINELLO, A. L. (2018). Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **RESR**. 56(2):195-212. DOI: 10.1590/1234-56781806-94790560201

SANCHES, V. L., PEIXOTO, R. R. A., CADORE, S. (2019). Phosphorus and zinc are less bioaccessible in soy-based beverages in comparison to bovine milk. **Journal of Functional Foods**. DOI:10.1016/j.jff.2019.103728

SANTOS, C. A. B., FLORÊNCIO, R. R. (2013). Breve histórico das relações homem-ambiente presentes na entomofagia e entomoterapia. **Polêmica**. 12(4):786-798. DOI: 10.12957/polemica.2013.8648

SCHARDONG, I. S., FREIBERG, J. A., SANTANA, N. A., RICHARDS, N. S. P. S. (2019). Brazilian consumers' perception of edible insects. **Ciência Rural**. 49(10): e20180960. DOI: 10.1590/0103-8478cr20180960

SCHICKLER, G. (2013). **Insetos na Alimentação**. Disponível em: <http://www.nutrinsecta.com.br/artigos/artigo-completo-para-a-revista-passarinheiros-e-cia-edicao-72/>. Acesso: 13 Dez. 2021.

SOAGRI, G., MORA, C., MENOZZI, D. (2019). Edible insects in the food sector. New York: Springer. 196p.

SRINROCH, C., SRISOMSAP, C., CHOKCHAICHAMNANKIT, D., PUNYARIT, P., PHIRIYANGKUL, P. (2015). Identification of novel allergen in edible insect, *Gryllus bimaculatus* and its cross-reactivity with *Macrobrachium* spp. allergens. *Food Chemistry*. 184(1):160–166. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.03.094

THEODOROPOULOS, V. C. T., TURATTI, M. A., GREINER, R., MACEDO, G. A., PALLONE, J. A. L. (2018). Effect of enzymatic treatment on phytate content and mineral bioaccessibility in soy drink. **Food Research International**. 108: 68–73. DOI:10.1016/j.foodres.2018.03.018

TONG, L., YU, X., LUI, H. (2011). Insect food for astronauts: Gas exchange in silkworms fed on mulberry and lettuce and the nutritional value of these insects for human consumption during deep space flights. **Bulletin of Entomological Research**. 101(5): 613–622. DOI: 10.1017/S0007485311000228

TZOMPA-SOSA, D. A., FOGLIANO, V. (2017). Potential of insect-derived ingredients for food applications, In: V.D. Shields (Ed.) *Insect physiology and ecology*, InTech, Chapter 9. DOI: 10.5772/67318

UN. United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development Summit 2015*. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/summit>. Acesso: 13 Dez. 2020.

VAN HUIS, A., RUMPOLD, B., MAYA, C., ROOS, N. (2021). Nutritional qualities and enhancement of edible insects. **Annu. Rev. Nutr.** 11(41):551-576. DOI: 10.1146/annurev-nutr-041520-010856

VAN HUIS, A., VAN ITTERBEECK, J., KLUNDER, H., MERTENS, E., HALLORAN, A., MUIR, G., VANTOMME, P. (2013). **Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed**. Food and Agriculture Organisation of the United Nations: Rome, Italy, pp. 1–190. DOI:

VIEIRA DA SILVA, S., MATTANNA, P., BIZZI, C. A., RICHARDS, N. S. P. S., BARIN, J. S. (2013). Evaluation of the Mineral Content of Infant Formulas Consumed in Brazil. **J. Dairy Sci.** 96 (6):3498-3505. DOI: 10.3168/jds.2012-6268

VILELA, L., PULROLNIK, K. Segurança alimentar e a sustentabilidade. **Opiniões**, v. 12, n. 40, p. 12-14, jun./ ago. 2015.

YEN, A. L. (2015) Insects as food and feed in the Asia Pacific region: current perspectives and future directions. **J Insect Food Feed.** 1:33–55. DOI:10.3920/JIFF2014.0017

ZHANG, Z., GAO, L., SHEN, C., RONG, M., YAN, X., LAI, R. (2014). A potent anti-thrombosis peptide (vasotab TY) from horsefly salivary glands. **Int. J. Biochem. Cell Biol.**, 54:83–88. DOI: 10.1016/j.biocel.2014.07.004

ZIELINSKA, E., BARANIAK, B., KARAS, M., RYBCZYNSKA, K., JAKUBCZYK, A. (2015). Selected species of edible insects as a source of nutrient composition. **Food Res Int.** 77(3):460-466. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.09.008

## ATIVIDADES PARÁCRINA E ENDÓCRINA DO INTERFERON TAU EM MODELOS EXPERIMENTAIS *IN VIVO* E *IN VITRO*

Alfredo Quites Antoniazzi<sup>1</sup>

Carolina dos Santos Amaral<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professor, Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Departamento de Clínica de Grandes Animais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

E-mail: [alfredo.antoniazzi@ufsm.br](mailto:alfredo.antoniazzi@ufsm.br)

<sup>2</sup> Aluna de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

E-mail: [carolina.dsamaral@gmail.com](mailto:carolina.dsamaral@gmail.com)

### Resumo

O reconhecimento materno da gestação em ruminantes é um processo fisiológico que requer a interação entre o conceito e a mãe com a finalidade de evitar a regressão luteal. Estudos na década de 1960 começaram a investigar essa comunicação, e durante a década de 1980 foi identificado uma das citocinas responsáveis por essa sinalização, um interferon tipo I que mais tarde foi denominado interferon tau. Nos anos 1990, foi descrita a ação parácrina do interferon tau. Essa ação local impede os pulsos luteolíticos de prostaglandina F2 alfa inibindo a expressão endometrial dos receptores de estrógeno e ocitocina. Posteriormente, a ação endócrina do interferon tau também foi descrita, apresentando ação extra uterina em diversos tecidos. Este estudo inicial da ação endócrina revelou uma maior bioatividade de interferon tau no soro da veia uterina de ovelhas prenhes quando comparada com ovelhas não prenhes. Foram realizados uma série de experimentos para melhor compreender a ação endócrina do interferon tau em vários tecidos extra-uterinos, com modelos *in vivo* e *in vitro*. Portanto, o objetivo deste capítulo é apresentar as ações do interferon tau durante o período de reconhecimento materno da gestação em ruminantes, bem como enfatizar a importância dos estudos esta área utilizando modelos experimentais *in vivo* e *in vitro*.

**Palavras-chave:** Ação parácrina. Ação endócrina. Interferon tau. Reconhecimento materno da gestação. Ruminantes.

## Introdução

O reconhecimento materno da gestação é o período em que o concepto sinaliza sua presença para a mãe com a finalidade de aumentar a vida do corpo lúteo e conseqüentemente evitar o retorno à ciclicidade (FARIN et al., 1990; NISWENDER et al., 2018). Em ruminantes, o período de sinalização coincide com o alongamento do embrião e a máxima produção de interferon tau (IFNT) (ANTONIAZZI et al., 2011; SPENCER; BAZER, 2004).

Após a fecundação, inicia-se o processo de desenvolvimento embrionário. O embrião passa pelas fases de zigoto, quando ocorre o estabelecimento da singamia. Logo após sofre sucessivas mitoses, até chegar à fase de mórula. Nessa fase, que acontece de 4 a 6 dias após a fecundação, o embrião entra no útero. Em seguida, evolui para o estágio de blastocisto inicial, com a formação da blastocele e o estabelecimento de 2 tipos celulares: trofoblasto e massa celular interna (embrioblasto). O blastocisto inicial se desenvolve e expande, até o dia 8-9 quando ocorre a eclosão da zona pelúcida. Então o blastocisto passa a se alongar de forma tubular, formando um filamento capaz de preencher todo o espaço intrauterino. A expressão de IFNT aumenta proporcionalmente à medida que ocorre o processo de alongação (HIRAYAMA et al., 2014; JOHNSON et al., 1999a; SPENCER; BAZER, 2004; SPONCHIADO et al., 2017).

Inicialmente, a secreção de IFNT no concepto ovino ocorre entre os dias 10 e 25, com pico de secreção entre os dias 14 e 16 da gestação (FARIN et al., 1990). Já em bovinos, a secreção ocorre entre os dias 12 e 26, com pico entre os dias 18 e 20 (FARIN et al., 1990; HIRAYAMA et al., 2014). O IFNT é a principal citocina secretada pelas células do trofoblasto embrionário, sendo responsável pela sinalização durante esse período (ROBERTS; EALY; EZASHI, 1999). O mecanismo clássico de ação do IFNT (ação parácrina) consiste no controle da transcrição de receptores de estrógenos (ESR1) e ocitocina (OXTR) no epitélio luminal endometrial (SPENCER; BAZER, 1996). Esse controle inibe os pulsos luteolíticos de prostaglandina F2 alfa (PGF), evitando o retorno à ciclicidade. Porém, o relato da atividade endócrina do IFNT em diferentes órgãos e tecidos ampliou pesquisas na área. O objetivo deste capítulo é apresentar um breve histórico sobre o IFNT, suas ações durante o período

de reconhecimento materno da gestação em ruminantes, demonstrar o que vem sendo estudado e enfatizar a importância dos estudos nesta área utilizando modelos experimentais *in vivo* e *in vitro*.

## O Intereron tau

Estudos na década de 1960 identificaram que existia alguma substância produzida durante a gestação inicial que adia a manifestação do estro (MOOR; ROWSON, 1966). Já na década de 1970, foi identificado que essa substância era uma proteína produzida pelo concepto, que foi nomeada de trofoblastina (MARTAL et al., 1979). Pouco tempo depois, foi demonstrado que essa proteína era produzida pelas células do trofoblasto e chamou de "Proteína X" (GODKIN et al., 1982), e que mais tarde renomeou para proteína do trofoblasto ovino (ovine trophoblastic protein-1 oTP-1) (GODKIN; BAZER; ROBERTS, 1984). A oTP-1 foi sequenciada e foi identificado que sua estrutura era muito semelhante aos interferons tipo I, e por essa razão foi renomeada para interferon tau (IMAKAWA et al., 1987).

Aparentemente, o IFNT evoluiu do interferon ômega, essa evolução é caracterizada pela inserção de um *promoter* específico no trofoblasto. Bovinos, ovinos e caprinos possuem diversas formas polimórficas de IFNT (EALY; WOOLDRIDGE, 2017). Alguns fatores de transcrição possuem papel importante na regulação da expressão do gene do IFNT; dentre eles, os fatores de transcrição *ETS2*, *AP1*, *DLX3* e *CDX2* possuem um papel fundamental na regulação da transcrição de IFNT durante o início da gestação (EZASHI; IMAKAWA, 2017).

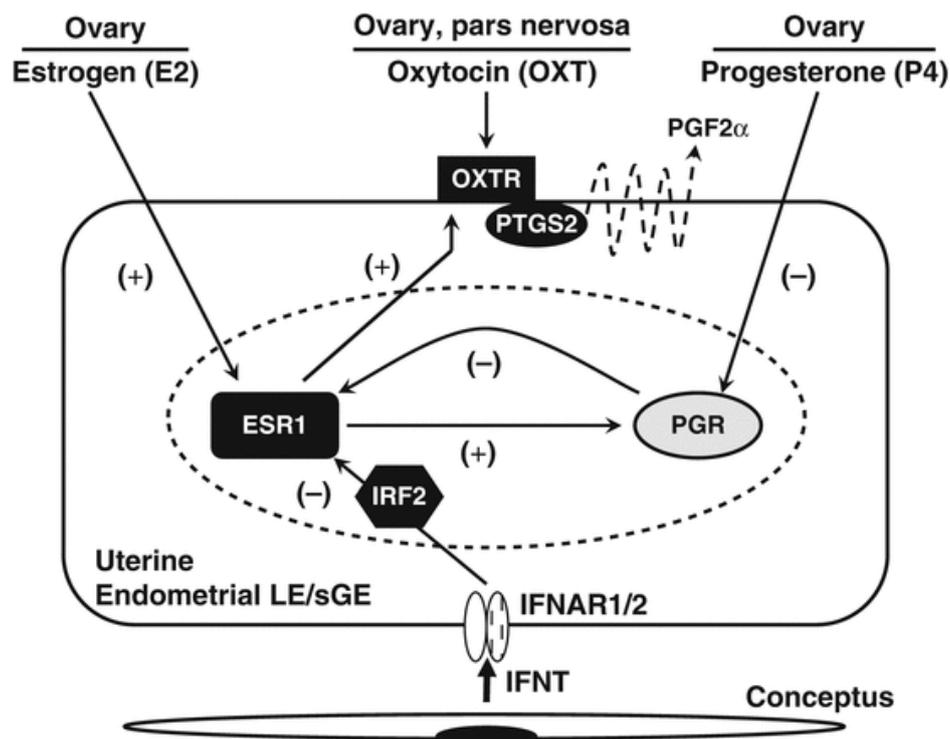
O IFNT é uma proteína secretada em grandes quantidades pelas células do trofoblasto do embrião de ruminantes, antes da implantação (FARIN et al., 1990). O RNAm começa a ser expresso a partir do quarto dia do desenvolvimento embrionário *in vitro* (TALUKDER et al., 2018; YAO et al., 2009) e a sua sinalização já é detectada no endométrio no sétimo dia do desenvolvimento embrionário (SPONCHIADO et al., 2017). O início da expressão de IFNT é programada geneticamente independente do ambiente uterino, pois ele é expresso em sistemas *in vivo* e *in vitro*. No entanto, a produção de IFNT é influenciada pelo ambiente uterino, pois a produção *in vitro* aumenta na presença de tecido uterino (KERBLER

et al., 1997). A expressão diminui com a implantação, pois o contato do trofoblasto com o endométrio interrompe a produção de IFNT (DEMMERS; DERECKA; FLINT, 2001).

### Atividades parácrina e endócrina do Interferon tau

Atualmente, sabe-se que o IFNT sinaliza pelas vias parácrina e endócrina. O mecanismo de sinalização parácrino (Figura 1), também conhecido como via clássica de sinalização do reconhecimento materno da gestação em ruminantes, consiste na ligação do IFNT aos seus receptores presentes no endométrio, ativação da cascata JAK/STAT e inibição da expressão dos receptores (ESR1 e OXTR no epitélio luminal do endométrio (SPENCER; BAZER, 1996). A diminuição da expressão dos receptores ESR1 e OXTR diminui a síntese e liberação de pulsos luteolíticos de prostaglandina F2 alfa (PGF) (SPENCER & BAZER, 1996), hormônio responsável pelo início da luteólise (MCCRACKEN; CUSTER; LAMSA, 1999).

**Figura 1. Esquema ilustrando a regulação hormonal do mecanismo luteolítico endometrial e os efeitos parácrinos antiluteolíticos do interferon tau (IFNT) do concepto no endométrio ovino.**



FONTE: (HANSEN; SINEDINO; SPENCER, 2017).

Além do mecanismo parácrino do reconhecimento materno da gestação em ruminantes, existe a via de sinalização endócrina. Foi observado que alguns animais gestantes possuíam expressão de genes estimulados por interferons na corrente circulatória, mais especificamente o gene estimulado por interferon-15 (ISG15) (HAN et al., 2006). Inicialmente foi pensado na presença de um mediador da ação do IFNT, uma interferomedina (SPENCER et al., 1999). Recentemente foi avaliada a expressão de ISG15 em tecidos extrauterinos durante o início da gestação em ovinos (BOTT et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2008). Pelas técnicas de biologia molecular de PCR em tempo real, western blot e imuno-histoquímica, identificou-se uma maior expressão de ISG15 em células luteais grandes no dia 15 da gestação, quando comparada com a expressão em células luteais grandes de ovelhas não prenhes (OLIVEIRA et al., 2008). Foi realizado ensaio antiviral, que mostrou maior bioatividade de interferons tipo I no dia 15 da gestação no soro da veia uterina de ovelhas prenhes quando comparadas com ovelhas não prenhes (OLIVEIRA et al., 2008). Assim, sugere-se que a ação dos interferons presente no soro da veia uterina de ovelhas prenhes no dia 15 da gestação é exercida pelo IFNT, pois a utilização de anticorpo específico contra IFNT bloqueou ação antiviral (BOTT et al., 2010).

### Uso dos genes estimulados por interferons como marcadores da presença embrionária

O IFNT pertence aos interferons do tipo I e usa o mesmo mecanismo de ação das respostas antivirais. O IFNT liga-se a receptores de interferon tipo I (IFNAR1 e IFNAR2) e induz sua resposta por meio da sinalização via JAK/STAT (BINELLI et al., 2001). Os receptores IFNAR1 e IFNAR2 são expressos em todos os tecidos corporais e têm como função principal mediar respostas antivirais. Também estão localizados no útero para mediar respostas maternas em função do IFNT produzido pelo embrião (JOHNSON et al., 1999a, 1999b).

O IFNT se liga a esses receptores para exercer sua ação pela via de transdução de sinais JAK/STAT, onde as proteínas tirosino-quinases fosforilam proteínas STAT formando complexos multiméricos que agem como fatores de transcrição (BINELLI et al., 2001). Esses complexos atuam basicamente em 2 vias: a

primeira consiste no controle da transcrição de receptores ESR1 e conseqüentemente OXTR no epitélio luminal endometrial (SPENCER & BAZER, 1996); e a segunda ocorre quando os complexos se ligam a regiões definidas no DNA, chamadas de elementos responsivos à estimulação por interferons (ISREs), que regulam a expressão de ISGs (ANTONIAZZI et al., 2011; JOHNSON et al., 1999a).

Em geral, acredita-se que as concentrações circulantes de IFNT na corrente sanguínea sejam extremamente baixas e, portanto, difíceis de detectar (OLIVEIRA et al., 2008; BOTT et al., 2010). No entanto, existem maneiras indiretas de detectar a ação do IFNT na corrente sanguínea. Uma delas é mensurar a expressão de ISGs em tecidos extra uterinos, por exemplo os leucócitos. Existem vários estudos que correlacionam a expressão de ISGs nos leucócitos do sangue periférico (PBL) com a gestação precoce (GREEN et al., 2010; HAQ et al., 2016; SHEIKH et al., 2018; TOJI et al., 2017). Estudos analisaram a expressão gênica em frações separadas de leucócitos concluíram que a fração de células polimorfonucleares (PMN) são mais sensíveis ao estímulo por IFNT quando comparados à fração de células mononucleares (PBMC). Além disso, existe uma correlação positiva entre a expressão de ISGs no PMN e a gestação precoce em bovinos (KIZAKI et al., 2013; SHIRASUNA et al., 2012). Dentre os ISGs que aumentam a expressão de RNAm durante o início da gestação em resposta ao IFNT, estão os genes 2',5' oligoadenilato sintetase (OAS1) (MIRANDO et al., 1991; SCHMITT et al., 1993), o gene de resistência ao myxovirus 1 e 2 (MX1 e MX2) (OTT et al., 1998) e o gene estimulado por interferon 15 (ISG15) (AUSTIN et al., 1996; ROCHA et al., 2020).

### **Modelos experimentais *In vitro* e *In vivo***

A partir da demonstração da ação endócrina do IFNT, iniciou-se a investigação de sua ação em tecidos extra uterinos, e que poderiam estar envolvidos com o reconhecimento materno da gestação. Um novo modelo de estudo da ação endócrina do IFNT foi proposto (BOTT et al., 2010). Inicialmente, foi realizada a instalação de uma bomba osmótica para infusão contínua de IFNT recombinante ovino (roIFNT) na veia uterina no dia 10 do ciclo estral, e foi verificado a expressão

de ISG15 no CL (BOTT et al., 2010). Outros experimentos foram realizados com infusão contínua de IFNT em diferentes dias e com diferentes concentrações de IFNT, e foram capazes de induzir ISG15 em tecidos extrauterinos (ANTONIAZZI et al., 2013). Culturas de células luteais pequenas, grandes e mistas foram tratadas em uma concentração dependente da dose de IFNT para avaliar a expressão de mRNA de ISG15. Todos os tipos de células não tiveram expressão detectável de ISG15 após 0ng/mL de IFNT, e ISG15 foi expresso em todas as concentrações de IFNT, no entanto, células luteais grandes foram mais sensíveis à menor concentração de IFNT (ANTONIAZZI et al., 2013).

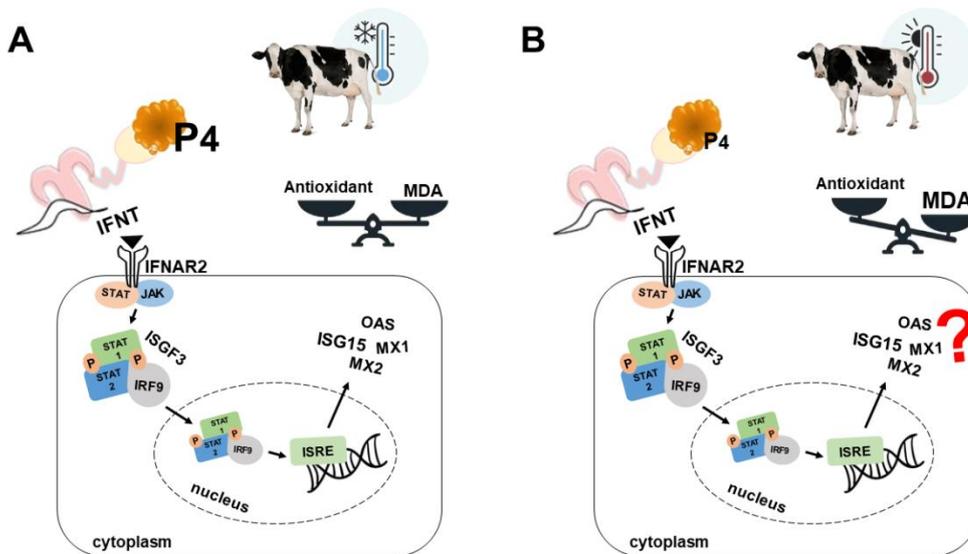
Com base no modelo de infusão contínua de IFNT na veia uterina (BOTT et al., 2010; ANTONIAZZI et al., 2013), propomos um modelo *in vitro* para estudar a ação endócrina do interferon tau (BRIDI et al., 2018). Como o CL é a glândula mais importante para produzir progesterona e, conseqüentemente, manter a gestação, o modelo utiliza cultura de células lúteas tratadas com IFNT. A fonte de IFNT é meio condicionado de embriões ativados por partenogênética (PA). As células luteais foram tratadas com interferon alfa (IFNA) e meio condicionado de maneira dose-dependente. O cultivo de células luteais não expressou RNAm para ISG15 no grupo controle. IFNA e meio condicionado de embriões PA apresentaram padrões de expressão de mRNA ISG15 semelhantes; e no ensaio antiviral, o meio condicionado apresentou atividade semelhante a atividade antiviral do IFNA. A concentração de progesterona no meio de cultura de células luteais foi semelhante ao longo do período e dos diferentes tratamentos. Este estudo concluiu que as células lúteas em cultura respondem a interferons Tipo I (IFNA) e ao meio condicionado de embriões PA (IFNT) induzindo a expressão de RNAm ISG15, os IFNs não influenciam a concentração de progesterona em cultura de células lúteas (BRIDI et al., 2018).

Outro modelo de estudo utilizando estresse térmico (HS) nas rotas de sinalização do IFNT foi proposto pelo nosso grupo. Primeiramente, utilizando apenas embriões produzidos *in vitro*, nosso objetivo foi investigar a síntese de IFNT, espécies reativas de oxigênio e estresse oxidativo sob a influência do HS durante as diferentes fases da produção de embriões bovinos *in vitro*. O HS foi estabelecido quando a temperatura foi gradualmente elevada de 38,5°C para 40,5°C em incubadora de tensão de CO<sub>2</sub> controlada, mantida por 6 horas e diminuída

novamente para 38,5°C. Para isso, foram utilizados ovários de abatedouro de acordo com os tratamentos: grupo controle, o qual manteve-se apenas a 38,5°C; complexos cumulus-oócitos (CCOs) maturados em HS; CCOs fertilizados em HS; zigotos cultivados no primeiro dia em HS; e células submetidas a HS na maturação oocitária, fertilização e no primeiro dia de cultivo do zigoto. O HS afetou negativamente as taxas de clivagem e blastocistos, em todos os grupos de HS. No dia 7, todos os embriões tratados com HS mostraram diminuição da expressão gênica e proteica de IFNT, enquanto as espécies reativas de oxigênio aumentaram em comparação com o controle. Portanto concluiu-se que o comprometimento do desenvolvimento embrionário inicial devido a temperaturas mais altas durante a maturação *in vitro* do oócito, fertilização e/ou estágio de zigoto diminuíram a expressão de IFNT e aumentaram as espécies reativas de oxigênio em bovinos (AMARAL et al., 2020). A partir desse trabalho, buscamos entender como ocorre a sinalização endócrina do IFNT no sangue periférico de vacas submetidas ao estresse térmico. Foram utilizadas vacas cíclicas de uma mesma fazenda, coletadas em dois períodos distintos: conforto térmico (setembro) e estresse térmico (janeiro). Ambos os grupos experimentais foram coletados nos dias 10, 14 e 18 após a inseminação artificial. Os principais achados deste trabalho estão descritos na figura 2. Mais estudos estão sendo realizados nesta linha, com o intuito de caracterizar o que acontece com o sistema imune da mãe durante período de reconhecimento materno da gestação, visto que tanto a interação materno-embrionária nesse período quanto a ocorrência do estresse térmico podem estar influenciando nas rotas de sinalização e expressão de genes pró e anti-inflamatórios.

**Figura 2. Modelo esquemático ilustrando as principais conclusões.**

A) Vacas em ambiente de conforto mantêm o equilíbrio oxidativo independente do estado de gestação. A via do IFN tipo I e os genes ISGs foram regulados positivamente no dia 18 em células PMN de vacas prenhes. No entanto, B) Condições de estresse térmico induzem estresse oxidativo em vacas prenhes e não prenhes. Em vacas prenhes, o HS diminui a concentração de progesterona e prejudica a expressão gênica da via ISGs e IFN Tipo I em células PMN.



FONTE: (AMARAL et al., 2021).

Seguindo a linha de pesquisa sobre sinalização endócrina do IFNT e a resposta imune materna, em colaboração com Prof. Akio Miyamoto (Obihiro, Japão), propomos um modelo *in vitro* para estudar o mecanismo que os neutrófilos reconhecem e amplificam os sinais de IFNT derivados do embrião bovino do dia 7 para estimulação da expressão de ISGs (FIORENZA et al., 2021). Este estudo teve como objetivo investigar o impacto direto do embrião bovino nas respostas imunes dos PMNs *in vitro* e se esses PMNs podem amplificar e transferir sinais embrionários para outra população de PMNs. Os PMNs foram suplementados com meio condicionado de embriões IFNT (10 ng/ml). Para testar se os PMNs podem transferir sinais do embrião para uma nova população de PMNs, os 2 grupos experimentais citados anteriormente foram incubados em meios de cultura frescos por 3 horas, dos quais os sobrenadantes da cultura foram coletados e usado como meio condicionado de PMN para estimular uma nova população de PMN. Nossos resultados indicaram que embriões bovinos induzem respostas anti-inflamatórias

diretas com o pico de expressões de ISGs em PMNs principalmente via IFNT. Além disso, os PMNs podem amplificar e transferir sinais do embrião para uma nova população de PMN em um mecanismo de comunicação célula-a-célula possivelmente mediado em parte pelo IFNA. Esse novo *crosstalk* imunológico pode contribuir para a tolerância embrionária e o estabelecimento da prenhez em bovinos.

Outra condição que propomos estudar é a relação entre o reconhecimento materno da gestação em animais intoxicados por *Senecio spp.* Seguindo essa linha, o primeiro estudo que foi publicado teve como objetivo avaliar o dano hepático e a expressão de ISG15 em PMNs em bovinos de corte apresentando ingestão natural de *Senecio spp.* (STEFANELLO et al., 2021). Aspectos epidemiológicos, como a presença da planta, associada à atividade da gama glutamil transferase (GGT) podem ser utilizados como diagnóstico de intoxicação por *Senecio spp.* Além disso, utilizamos como parâmetro de intoxicação as avaliações citológica e histopatológica do fígado destes animais. As vacas foram categorizadas em dois grupos com base na concentração de GGT: Grupo 1 (GGT<30U/L) e 2 (GGT>31U/L). Vacas do Grupo 1 apresentaram maior taxa de prenhez, apresentando maior diâmetro do CL e maior concentração de progesterona. Porém, a expressão do RNAm de ISG15 não teve diferença entre os Grupos 1 e 2, mesmo apresentando diferença no diagnóstico de gestação. Esses achados sugerem perda embrionária após o dia 19, sugerindo que a mortalidade embrionária tardia pode estar associada à insuficiência hepática. Concluímos neste estudo que a lesão hepática e/ou concentração de GGT não altera a expressão de ISG15 em PMNs, porém vacas com menor concentração de GGT (<30U/L) apresentaram menores perdas gestacionais. Portanto, a concentração de GGT nos permite avaliar a condição hepática, o que pode ser indicativo o sucesso de uma gestação em bovinos de corte intoxicados naturalmente por *Senecio spp.*

## Conclusão

Para que a gestação em ruminantes aconteça, a sinalização do conceito para a mãe pela secreção de IFNT possui um papel fundamental. O mecanismo parácrino de sinalização do IFNT no reconhecimento materno da gestação está bem

caracterizado e descrito. A ação endócrina do IFNT foi proposta mais recentemente e estudos estão construindo conceitos e teorias, porém existem muitos mecanismos e vias a serem compreendidos. Nosso grupo tem se concentrado em modelos *in vitro* e *in vivo* para estudar a sinalização do IFNT em diferentes tecidos extra uterinos.

## Referências

AMARAL, C. S. et al. Heat stress on oocyte or zygote compromises embryo development, impairs interferon tau production and increases reactive oxygen species and oxidative stress in bovine embryos produced in vitro. **Molecular Reproduction and Development**, v. 87, n. 8, p. 899–909, 2020.

AMARAL, C. S. et al. Heat stress modulates polymorphonuclear cell response in early pregnancy cows: I. Interferon pathway and oxidative stress. **PLoS ONE**, v. 16, n. 9 September, p. 1–19, 2021.

ANTONIAZZI, A. Q. et al. Função do interferon-tau durante o reconhecimento materno da gestação em ruminantes. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 176–185, 2011.

ANTONIAZZI, A. Q. et al. Endocrine Delivery of Interferon Tau Protects the Corpus Luteum from Prostaglandin F<sub>2</sub> Alpha-Induced Luteolysis in Ewes. **Biology of Reproduction**, 2013.

AUSTIN, K. J. et al. Ubiquitin Cross-Reactive Protein Is Released by the Bovine Uterus in Response to Interferon during Early Pregnancy 1. v. 606, p. 600–606, 1996.

BINELLI, M. et al. Bovine Interferon- $\tau$  Stimulates the Janus Kinase-Signal Transducer and Activator of Transcription Pathway in Bovine Endometrial Epithelial Cells 1. v. 665, p. 654–665, 2001.

BOTT, R. C. et al. Uterine Vein Infusion of Interferon Tau ( IFNT ) Extends Luteal Life Span in Ewes 1. v. 735, n. June 2009, p. 725–735, 2010.

BRIDI, A. et al. Parthenogenetic bovine embryos secrete type I interferon capable of stimulating ISG15 in luteal cell culture. **Animal Reproduction**, v. 15, n. 4, p. 1268–1277, 2018.

DEMMERS, K. J.; DERECKA, K.; FLINT, A. Review Trophoblast interferon and pregnancy. **Reproduction**, p. 41–49, 2001.

EALY, A. D.; WOOLDRIDGE, L. K. The evolution of interferon-tau. **Reproduction**, v. 154, n. 5, p. F1–F10, 2017.

EZASHI, T.; IMAKAWA, K. Transcriptional control of IFNT expression. **Reproduction**, v. 154, n. 5, p. F21–F31, 2017.

FARIN, C. E. et al. Expression of trophoblastic interferon genes in sheep and cattle. **Biology of Reproduction**, v. 43, n. 2, p. 210–218, 1990.

FIORENZA, M. F. et al. Neutrophils recognize and amplify IFNT signals derived from day 7 bovine embryo for stimulation of ISGs expression in vitro: A possible implication for the early maternal recognition of pregnancy. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 553, p. 37–43, 2021.

GODKIN, J. D. et al. Purification and properties of a major, low molecular weight protein released by the trophoblast of sheep blastocysts at Day 13-21. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 65, n. 1, p. 141–150, 1982.

GODKIN, J. D.; BAZER, F. W.; ROBERTS, R. M. Ovine trophoblast protein 1, an early secreted blastocyst protein, binds specifically to uterine endometrium and affects protein synthesis. **Endocrinology**, v. 114, n. 1, p. 120–130, 1984.

GREEN, J. C. et al. Measurement of interferon-tau (IFN- $\tau$ ) stimulated gene expression in blood leukocytes for pregnancy diagnosis within 18-20d after insemination in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 121, n. 1–2, p. 24–33, 2010.

HAN, H. et al. Low blood ISG15 mRNA and progesterone levels are predictive of non-pregnant dairy cows. **Journal of Endocrinology**, v. 191, n. 2, p. 505–512, 2006.

HANSEN, T. R.; SINEDINO, L. D. P.; SPENCER, T. E. Paracrine and endocrine actions of interferon tau (IFNT). **Reproduction**, v. 154, n. 5, p. F45–F59, 2017.

HAQ, I. U. et al. Expression of interferon-stimulated gene ISG15 and ubiquitination enzymes is upregulated in peripheral blood monocyte during early pregnancy in dairy cattle. **Reproductive Biology**, v. 16, n. 4, p. 255–260, 2016.

HIRAYAMA, H. et al. Enhancement of maternal recognition of pregnancy with parthenogenetic embryos in bovine embryo transfer. **Theriogenology**, v. 81, n. 8, p. 1108–1115, 2014.

IMAKAWA, K. et al. INTERFERON-LIKE SEQUENCE OF OVINE TROPHOBLAST PROTEIN SECRETED BY EMBRYONIC TROPHOBLAST. **Nature**, 1987.

JOHNSON, G. A. et al. Expression of the Interferon Tau Inducible Ubiquitin Cross-Reactive Protein in the. v. 318, p. 312–318, 1999a.

JOHNSON, G. A. et al. Endometrial ISG17 mRNA and a related mRNA are induced by interferon-tau and localized to glandular epithelial and stromal cells from pregnant cows. **Endocrine**, v. 10, n. 3, p. 243–252, 1999b.

KERBLER et al. RELATIONSHIP BETWEEN MATERNAL PLASMA

PROGESTERONE CONCENTRATION AND INTERFERON-TAU SYNTHESIS BY THE CONCEPTUS IN CATTLE. n. 97, p. 703–714, 1997.

KIZAKI, K. et al. Differential neutrophil gene expression in early bovine pregnancy. **Reproductive Biology and Endocrinology**, v. 11, n. 1, p. 1–10, 2013.

MARTAL, J. et al. Trophoblastin, an antiluteolytic protein present in early pregnancy in sheep. **Journal of reproduction and fertility**, v. 56, n. 1, p. 63–73, 1979.

MCCRACKEN, J. A. M. C.; CUSTER, E. E.; LAMSA, J. C. Luteolysis: A Neuroendocrine-Mediated Event. **Physiological Reviews**, v. 79, n. 2, p. 263–324, 1999.

MIRANDO, M. A. et al. Stimulation of 2',5'-oligoadenylate synthetase activity in sheep endometrium during pregnancy, by intrauterine infusion of ovine trophoblast protein-1, and by intramuscular administration of recombinant bovine interferon- $\alpha$ (I)1. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 93, n. 2, p. 599–607, 1991.

MOOR, R. M.; ROWSON, L. E. Local uterine mechanisms affecting luteal function in the sheep. **Journal of reproduction and fertility**, v. 11, n. 2, p. 307–310, 1966.

NISWENDER, G. D. et al. Mechanisms Controlling the Function and Life Span of the Corpus Luteum. v. 80, n. 1, p. 1–29, 2018.

OLIVEIRA, F. et al. Expression of Interferon ( IFN ) -Stimulated Genes in Extrauterine Tissues during Early Pregnancy in Sheep Is the Consequence of Endocrine IFN-  $\alpha$  Release from the. v. 149, n. February, p. 1252–1259, 2008.

OTT, T. L. et al. Effects of the Estrous Cycle and Early Pregnancy on Uterine Expression of Mx Protein in Sheep ( Ovis aries ) 1. v. 794, p. 784–794, 1998.

ROBERTS, R. M.; EALY, A. D.; EZASHI, T. Trophoblast Interferons. **Placenta**, v. 2, p. 259–264, 1999.

ROCHA, C. C. et al. Early pregnancy-induced transcripts in peripheral blood immune cells in Bos indicus heifers. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1–15, 2020.

SCHMITT, R. A. M. et al. Uterine Cellular Changes in 2', 5' -Oligoadenylate Synthetase during the Bovine Estrous Cycle and Early Pregnancy '. v. 466, p. 460–466, 1993.

SHEIKH, A. A. et al. Interferon-tau stimulated gene expression: A proxy to predict embryonic mortality in dairy cows. **Theriogenology**, v. 120, p. 61–67, 2018.

SHIRASUNA, K. et al. Upregulation of Interferon-stimulated Genes and Interleukin-10 in Peripheral Blood Immune Cells During Early Pregnancy in Dairy Cows. **Journal of Reproduction and Development**, v. 58, n. 1, p. 84–90, 2012.

SPENCER, T. E. et al. Differential effects of intrauterine and subcutaneous

administration of recombinant ovine interferon tau on the endometrium of cyclic ewes. **Biology of Reproduction**, v. 61, n. 2, p. 464–470, 1999.

SPENCER, T. E.; BAZER, F. W. Ovine interferon tau suppresses transcription in the ovine endometrium. **Endocrinology**, v. 137, n. 3, p. 1144–1147, 1996.

SPENCER, T. E.; BAZER, F. W. Conceptus signals for establishing and maintenance of pregnancy. **Reproductive Biology and Endocrinology**, v. 2, p. 1–15, 2004.

SPONCHIADO, M. et al. Pre-hatching embryo-dependent and -independent programming of endometrial function in cattle. **PLoS ONE**, v. 12, n. 4, p. 1–23, 2017.

STEFANELLO, S. et al. Evaluation of interferon-stimulated gene 15 (ISG15) expression in blood neutrophils in beef cattle poisoned by *Senecio spp.*1. **Pesquisa Veterinaria Brasileira**, v. 41, 2021.

TALUKDER, A. K. et al. Oviduct epithelium induces interferon-tau in bovine Day-4 embryos, which generates an anti-inflammatory response in immune cells. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1–13, 2018.

TOJI, N. et al. Evaluation of interferon-stimulated genes in peripheral blood granulocytes as sensitive responders to bovine early conceptus signals. **Veterinary Journal**, v. 229, p. 37–44, 2017.

YAO, N. et al. Expression of Interferon-tau mRNA in Bovine Embryos Derived from Different Procedures. v. 139, p. 132–139, 2009.

## EFEITOS NEUROTÓXICOS DAS GORDURAS CONTIDAS NOS ALIMENTOS PROCESSADOS / INDUSTRIALIZADOS E OS BENEFÍCIOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE ÔMEGA-3

*Marilise Escobar Burger*<sup>1</sup>

*Higor Zuquette Rosa*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profª Titular do Departamento de Fisiologia e Farmacologia da UFSM. Responsável pelo laboratório de Farmacologia e Toxicologia (FARMATOX) (marilise.burger@ufsm.br)

<sup>2</sup> Doutorando PPGFarm/ UFSM (higor.zr@hotmail.com)

### Introdução

O teor de lipídios no cérebro atinge cerca de 50 a 60% do seu peso, e desses, 35% encontram-se na forma de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) de cadeia longa (INNIS, 2007). Assim, as gorduras presentes nos alimentos são fonte de ácidos graxos essenciais (AGE), os quais compõem as membranas fosfolipídicas de diferentes células, incluindo as células do sistema nervoso central (SNC) (COTMAN et al., 1969), onde exercem funções de preservação da integridade, plasticidade e de neurotransmissão neural (WANDALL 2008; ACAR et al. 2003). Os AGE e seus derivados poli-insaturados de cadeia longa estão envolvidos em uma variedade de funções fisiológicas, enquanto sua carência relaciona-se a diferentes processos patológicos (DAS et al., 2006).

Até meados da década de 60, a maior parte dos alimentos consumidos eram preparados em casa a partir de origem vegetal e animal. Nas últimas cinco décadas, o crescimento econômico e o aumento da jornada de trabalho reduziram o tempo disponível para o preparo das refeições. Tal mudança favoreceu a oferta e o consumo de alimentos industrializados ricos em gorduras saturadas e gorduras *trans*, já que essas apresentam maior estabilidade e prazo de validade (menor oxidação), conferindo também mais sabor e crocância aos produtos. Nesse contexto, a proporção de consumo de AGPI n-6 e n-3 que há 50 anos atrás era em torno de 1:1,

foi aumentando ao longo dos anos nos países ocidentais, de tal forma que nos dias atuais essa proporção é maior que 15:1, com registros de até 50:1 (SIMOPOULOS, 2002; 2004) quando a razão aceitável é de no máximo 10:1. Esse prejuízo de consumo de alimentos ricos em AGPI n-3 (ômega-3) foi agravado pelo aumento do consumo de óleos vegetais refinados e pela inclusão de gorduras saturadas como o óleo de palma (OP) e de gorduras processadas, tais como a gordura *trans* e mais recentemente, a gordura interesterificada (HELMAN, 2003; OSSO et al., 2008; MAYNERIS-PERXACHS et al., 2010; CORDAIN et al., 2005), produzidas em larga escala industrial, com baixo custo.

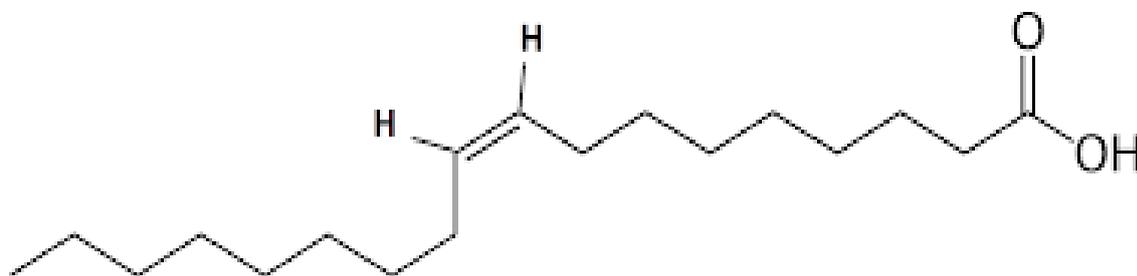
De particular importância para os estudos do laboratório FARMATOX (PPGFarm/ CCS/ UFSM) é importante ressaltar que os AG fornecidos pela dieta são incorporados nas membranas fosfolipídicas neurais, modificando os aspectos fisiológicos da neurotransmissão no SNC. No contexto de consumo alimentar, pode-se estimar que essas diferentes gorduras competem entre si pela atividade das enzimas (dessaturases e alongases), cujos metabólitos são rapidamente incorporados nas membranas celulares (HANE BUTT et al., 2008; TREVIZOL et al. 2011; TEIXEIRA et al. 2011, 2012).

Diferentes estudos têm indicado que o desenvolvimento e a maturação do SNC podem ser influenciados pelos ácidos graxos (AG) da dieta, especialmente durante os períodos iniciais do desenvolvimento, quando eventos de plasticidade sináptica e reorganização neural ocorrem em alta intensidade (PATEL; DE VELASCO et al., 2012; MURPHY et al., 2014). Assim, a dieta materna durante a gestação e o aleitamento podem impactar o desenvolvimento cerebral, favorecendo ou não a suscetibilidade para o desenvolvimento de enfermidades no indivíduo adulto. Baseando-se nestas prerrogativas, as hipóteses que têm sido propostas para estudos no laboratório FARMATOX consideram as influências deletérias do consumo crônico de alimentos com predominância em AG *trans*, óleo de palma (OP), gordura interesterificada (GI) ou óleo vegetal refinado em comparação com dietas ricas em ômega-3 (óleo de peixe - OPx) sobre a predisposição para o desenvolvimento de distúrbios neuropsiquiátricos tais como, distúrbios cognitivos, de memória e do movimento, drogadição, transtorno bipolar, hiperatividade, estresse e ansiedade, como será apresentado na sequência.

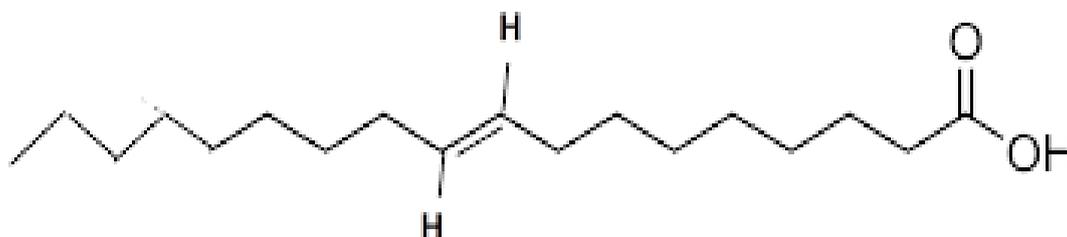
## Ácidos graxos (AG):

Os AG e seus derivados são biomoléculas lipídicas compostas por carbono, hidrogênio e oxigênio, insolúveis em água, e solúveis em solventes orgânicos (AMABIS e MARTHO, 2016). A classificação dos AG em saturados e insaturados relaciona-se ao número de átomos de hidrogênio ligados à cada carbono, que podem ser saturados (sem duplas ligações) ou insaturados, quando a falta de um hidrogênio confere uma ou mais duplas ligações, cujo número classifica os AG em monoinsaturados (AGMI) e poli-insaturados (AGPI) para uma ou mais duplas ligações, respectivamente (MISHRA, 2008). Normalmente, os insaturados ocorrem na configuração *cis*, quando os hidrogênios envolvidos na insaturação estão localizados no mesmo lado, e *trans*, quando a posição desses átomos estão em áreas opostas (Figura 1).

Figura 1 Ácido graxo nas conformações *cis* e *trans*



Conformação *cis*



Conformação *trans*

Fonte: <https://www.saberatualizado.com.br/2015/07/o-que-sao-as-gorduras-trans-e-por-que.html> (acessado em 29/03/2022)

## A dieta tipo mediterrânea

O termo dieta mediterrânea se refere à dieta padrão consumida pelos povos da região do Mediterrâneo há mais de 2.000 anos, a qual além de ser constituída de vegetais, frutas e legumes, apresenta grande variedade de carne de peixes marinhos, óleos e produtos derivados de pescados, nozes e óleo de oliva, os quais são ricos em AGMI e AGPI n-3 (SOCCOL et al., 2003), com baixos teores de colesterol e de ácidos graxos saturados (AGS) (ARBONES-MARINAR et al., 2007).

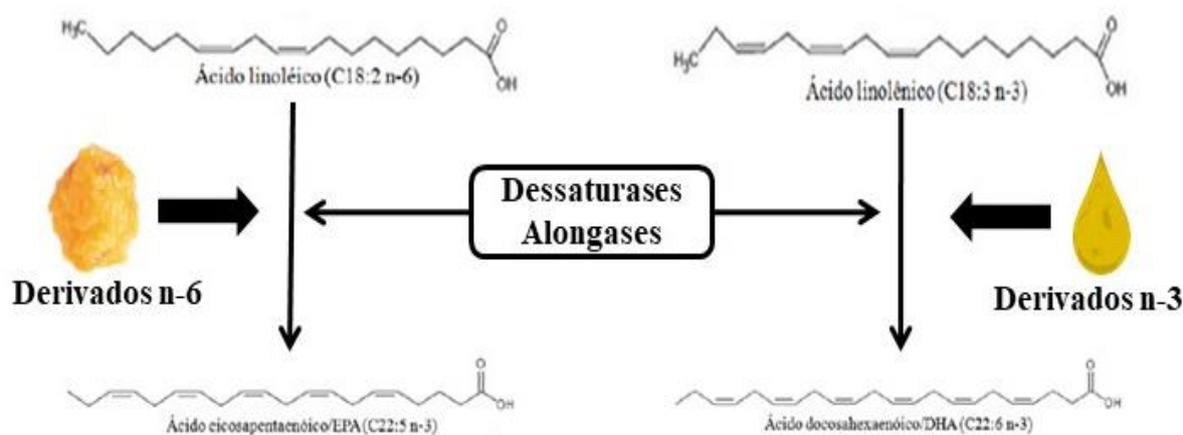
## Dieta mediterrânea: ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e poli-insaturados (AGPI n-3 ou ômega-3)

Nos humanos e em espécies de mamíferos em geral, os AG são classificados em não essenciais e essenciais, determinado pela capacidade do organismo em produzi-los. Assim, os AG essenciais (AGE), também denominados AGPI devem ser fornecidos através da dieta, já que não são produzidos no organismo (SIMOPOULOS, 2009). Os AGPI são precursores de derivados de cadeia longa que compõe as membranas celulares, onde exercem um importante papel na sinalização celular e na síntese de biomoléculas ativas como prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos e lipoxinas, das quais são precursores fisiológicos (ALBERTS, 2004; COOPER e HAUSMAN, 2007; RIEMER et al. 2010).

Considerando o grupo metila terminal dos AGPI, a posição da primeira insaturação classifica-o em n-3 (ômega-3) ou n-6 (ômega-6), cuja dupla ligação ocorre no terceiro e sexto carbono, respectivamente (MIRNIKJOO et al., 2001) (Figura 2). Os principais AGPI encontrados na natureza são o ácido  $\alpha$ -linolênico (ALA, 18:3 n-3) e o ácido linoléico (LA 18:2 n-6), precursores dos AGPI de cadeia longa (AGPI-CL) das famílias ômega-3 e ômega-6, respectivamente. O ALA é precursor do ácido docosahexaenóico (DHA, 22:6 n-3) e eicosapentaenoico (EPA, 20:5 n-3), considerados os principais AGPI-CL n-3, enquanto o LA origina o ácido di-homogama-linoleico e o ácido araquidônico (AA, 20:4 n-6) da família AGPI-CL n-6 (CARRIE et al., 2000; INNIS, 2007; SU et al., 2003) (Figura 2). O consumo de alimentos que apresentam quantidades equilibradas de ômega-6 e ômega-3

apresenta importância particular, já que esses AG compartilham o sítio ativo das enzimas de tal forma que a proporção de AG consumido pode determinar a disponibilidade das dessaturases e alongases nas vias metabólicas (ANDRUCHOW et al., 2017). Assim, o ômega-6 modula a quantidade de ômega-3 disponível no organismo (TAHA et al., 2014), pois o LA (18: 2n-6) e o ALA (18: 3n-3) competem pelas mesmas enzimas dessaturases (NAKAMURA e NARA, 2004) (Figura 2), de forma que seus metabolismos são intimamente competitivos (YEHUDA et al., 1999).

**Figura 2 – Precursores e metabólitos dos ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 e suas estruturas químicas**



Os derivados poli-insaturados de cadeia longa do ômega-3 (EPA e DHA), fisiologicamente sintetizados no organismo, têm sido responsáveis pelos efeitos benéficos da dieta mediterrânea sobre o sistema cardiovascular, sistema metabólico e SNC (DA SILVA et al., 2008).

Os derivados dessaturados e alongados do ômega-3 e do ômega-6 são anti pró-inflamatórios, respectivamente, atuando de forma distinta (NAKAMURA e NARA, 2004). Deste modo, é possível propor que o consumo relativo de ômega n-6 e n-3 pode ser capaz de modular os processos neuronais e a progressão de patologias através de suas funções individuais e sua interação (ANDRUCHOW et al., 2017). Dados da literatura mostram que um desequilíbrio da razão entre n-6/ n-3 AGPI poderia favorecer tanto o surgimento de doenças metabólicas, como de doenças

neuropsiquiátricas, por aumentar a geração de citocinas pró-inflamatórias, as quais podem ativar o eixo HPA e alterar a fluidez das membranas, afetando enzimas, canais iônicos, plasticidade do receptor e interação de neurotransmissores à esses receptores transmembrana (Husted & Bouzinova, 2016). Nesse sentido, um maior consumo de alimentos ricos em ômega-3, o que tipicamente ocorre com a dieta mediterrânea, exerce prevenção para o desenvolvimento de diabetes tipo II (VILLANI et al., 2018) e redução de doenças cardiovasculares (FITÓ et al., 2016), além de exercer influências positivas sobre a microbiota intestinal (COSTANTINI et al., 2017).

Considerando as funções do SNC, diferentes estudos têm indicado que o consumo de AG da dieta mediterrânea favorece a neuroproteção em diversas condições neuropsiquiátricas e neurodegenerativas (DYALL e MICHAEL-TITUS, 2008; DYALL et al., 2010; DENIS et al., 2015). Assim, a suplementação de ômega-3 foi reportada por exercer um papel promissor no tratamento da depressão (Jazayeri et al., 2008), já que o metabolismo da serotonina, cujos níveis e atividade são baixos na depressão, também é afetado pela razão n-6/n-3 AGPI (DA SILVA et al., 2008; BORSONELO e GALDUROZ, 2008; VINES et al., 2012). A gravidade dos sintomas do Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) em crianças e os sintomas psicóticos adjacentes, também foram reduzidos com a suplementação de ômega-3 (BLOCH e QAWASMI, 2011; SONUGA-BARKE et al., 2013) (AMMINGER et al., 2010). O consumo da dieta mediterrânea também têm mostrado papel protetor no risco para o desenvolvimento da doença de Alzheimer, bem como no comprometimento cognitivo leve (Cooper et al., 2015). Um estudo transversal demonstrou que uma população idosa sem demência que aderiu a uma dieta mediterrânea apresentou maiores volumes cerebrais visualizados através de imagem por ressonância magnética (GU et al., 2015). De particular importância, estudos experimentais desenvolvidos pelo nosso grupo de pesquisa (FARMATOX) mostraram os efeitos benéficos do consumo de ômega-3 presente na dieta mediterrânea, observados através da prevenção da perda cognitiva (HAYGERT et al., 2018; BARCELOS et al., 2010), redução de déficits motores (BARCELOS et al., 2010; 2011), também observados através de uma nanoformulação contendo ômega-3, a qual diminuiu movimentos de parkinsonismo induzido por fármacos (BENVEGNÚ et al., 2018) (Tabela 1). Além desses estudos, os benefícios do consumo de AGMI,

como os presentes no óleo de oliva (OO), também foi experimentalmente avaliado no nosso laboratório através de uma colaboração com a Universidade de Milão. Nesse estudo, ratos adultos nascidos de mães suplementadas com OO desde a gestação até o desmame apresentaram proteção antioxidante persistente no córtex e hipocampo, além de níveis aumentados do mRNA de neurotrofinas (BDNF e de suas isoformas IV e VI; FGF-2) no córtex pré-frontal (PASE et al., 2015). Esses dados indicam que o consumo de OO nos períodos iniciais do desenvolvimento ofertaram maior neuroproteção e melhor desenvolvimento neural de reparo e plasticidade, afetando positivamente a neurogênese e o aprendizado na vida adulta (Tabela 1) (LU, 2003; REUSS et al., 2003).

Nesse sentido, a adesão ao consumo de alimentos que fazem parte da dieta mediterrânea têm sido associada à inúmeros benefícios neuropsiquiátricos clínicos observados através de estudos de meta-análise que envolvem depressão (LIAO et al., 2021) e ansiedade (SU et al., 2003), assim como potencial de prevenção e tratamento no declínio cognitivo, demência ou Alzheimer em idosos (CEDERHOLM, 2017). A partir de diferentes modelos animais de drogadição, recentes estudos desenvolvidos pelo nosso grupo (FARMATOX) mostraram que a suplementação precoce de ômega-3 preveniu o comportamento de recaída à anfetamina através da redução de danos oxidativos encefálicos (METZ et al., 2019), também inibindo comportamento de recaída à morfina, observado através da menor ativação do eixo HPA e da neurotransmissão dopaminérgica (MILANESI et al., 2019) (Tabela 1). Clinicamente, dados da literatura têm também agregado importantes contribuições a respeito do consumo de AGPI ou de uma dieta mediterrânea sobre a drogadição, quando níveis plasmáticos aumentados de AGPI n-3 foram associados à menores sintomas de ansiedade e raiva em indivíduos adictos em álcool, cocaína e heroína (BUYDENS-BRANCHEY et al., 2009). Nesse sentido, foi também observada uma relação positiva entre o maior consumo de AGPI n-3 e menor agressividade de adictos em cocaína (BUYDENS-BRANCHEY et al., 2003), e inversamente, um baixo status plasmático de AGPI n-3 e uma maior vulnerabilidade para recaída ao uso da droga em adictos por cocaína (BUYDENS-BRANCHEY et al., 2003).

Assim, uma dieta do tipo mediterrânea pode ser considerada um padrão alimentar que associa qualidade da dieta, envelhecimento saudável e prevenção de

doenças (VILLANI et al., 2018), e o estímulo para seu consumo deve ser divulgado e difundido para a sociedade.

**Tabela 1: Benefícios da suplementação de óleos presentes na dieta mediterrânea (óleo de peixe- OPx; óleo de oliva-OO ou uma mistura de OPx + óleo de soja-OS, razão AGPI n-6/n-3 1:1) em modelos animais relacionados a condições neuropsiquiátricas em ratos (FARMATOX/CCS/ PPGFarm/ UFSM)**

<b>Pase et al., 2015</b>	OO: proteção antioxidante persistente no córtex e hipocampo; níveis aumentados de mRNA das neurotrofinas BDNF (e das isoformas IV e VI) e FGF-2 no córtex pré-frontal;
<b>Barcelos et al., 2010</b>	OPX: Menor prejuízo locomotor e de danos de memória; Menores danos oxidativos no hipocampo e substância negra induzidos pelo antipsicótico haloperidol.
<b>Barcelos et al., 2011</b>	OPX: Redução do déficit motor e menor dano oxidativo no estriado e córtex induzido pela reserpina.
<b>Metz et al., 2019</b>	OPX: Menor dano oxidativo e redução da expressão dos receptores D1 e D2 no córtex pré-frontal; Prevenção de recaída à anfetamina.
<b>Milanesi et al., 2019</b>	OPX + OS: Menor recaída à morfina; redução de marcadores de estresse (receptor glicocorticóide) no córtex pré-frontal e de marcadores moleculares da neurotransmissão dopaminérgica no <i>Nucleus accumbens</i> .
<b>Benvegnú et al., 2018</b>	OPX + óleo de semente de uva: preveniu discinesia orofacial induzido por haloperidol e diminuiu a formação de radicais livres no córtex e substância negra.

## A dieta ocidental

As principais gorduras que compõe a dieta contemporânea ocidental são os óleos vegetais refinados ricos em ômega-6 (óleo de milho, soja, girassol...), gordura vegetal hidrogenada (GVH, rica em AG-*trans*), óleo de palma (OP, rico em AGS como o ácido palmítico), além da gordura interesterificada (GI, rica em AGSs modificados). Tal consumo transformou o padrão alimentar de forma significativa no decorrer dos últimos 50 anos, de forma que o impacto dessa mudança tem se refletido sobre uma importante redução do consumo de alimentos ricos em ômega-3, já que sua maior oferta pode ser encontrada nos peixes marinhos e óleos de algumas oleaginosas (IXTAINA et al., 2011; ZARARSIZ et al., 2006).

## Dieta ocidental: consumo de óleos vegetais refinados ricos em AGPI n-6 ou ômega-6

Quando o reduzido consumo de ômega-3 é acompanhado de um alto consumo de ômega-6 presente nos óleos refinados e nos alimentos industrializados (KANOSKI et al., 2011), ocorre um desequilíbrio, elevando a razão entre AGPI n-6/n-3 para níveis em torno de 15:1 à 20:1 (SIMOPOULOS, 2009; LOGAN, 2003), muito distante da proporção recomendada de 1:1 à 2:1 (SIMOPOULOS, 2009). Perifericamente, um desequilíbrio na proporção entre AGPI n-6/n-3 em favor do ômega-6 é altamente pró-trombótico e pró-inflamatório, o que contribui para o desenvolvimento de aterosclerose, obesidade e diabetes (DONAHUE et al., 2011; KROMHOUT e GOEDE, 2014; SIMOPOULOS, 2013), facilitando o desenvolvimento de doenças neuropsiquiátricas, já que os eicosanóides, derivados dos AGPI n-6, além de competirem com os AGPI n-3 pela atividade das enzimas que os convertem em AGPI-CL, também são incorporados nas membranas fosfolipídicas neurais, modificando as funções fisiológicas e a permeabilidade das mesmas, como já descrito.

## Dieta ocidental: consumo crônico de gorduras trans (gt)

Os AGT são naturalmente produzidos em pequenas quantidades por ação de bactérias presentes no trato digestivo dos ruminantes (ZAPOLSKA et al., 2015), mas em níveis maiores, é produzida em escala industrial, através do processo de hidrogenação de óleos vegetais, servindo para a produção da gordura vegetal parcialmente hidrogenada (GVH), a qual foi pioneira na produção de alimentos processados. Suas propriedades de estabilidade, consistência e palatabilidade foram determinantes para conferir maior tempo de validade, crocância e sabor ao produto alimentício, estando presente nas margarinas, manteigas, óleos para frituras, produtos de padarias, *fast-foods*, balas, chocolates, entre outros. As preocupações com os efeitos do consumo de GVH sobre a saúde têm aumentado, uma vez que esses isômeros são estruturalmente similares às gorduras saturadas e competem com os AGE em vias metabólicas complexas (MARTIN et al., 2004), e favorecem o

desenvolvimento de doenças metabólicas e cardiovasculares (MOZAFARIAN e CLARKE, 2009; SUN et al., 2007).

Atualmente, a presença de AGT nos alimentos está proibida em muitos países (RATNAYAKE et al., 2014), enquanto no Brasil, as restrições iniciaram desde uma nova legislação lançada em 2021, para proibição total de sua produção e utilização na produção de alimentos, a partir de janeiro de 2023 (ANVISA RDC 332/2019).

Em nível mundial, a indústria de alimentos está substituindo a gordura trans pelo óleo de palma (OP) e pela gordura interesterificada (GI) (AFONSO et al., 2016) devido aos seus efeitos nocivos já comprovados e descritos, decorrentes do seu consumo crônico, porém, estudos que envolvam o OP e a GI no âmbito da segurança alimentar, ainda são escassos na literatura, levantando dúvidas em relação às consequências desse consumo.

Considerando que os AGT apresentam uma estrutura rígida, pode-se admitir que seu consumo crônico regular AGT possa resultar na substituição dos AGE nas membranas fosfolipídicas das células neurais do encéfalo, conferindo às mesmas menor permeabilidade, fluidez e plasticidade (JUMP, 2002), o que pode comprometer ou modificar a neurotransmissão e a transdução de sinais (ACAR et al., 2003; HULBERT et al., 2005). Neste sentido, o consumo de AGT já foi associado com alterações na neurotransmissão dopaminérgica (ACAR et al., 2003) e causando disfunção cognitiva (MORGAN et al., 2007; YAFFE et al., 2007). Já foi evidenciado que o consumo de AGT inibiu a atividade da  $\Delta 6$ -dessaturase (KUMMEROW et al. 2004), a qual é essencial para a síntese de AGPI-CL nas membranas fosfolipídicas. A partir disso, estudos experimentais desenvolvidos pelo nosso grupo (FARMATOX) mostraram que o consumo crônico de gordura trans desde a concepção, amamentação e até a idade adulta da prole de 1ª (Tabela 2) e de 2ª geração (Tabela 3) causou modificações significativas no perfil de AG em diferentes áreas do encéfalo dos filhotes adultos, as quais foram associadas à prejuízos comportamentais, bioquímicos e moleculares nos modelos animais utilizados.

**Tabela 2: Prejuízos da suplementação crônica de gordura vegetal hidrogenada (GVH: rica em AGT) para as mães desde a gestação, aleitamento e até idade adulta da ninhada de 1ª geração sobre diferentes modelos animais de doenças neuropsiquiátricas em ratos (FARMATOX/ CCS/ PPGFarm/ UFSM)**

<b>Trevizol et al., 2011</b>	Comportamento hiperativo; oxidação de proteínas no córtex e menor viabilidade mitocondrial no córtex e estriado.
<b>Teixeira et al., 2012</b>	Discinesia orofacial aumentada; menor atividade locomotora; incorporação de AGT no cérebro total.
<b>Trevizol et al., 2013</b>	Prejuízo de memória; eventos oxidativos no córtex e hipocampo; maior incorporação de AGT no córtex, hipocampo e estriado.
<b>Kuhn et al., 2013</b>	Maior preferência por anfetamina; comportamento de abstinência após retirada da droga; danos oxidativos em áreas cerebrais relacionadas à drogadição.
<b>Pase et al., 2014</b>	Ocorrência de distúrbios locomotores tardios (animais velhos);
<b>Kuhn et al., 2015a</b>	Aumento da busca (auto-administração) por anfetamina; maior imunoreatividade da neurotrofina BDNF e menor expressão do transportador de dopamina (DAT) no hipocampo.
<b>Roversi et al., 2016</b>	Favoreceu a drogadição (comportamento de busca) por morfina; fêmeas apresentaram maior expressão de comportamentos de abstinência da droga aditiva; Danos oxidativos no hipocampo.
<b>Pase et al., 2017</b>	Prejuízo da memória; alteração molecular dos níveis da neurotrofina BDNF e de seu receptor TrKb no hipocampo.
<b>Pase et al., 2021</b>	Comportamento de ansiedade, aumento das citocinas pró-inflamatórias plasmáticas, danos oxidativos e menores níveis do receptor glicocorticóide (GR) no hipocampo.

Nesse contexto, o consumo crônico de AGT foi relacionado à atividade locomotora aumentada, além da impulsividade e agitação dos animais (PASE et al., 2015), prejuízo locomotor (TEIXEIRA et al., 2012; TREVIZOL et al., 2013) e de memória (TEIXEIRA et al., 2011; PASE et al., 2017; HAYGERT et al., 2018), aumento da preferência por drogas aditivas dos filhotes adultos de 1ª geração (KUHN et al., 2013; 2015a; ROVERSI et al., 2016) (Tabela 2) e de 2ª geração (KUHN et al., 2015b) (Tabela 3), comportamentos de hiperatividade e mania (TREVIZOL et al., 2011; DIAS et al., 2015a,b), maior susceptibilidade à ansiedade e ao estresse com significativos danos oxidativos em diferentes áreas cerebrais (PASE et al. 2013 e 2021; DIAS et al., 2015a; KUHN et al., 2015b). A oferta de AGT também aumentou os níveis de citocinas pró-inflamatórias encefálicas (HAYGERT et al., 2018; PASE et al., 2021) e reduziu a expressão do mRNA da neurotrofina derivada de encéfalo (BDNF) no

hipocampo (TREVIZOL et al., 2015; DIAS et al., 2015b), a qual é uma proteína crítica para o crescimento, sobrevivência e plasticidade neuronal. Esses dados indicam que os AGT são capazes de modificar as cascatas de sinalização molecular no SNC, especialmente quando são consumidos nos períodos iniciais do desenvolvimento. Outros dados da literatura também mostraram que o consumo de AGT durante a vida adulta de ratos promoveu neuroinflamação no córtex e hipocampo (LONGHI et al., 2018), apresentando associação com sintomas de depressão em mulheres (LI; TONG; LI, 2020; LI et al., 2020b).

**Tabela 3: Prejuízos da suplementação crônica de gordura vegetal hidrogenada (GVH, rica em AGT) para as mães ao longo da 1ª e da 2ª geração, mantida até idade adulta da ninhada de 2ª geração sobre diferentes modelos animais de doenças neuropsiquiátricas em ratos (FARMATOX/ CCS/ PPGFarm/ UFSM)**

<b>Pase et al., 2013</b>	Comportamento de preferência por anfetamina (drogadição) e de ansiedade; Elevação de marcadores bioquímicos de dano oxidativo no córtex, estriado e hipocampo.
<b>Trevizol et al., 2014</b>	Prejuízo da memória; danos oxidativos e aumento da incorporação de AGT no hipocampo.
<b>Kuhn et al., 2015b</b>	Preferência por anfetamina (drogadição). Prejuízo das defesas antioxidantes; Incorporação de AGT no córtex e hipocampo.
<b>Trevizol et al., 2015</b>	Comportamento tipo-mania; incorporação de AGT; elevação da razão de AGPI n-6/n-3; Aumento de marcadores bioquímicos de dano oxidativo e do BDNF mRNA no hipocampo
<b>Pase et al., 2015</b>	Alterações no comportamento locomotor pós estresse; Aumento do comportamento de impulsividade e hiperatividade.
<b>Dias et al., 2015a</b>	Comportamento do tipo-mania; danos oxidativos e incorporação de AGT no hipocampo.
<b>Dias et al., 2015b</b>	Incorporação de AGT; alterações na atividade da Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup> ATPase e da expressão do mRNA BDNF no estriado.

### Dieta ocidental: consumo crônico de gordura interesterificada (GI)

A GI é produzida em escala industrial através da mistura de gorduras que contém ácido palmítico e ácido esteárico, atendendo assim às recomendações da OMS para substituir a gordura *trans* dos alimentos industrializados (BERRY et al., 2009; ARDISSON et al., 2014). A GI resulta de um rearranjo da posição dos AG na

molécula de glicerol, formando um novo triglicerídeo (BERRY et al., 2009; ARDISSON et al., 2014). Nesse processo, ocorre a mistura de dois ou mais óleos e/ou gorduras para a obtenção de um novo produto com composição e consistência desejáveis (GUNSTONE, 1998; SENANAYAKE e SHAHIDI, 2005). Na verdade, a interesterificação não modifica a composição dos AG, mas promove um rearranjo na molécula do TG, modificando assim as propriedades físicas da nova gordura, e permitindo a manipulação de sua textura (AHMADI e MARANGONI, 2009; RIBEIRO et al., 2007; REENA et al., 2009). A GI pode ser formada a partir do método enzimático, que ocorre através da atividade de lipases microbianas, ou químico, quando são utilizados catalisadores como o metóxido de sódio (MeONa), por exemplo (Ribeiro et al., 2007). Por ser mais econômico e mais rápido, esse último é o processo mais utilizado pela indústria (MARANGONI e ROUSSEAU, 1995; ALLEN et al., 1996).

O processo de interesterificação de óleos/gorduras têm se tornado uma alternativa para a gordura *trans* na inserção do ácido graxo saturado (AGS), tipicamente na forma de ácido esteárico, transformando a plasticidade de um óleo de forma líquida, comparável com a gordura *trans* ou com uma gordura saturada natural (WARNICK et al., 1982). Deste modo, a GI resultante desse processo contém níveis elevados de AGS, sem a presença de AGT (GUNSTONE, 1998). De particular importância com relação ao consumo de GI, os AGS de cadeia longa, tal como o ácido palmítico, podem ser direcionados para a mitocôndria, onde sofrem oxidação e para o retículo endoplasmático (RE), onde participam de processos de síntese lipídica complexa; porém, o excesso de AGS pode fornecer modificação na composição fosfolipídica da membrana do RE, comprometendo sua estrutura e integridade (BORRADAILE et al., 2006). Nesse sentido, a sobrecarga de ácido palmítico induz a morte celular por apoptose pelo estresse do RE (CAO et al., 2012; GU et al., 2010). Mas, os efeitos pouco saudáveis da GI não param por aqui, alguns autores mostraram que o consumo de GI pode aumentar relação LDL / HDL, a pressão arterial (SUNDRAN et al., 2007), favorecer o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (ROBINSON et al., 2009) e de aterosclerose (AFONSO et al., 2016). A GI também foi associada ao desenvolvimento de diabetes tipo-2, além de dificultar a sinalização da insulina no centro hipotalâmico, onde a mesma exerce funções de saciedade (BISPO et al., 2015).

Recentes experimentos realizados pelo nosso grupo de pesquisa (FARMATOX) mostraram que o consumo de GI foi associado com um aumento de citocinas pró-inflamatórias plasmáticas e cerebrais, acompanhado de perda neuronal no hipocampo (HAYGERT et al., 2018). Ademais, ratos suplementados com GI apresentaram prejuízos de memória, danos oxidativos e redução de neurotrofinas (como o BDNF) no SNC (D'AVILA et al., 2017). Através de dois estudos sequenciais, nós observamos que a suplementação de GI desde a gestação até o desmame da prole aumentou a incorporação de AGS, ácido palmítico, elevando a razão de AGPI n-6/n-3, e reduziu a incorporação de DHA e AG monoinsaturados no estriado do SNC dos filhotes, os quais expressaram prejuízo locomotor, modificações no sistema dopaminérgico e nos níveis da neurotrofina derivada das células gliais (GDNF), na mesma área do SNC (D'AVILA et al., 2021). O segundo estudo mostrou uma interessante influência epigenética da GI, já que a mesma foi consumida apenas pelas mães até um dia antes do acasalamento, sem nenhuma interação com os filhotes, os quais apresentaram menor incorporação de ácido palmitoléico e reduzida imunoreatividade de neurotrofinas (proBDNF e BDNF) no hipocampo, prejudicando a performance de memória na idade adulta (D'AVILA et al., 2022). É importante destacar a influência epigenética da GI observada nesse estudo, pois os filhotes nunca receberam GI, seja por via indireta materna (gestação e aleitamento) ou por via direta através da dieta. Por outro lado, o consumo crônico neonatal de GI também aumentou a sensibilidade térmica e alterou o sistema opioidérgico de ratas (MILANESI et al., 2017), além de ter prejudicado o equilíbrio do eixo HPA e do sistema dopaminérgico do SNC, aumentando o comportamento de recaída à morfina em um modelo animal de drogadição (MILANESI et al., 2019) (Tabela 4).

**Tabela 4: Prejuízos da suplementação crônica de Gordura Interesterificada (GI) para as mães desde a gestação, aleitamento e até idade adulta da ninhada de 1ª geração sobre diferentes modelos animais de doenças neuropsiquiátricas em ratos (FARMATOX/ CCS/ PPGFarm/ UFSM)**

	<b>Suplementação de GI para as mães desde a gestação, aleitamento e até idade adulta da 1ª ninhada de 1ª geração:</b>
<b>D'avila et al., 2017</b>	Maior incorporação de AG saturado e de ácido linoleico (LA) e menor incorporação do DHA no hipocampo; Prejuízo das memórias de curto e de longo prazo.
<b>Haygert et al., 2018</b>	Desenvolvimento de neuroinflamação no hipocampo; aumento de interleucina 1B e de citocinas pró-inflamatórias [fator de necrose tumoral- $\alpha$ , interleucina (IL)-1 $\beta$ , IL-6]; diminuição de citocinas anti inflamatórias (IL-10) no plasma; prejuízo da memória espacial;
<b>Milanesi et al., 2017</b>	Alteração da neurotransmissão opióide com prejuízo dos efeitos hedônicos da morfina; maior sensibilidade à dor.
<b>D'avila et al., 2021</b>	Maior incorporação de AGS, redução de alvos dopaminérgicos e dos níveis de GDNF no estriado; Prejuízos locomotores.
<b>D'avila et al., 2022</b>	<b>Suplementação de GI para as mães desde o desmame até o dia anterior ao acasalamento:</b> Prejuízo locomotor (geotaxia negativa) dos recém-nascidos; prejuízos de memória e aprendizagem dos filhotes na idade adulta; menor incorporação do ácido palmítoleico, menores níveis de BDNF e proBDNF no hipocampo.

### Dieta ocidental: consumo crônico de óleo de palma (OP)

O óleo de palma (OP) é um tipo de óleo comestível obtido a partir do mesocarpo dos frutos da planta tropical *Elaeis guineenses*, popularmente conhecida como palmeira. Em comparação com outros óleos vegetais como o óleo de oliva e de girassol, o OP contém grande quantidade de gordura saturada (40-50% da gordura total), em sua maior parte representada pelo ácido palmítico (C16: 0) (SUN et al., 2015).

A crescente demanda por óleos vegetais é um fenômeno mundial e o OP contribui significativamente para o suprimento global de óleos comestíveis (Sun et al., 2015). O OP é inteiramente livre de organismos geneticamente modificados (OGM) e produz até 10 vezes mais óleo por unidade de área que outras culturas de sementes oleaginosas. Em 2012, o OP representou 32% da produção global de óleos, ultrapassando o óleo de soja, considerado o óleo vegetal mais importante até então (MBA et al., 2015).

O OP vem sendo usado pela indústria de alimentos de forma crescente, substituindo a GVH (SEN et al., 2007), especialmente devido aos seus efeitos nocivos para a saúde, e também em função de algumas propriedades organolépticas do OP, tais como textura, aroma e sabor neutro que o óleo fornece ao produto acabado, de interesse para a indústria. Os alimentos industrializados que mais empregam o OP na sua produção são assados, doces, bolos, análogos de queijo, chips, chocolate, gorduras de confeitaria, biscoitos, óleo de cozinha, refeições congeladas (panquecas, tortas, pizzas, batatas), sorvetes, gorduras industriais para fritura, macarrão instantâneo, margarinas, pipoca de microondas, cremes não lácteos, manteiga de amendoim e molhos prontos para saladas (MANCINI et al., 2015).

Em modelos animais, a suplementação com OP induziu tolerância à glicose, o que pode ser atribuída à redução da sensibilidade à insulina (KOCHIKUZHIL et al., 2010, WEN et al., 2011), também ativando as vias de sinalização inflamatórias (TRAN et al., 2016), hipertrofia dos adipócitos (SUGANAMI et al., 2007) e lipotoxicidade hepática, contribuindo para o progresso de doença hepática não-alcoólica (LEAMY et al., 2013; SUTTER et al., 2016). O papel desse AG nas doenças crônicas também relaciona-se a alterações no metabolismo das lipoproteínas. Assim, foi demonstrado que o enriquecimento do ácido palmítico diminuiu a expressão e a atividade do receptor de LDL nos hepatócitos, o que pode contribuir para o aumento dos níveis plasmáticos de LDL (FATTORE et al., 2014). Mesmo que diferentes estudos envolvendo distúrbios metabólicos e o consumo de AGS, especialmente o OP, a literatura carece de informações sobre as consequências desse consumo sobre os prejuízos funcionais do SNC. Neste sentido, ainda que os estudos do grupo FARMATOX com o OP encontram-se em fase inicial, já é possível observar que seu consumo durante o período do desenvolvimento pós-natal, ou seja, desde o desmame até a idade adulta, reduziu a atividade locomotora, induziu comportamento de ansiedade e facilitou a recaída à morfina em um modelo animal de drogadição. Ademais, em nível molecular, o consumo de OP modificou a imunoreatividade de marcadores do sistema dopaminérgico, o qual é intimamente relacionado aos efeitos hedônicos da drogadição (MILANESI et al., 2019) (Tabela 5). Esse estudo é pioneiro na questão da segurança alimentar relacionada às enfermidades do SNC, já que o

uso do OP na produção de alimentos industrializados tem sido estimulado por órgãos competentes em nível internacional

**Tabela 5: Estudo comparativo entre a suplementação de gorduras presentes na dieta ocidental (óleo de palma- OP e gordura interesterificada-GI) X óleos da dieta mediterrânea (óleo de peixe-OPx + óleo de soja-OS em uma razão AGPI n-6/n-3 1:1) em modelo animal de drogadição (FARMATOX/ CCS/ PPGFarm/ UFSM)**

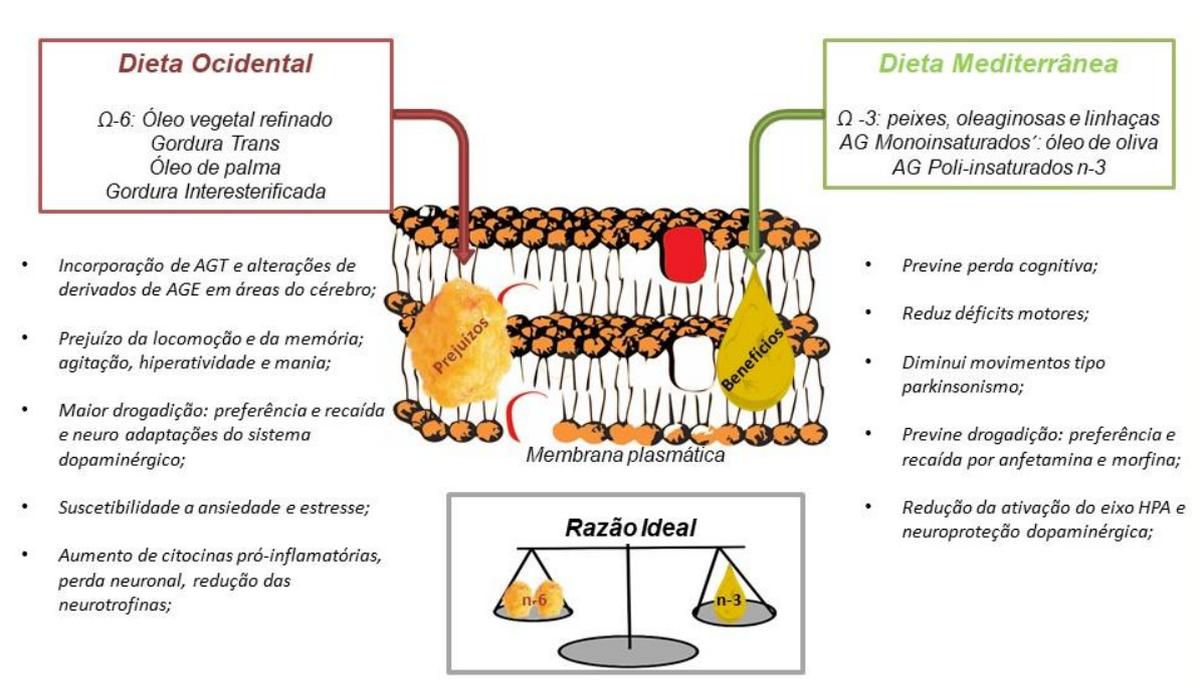
<b>Milanesi et al., 2019</b>	A dieta ocidental favoreceu a drogadição por morfina: maior preferência e recaída à droga. No <i>Nucleus accumbens</i> : aumentou os níveis do transportador (DAT) e do receptor D2 (D2R) da dopamina; reduziu receptor D1 (D1R). No córtex frontal: promoveu aumento da imunoreatividade do receptor de glicocorticóide (GR).
------------------------------	--

## Considerações finais

Recentes estudos têm mostrado evidências de que o consumo aumentado de óleos vegetais refinados, como também o consumo crônico de gorduras *trans* (GT), gordura interesterificada (GI), e mais recentemente do óleo de palma (OP) pode facilitar o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e metabólicas. Os dados da literatura apresentados aqui indicam que o consumo de uma dieta ocidental, caracterizada pelo alto teor de ômega-6, AG *trans*, gorduras saturadas e interesterificadas, facilita a incorporação de seus derivados metabólicos nas membranas fosfolipídicas neurais, modificando a permeabilidade, a fluidez e a plasticidade dessas membranas. Em conjunto, tais eventos podem prejudicar a neurotransmissão no SNC e facilitar o desenvolvimento de condições neuropsiquiátricas em indivíduos suscetíveis. Por outro lado, o consumo de uma dieta do tipo mediterrânea, que apresente uma razão adequada de ômega-6 e ômega-3, ou que seja rica em AGPI n-3, permite a incorporação neural de seus derivados de cadeia longa, os quais conferem propriedades fisiológicas funcionais equilibradas à essas membranas, com menor risco para o desenvolvimento de eventos oxidativos e neuroinflamatórios aqui apresentados (Figura 3). Assim, a presente redação pretende alertar o leitor e as autoridades em saúde pública, a respeito das novas gorduras que estão sendo mundialmente permitidas na composição de alimentos processados

(aprovada pelo *Codex alimentarius*<sup>1</sup>), cujo consumo poderá facilitar o desenvolvimento de enfermidades neuropsiquiátricas que impactam diretamente no gasto com saúde pública em nível mundial.

**Figura 3. Resumo gráfico dos estudos desenvolvidos no laboratório FARMATOX (PPGFarm/ CCS/ UFSM) desenvolvidos entre 2010 e 2022, considerando as influências prejudiciais do consumo crônico de gorduras presentes na dieta ocidental, como também as influências benéficas do consumo de óleos presentes na dieta mediterrânea.**



Fonte: <http://www.codexalimentarius.org/>

## Agradecimentos

A autora agradece à todos os pós-graduandos do PPGFarmacologia / CCS / UFSM e aos alunos de Iniciação Científica que participaram dos estudos envolvidos no tema deste material bibliográfico. Agradecimento especial aos órgãos de fomento e financiamento (CNPq, FAPERGS, CAPES; PROAP/PRPGP- UFSM) pelo apoio recebido.

<sup>1</sup> *Codex alimentarius*: Comissão Internacional que normatiza aspectos de segurança e higiene, propriedades nutricionais de alimentos entre outras práticas. Estabelecida pela FAO e OMS em 1963, da qual fazem parte com direito de voto, 185 países, incluindo o Brasil.

## Referências

ACAR, N. et al. Modification of the dopaminergic neurotransmitters in striatum, frontal cortex and hippocampus of rats fed for 21 months with *trans* isomers of  $\alpha$ -linolenic acid. **Neurosci Res.**, v. 45, p. 375-382, Apr. 2003.

AFONSO, M. S., et al. Dietary interesterified fat enriched with palmitic acid induces atherosclerosis by impairing macrophage cholesterol efflux and eliciting inflammation. **J Nutr Biochem**, n. 36, p. 89-90, 2016.

AHMADI, L.; Marangoni, A. G. Functionality and physical properties of interesterified high oleic shortening structured with stearic acid. **Food Chemistry**, v 117, p. 668-673, 2009.

ALBERTS, B. et al. **Biologia Molecular da Célula**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ALLEN, D. A. Interesterification: a vital tool for the future? **Lipid Technology**, p. 11-15, 1996.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia Moderna*. 1. ed. v. 1. São Paulo: Moderna, 2016.

ANDRUCHOW, N. D. et al. A lower ratio of omega-6 to omega-3 fatty acids predicts better hippocampus-dependent spatial memory and cognitive status in older adults. **Neuropsychology**, v. 31, p. 724-734, Oct. 2017.

ANDRUCHOW, N. D.; KONISHI, K., SHATENSTEIN, B.; BOHBOT, V. D. A lower ratio of omega-6 to omega-3 fatty acids predicts better hippocampus-dependent spatial memory and cognitive status in older adults. **Neuropsychology**. n. 31, p. 724-734, 2017.

ARBONÉS-MAINAR, J. M. et al. Accelerated atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice fed Western diets containing palm oil compared with extra virgin olive oils: a role for small, dense high-density lipoproteins. **Atherosclerosis**. n. 194, p. 372-82, 2007.

ARDISSON, K.; WILLETT, A. V.; HU, W. C.; DIET, F. B. lifestyle, and genetic risk factors for type 2 diabetes: A review from the Nurses' Health Study, Nurses' Health Study 2, and Health Professionals' Follow-up Study. **Curr. Nutr. Rep.** v. 3, p. 345-354, 2014.

BARCELOS, R. C.; BENVENÚ, D. M.; BOUFLEUR, N.; PASE, C.; TEIXEIRA, A. M.; RECKZIEGEL, P.; EMANUELLI, T.; DA ROCHA, J. B.; BÜRGER, M. E. Short term dietary fish oil supplementation improves motor deficiencies related to reserpine-induced parkinsonism in rats. **Lipids**. 2011 Feb. v. 46, n. 2, p. 143-149. doi: 10.1007/s11745-010-3514-0.

BARCELOS, R. C.; BENVEGNÚ, D. M.; BOUFLEUR, N.; RECKZIEGEL P.; MÜLLER, L. G.; PASE, C.; EMANUELLI, T.; BÜRGER, M. E. Effects of omega-3 essential fatty acids (omega-3 EFAs) on motor disorders and memory dysfunction typical neuroleptic-induced: behavioral and biochemical parameter. **Neurotox Res.**, Apr. v. 17, n. 3, p.:228-237, 2010. doi: 10.1007/s12640-009-9095-0.

BENVEGNÚ, D. M. et al. Effects of Fish and Grape Seed Oils as Core of Haloperidol-Loaded Nanocapsules on Oral Dyskinesia in Rats. **Neurochem Res.** v. 43, n. 2, p. 477-487, Feb., 2018. doi: 10.1007/s11064-017-2444-0.

BERRY, S. E. Triacylglycerol structure and interesterification of palmitic and stearic acid-rich fats: an overview and implications for cardiovascular disease. **Nutr. Res. Rev.** n. 22, p. 3-17, 2009.

BIRGITTE W. The controversy over trans fatty acids: Effects early in life. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, Issue 12, 2008, Pages 3571-3579, ISSN 0278-6915, <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.08.017>.

BISPO K, et al. Supplementing diet with blackberry extract causes a catabolic response with increments in insulin sensitivity in rats. **Plant Foods Hum Nutr.** v. 70, n. 2, p. 170-175, Jun., 2015. doi: 10.1007/s11130-015-0474-9.

BLOCH, M. H.; QAWASMI, A. Omega-3 fatty acid supplementation for the treatment of children with attention-deficit/hyperactivity disorder symptomatology: systematic review and meta-analysis. **J Am Acad Child Adolesc Psychiatry.** v. 50 n. 10, p. 991-1000, 2011.

BORRADAILE, N. M. et al. Disruption of endoplasmic reticulum structure and integrity in lipotoxic cell death. **J. Lipid Res.** n. 47, p. 2726-2737, 2006.

BORSONELO, E. C.; GALDURÓZ, J. C. The role of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) in development, aging and substance abuse disorders: review and propositions. **Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids.** v. 78, n. 4-5, p. 237-245, Apr-May, 2008. doi: 10.1016/j.plefa.2008.03.005.

BRASIL. Anvisa. Resolução RDC nº 332, de 23 de dezembro de 2019. Define os requisitos para uso de gorduras trans industriais em alimentos. **Diário Oficial da União**, 26 de dezembro de 2019.

BUYDENS-BRANCHEY, L.; BRANCHEY, M.; HIBBELN, J. R. Associations between increases in plasma n-3 polyunsaturated fatty acids following supplementation and decreases in anger and anxiety in substance abusers. **Prog Neuropharmacology Biol Psychiatry**, v. 32, n. 2, p. 568-575, Feb. 2009.

CAO, J. et al. Saturated fatty acid induction of endoplasmic reticulum stress and apoptosis in human liver cells via the PERK/ATF4/CHOP signaling pathway. **Mol. Cell. Biochem.** n. 364, p. 115-129, 2012.

CARRIE, I. et al. Specific phospholipid fatty acid composition of brain regions in mice: effects of n-3 polyunsaturated fatty acid deficiency and phospholipid supplementation. **J Lipid Res**, v. 41, p.465-472, Mar. 2000.

CEDERHOLM, T. Fish consumption and omega-3 fatty acid supplementation for prevention or treatment of cognitive decline, dementia or Alzheimer's disease in older adults - any news? **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, v. 20. p.104-109, 2017.

COOPER, G. M.; HAUSMAN, R. **A célula**. Uma abordagem molecular. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

COOPER, R. E. et al. Omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation and cognition: A systematic review and meta-analysis. **J Psychopharmacol**. v. 29, n. 7, p. 753-763, 2015.

CORDAIN, L. et al. Origins and evolution of the Western diet: Health implications for the 21<sup>st</sup> century. **American Journal of Clinical Nutrition**, n. 81, p. 341-354, 2005.

COSTANTINI, I., et al. Impact of Omega-3 Fatty Acids on the Gut Microbiota. **Int J Mol Sci**. v. 7, n. 18(12), p. 2645, 2017.

COTMAN, C. et al. Lipid composition of synaptic plasma membranes isolated from rat brain by zonal centrifugation. **Biochemistry**. n. 8, p. 4606-4612, 1969.

DA SILVA, T. M. et al. Depression in Parkinson's disease: a double-blind, randomized, placebo-controlled pilot study of omega-3 fatty-acid supplementation. **J. Affect Disord**. n. 111, p. 351-359, 2008.

DAS, U. N. Essential fatty acids: biochemistry, physiology and pathology. **Biotechnol J.**, v. 1, p. 420-439, Apr. 2006.

D'AVILA, L. F. et al. Interesterified fat consumption since gestation decreases striatal dopaminergic targets levels and gdnf impairing locomotion of adult offspring. **Toxicol Lett**. v. 15, v. 339, p. 23-31, Mar. 2021. doi: 10.1016/j.toxlet.2020.12.013.

D'AVILA, L. F. et al. Interesterified fat maternal consumption before conception programs memory and learning of adulthood offspring: How big is this deleterious repercussion? **Toxicol Lett**. v. 14 n. 361, p. 10-20, Mar. 2022. doi: 10.1016/j.toxlet.2022.03.002.

D'AVILA, L. F. et al. Toxicological aspects of interesterified fat: Brain damages in rats. **Toxicol Lett**. v. 5, n. 276, p. 122-128 Jul. 2017. doi: 10.1016/j.toxlet.2017.05.020.

DIAS, V. T. et al. Trans-fat supplementation over two generations of rats exacerbates behavioral and biochemical damages in a model of mania: Co-treatment with lithium. **Life Sci**. v. 1, n. 132, p. 6-12, Jul. 2015. doi: 10.1016/j.lfs.2015.04.013. (a)

- DIAS, V. T. et al. Lifelong consumption of trans fatty acids promotes striatal impairments on Na(+)/K(+) ATPase activity and BDNF mRNA expression in an animal model of mania. **Brain Res Bull.** v. 118, p. 78-81 Sep. 2015. doi: 10.1016/j.brainresbull.2015.09.005. (b)
- DONAHUE, S. M. et al. Prenatal fatty acid status and child adiposity at age 3 years: Results from a US pregnancy cohort. **Am. J. Clin. Nutr.** v. 93, p. 780-788, 2011.
- DYALL, S. C.; MICHAEL, G. J.; MICHAEL-TITUS, A. T. Omega-3 fatty acids reverse age-related decreases in nuclear receptors and increase neurogenesis in old rats. **J. Neurosci. Res.** v. 88, p. 2091-2102, 2010.
- DYALL, S. C.; MICHAEL-TITUS, A. T. Neurological benefits of omega-3 fatty acids. **Neuromolecular Med.** v. 10, p. 219-235, 2008.
- FATTORE, E. et al. Palm oil and blood lipid-related markers of cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis of dietary intervention trials. **Am. J. Clin. Nutr.** n. 99, p. 1331-1350, 2014.
- FITÓ, M. et al. Advances in Integrating Traditional and Omic Biomarkers When Analyzing the Effects of the Mediterranean Diet Intervention in Cardiovascular Prevention. **Int J Mol Sci.** v. 2; n. 17, p. 9, 2016.
- GU, X. et al. Bip overexpression, but not CHOP inhibition, attenuates fatty-acid-induced endoplasmic reticulum stress and apoptosis in HepG2 liver cells. **Life Sci.** v. 87, p. 724-732, 2010.
- GUNSTONE, F. D. **Movements towards tailor-made fats:** Progress in Lipid Research, v. 37, n. 5, p. 277-305, 1998.
- HANEBUTT, F. L. et al. Long-chain polyunsaturated fatty acid (LCPUFA) transfer across the placenta. **Clin Nutr.**, v. 27, p. 685-693, Jul. 2008.
- HAYGERT P. et al. Can the dietary fat type facilitate memory impairments in adulthood? A comparative study between Mediterranean and Western-based diet in rats. **J Nutr Biochem.** v. 59, p. 104-113, Sep. 2018. doi: 10.1016/j.jnutbio.2018.05.015.
- HELMAN, C. G. **Cultura, saúde e doença.** 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- HULBERT, A. J. et al. Dietary fats and membrane function: implication and metabolism disease. **Biol Rev.**, v. 80, p. 155-169, Feb. 2005.
- HUSTED, K. S.; BOUZINOVA, E. V. The importance of n-6/n-3 fatty acids ratio in the major depressive disorder. **Medicina (Kaunas).** n. 52, p. 139-147, 2016.
- INNIS, S. M. Dietary (n-3) fatty acids and brain development. **J Nutr.**, v. 137, p. 855-859, Apr. 2007.

INNIS, S. M. Fatty acids and early human development. **Early Hum Dev**, v. 83, n. 12, p. 761-766, Dec. 2007.

IXTAINA, V. Y. et al. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. **J Food Comp Anal**. v. 24, p. 166-174. 2011.

JAZAYERI, S. et al. Comparison of therapeutic effects of omega-3 fatty acid eicosapentaenoic acid and fluoxetine, separately and in combination, in major depressive disorder. **Aust N Z J Psychiatry**. n. 42, p. 192-198, 2008.

JUMP, D. B. Dietary polyunsaturated fatty acids and regulation of gene transcription. **Curr Opin Lipidol**. v. 13, p. 155-164, 2002.

KANOSKI, S. E.; DAVIDSON, T. L. Western diet consumption and cognitive impairment: links to hippocampal dysfunction and obesity. **Physiol Behav**. v. 18, n. 103(1), p. 59-68, Apr. 2011. doi: 10.1016/j.physbeh.2010.12.003.

KOCHIKUZHYIL, B. M.; DEVI, K.; FATTEPUR, S. R. Effect of saturated fatty acid-rich dietary vegetable oils on lipid profile, antioxidant enzymes and glucose tolerance in diabetic rats. Indian **J. Pharmacol**. v. 42, p. 142-145, 2010.

KROMHOUT, D.; DE GOEDE, J. Update on cardiometabolic health effects of  $\omega$ -3 fatty acids. **Curr Opin Lipidol**. v. 25, n. 1, p. 85-90, Feb. 2014. doi: 10.1097/MOL.0000000000000041.

KUHN, F. T. et al. Cross-Generational trans Fat Consumption Favors Self-Administration of Amphetamine and Changes Molecular Expressions of BDNF, DAT, and D1/D2 Receptors in the Cortex and Hippocampus of Rats. **Neurotox Res**. v. 28, n. 4, p. 319-331, Nov. 2015. doi: 10.1007/s12640-015-9549-5.

KUHN, F. T. et al. Influence of trans fat and omega-3 on the preference of psychostimulant drugs in the first generation of young rats. **Pharmacol Biochem Behav**. v. 110, p. 58-65, Sep. 2013. doi: 10.1016/j.pbb.2013.06.001.

KUHN, F. T. et al. Toxicological aspects of trans fat consumption over two sequential generations of rats: Oxidative damage and preference for amphetamine. **Toxicol Lett**. v. 5; n. 232(1), p. 58-67, Jan. 2015. doi: 10.1016/j.toxlet.2014.10.001.

LEAMY, A. K.; EGNATCHIK, R. A.; YOUNG, J. D. Molecular mechanisms and the role of saturated fatty acids in the progression of non-alcoholic fatty liver disease. **Prog. Lipid Res**. n. 52, p. 165-174, 2013.

LI, D. et al. Prospective association between *trans* fatty acid intake and depressive symptoms: Result from the study of women's health across the nation, **J Affect Dis**. v. 264, p. 256-262, Jan. 2020b.

LI, D.; TONG, Y.; LI, Y. Associations of dietary *trans* fatty acid intake with depressive symptoms in midlife women. **J Affect Dis**. v. 260, p. 194-199, Sep. 2020.

LOGAN, A. C. Neurobehavioral aspects of omega-3 fatty acids: possible mechanisms and therapeutic value in major depression. **Altern Med Rev.** n. 8, p. 410-425, 2003.

LONGHI, R. et al. Effect of a *trans* fatty acid-enriched diet on mitochondrial, inflammatory, and oxidative stress parameters in the cortex and hippocampus of Wistar rats. **Eur J Nutr.**, v. 57, p. 1913-1924, May. 2018.

LU, B. Pro-region of neurotrophins: role in synaptic modulation. **Neuron**, v. 39, p. 735-8, 2003.

MANCINI, A., Imperlini, E., Nigro, E., Montagnese, C., Daniele, A., Orrù, S., Buono, P. Biological and Nutritional Properties of Palm Oil and Palmitic Acid: Effects on Health. **Molecules.** n. 18, p. 17339-61, 2015.

MARANGONI, A. G.; ROUSSEAU, D. Engineering triacylglycerols: the role of interesterification. **Trends in Food Science and Technology**, v. 6, p. 329-336, 1995.

MARTIN, C. A.; MATSHUSHITA, M.; DE SOUZA, N. E. Ácidos Graxos *Trans*: Implicações Nutricionais e Fontes na Dieta. **Rev Nutr.**, v. 17, p. 361-368, Set. 2004.

MAYNERIS-PERXACHS, J. et al. Diet and plasma evaluation of the main isomers of conjugated linoleic acid and *trans*-fatty acids in a population sample from Mediterranean north-east Spain. **Food Chem.**, v. 123, p. 296–305, Nov. 2010.

MBA, O. I.; Dumont, M. J.; Ngadi, M. Palm Oil: Processing, characterization and utilization in the food industry. A review. **Food Biosci.** n. 10, p. 26-41, 2015.

METZ, V. G. et al. Omega-3 decreases D1 and D2 receptors expression in the prefrontal cortex and prevents amphetamine-induced conditioned place preference in rats. **J Nutr Biochem.** v. 67, p. 182-189, Mai. 2019.. doi: 10.1016/j.jnutbio.2019.02.007.

MILANESI, L. H. et al. Mediterranean X Western based diets: Opposite influences on opioid reinstatement. **Toxicol Lett.** v. 308, n. 15, p. 7-16, 2019 doi: 10.1016/j.toxlet.2019.03.009.

MILANESI, L. H. et al. Toxicological aspects of the interesterified-fat from processed foods: Influences on opioid system and its reward effects in rats. **Food Chem Toxicol.** v. 276, p. 122-128, Dec. 2017. doi: 10.1016/j.fct.2017.09.048.

MIRNIKJOO, B. et al. Protein kinase inhibition by omega-3 fatty acids. **J Biol Chem**, v. 276, n. 14, p. 10888-96, Apr 6 2001.

MISHRA, A.; SINGH, S.; SHULA, S. Physiological and functional basis of dopamine receptors and their role in neurogenesis: Possible implication for Parkinson's disease. **J Exp Neurosc.**, v. 12, p. 1-8, May. 2018.

MORGAN, T. E.; WONG, A. M.; FINCH, C. E. Anti-inflammatory mechanisms of dietary restriction in slowing aging processes. **Interdiscip Top Gerontol.** n. 35, p. 83-97, 2007.

MOZAFARIAN, D.; CLARKE, R. Quantitative effects on cardiovascular risk factors and coronary heart disease risk of replacing partially hydrogenated vegetable oils with other fats and oils. **Eur. J. Clin. Nutr.** n. 63, p. S22–S33, 2009.

MURPHY, M. G. Dietary fatty acids and membrane protein function. **J Nutr Biochem.** v. 1, p. 68-70, Feb. 1990.

NAKAMURA, M. T.; NARA, T. Y. Structure, function, and dietary regulation of delta6, delta5, and delta9 desaturases. **Annual Review of Nutrition**, n. 24, p. 345-376, 2004.

OSSO, F. S. et al. Trans fatty acids in maternal milk lead to cardiac insulin resistance in adult offspring. **Nutrition.** v. 24, n. 7-8, p. 727-732, Jul-Aug; 2008. doi:10.1016/j.nut.2008.03.006.

PASE, C. S. et al. Trans fat intake during pregnancy or lactation increases anxiety-like behavior and alters proinflammatory cytokines and glucocorticoid receptor levels in the hippocampus of adult offspring. **Brain Res Bull.** v. 166, p. 110-117, Jan. 2021. doi: 10.1016/j.brainresbull.2020.11.016.

PASE, C. S. et al. Maternal trans fat intake during pregnancy or lactation impairs memory and alters BDNF and TrkB levels in the hippocampus of adult offspring exposed to chronic mild stress. **Physiol Behav.** v. 169, p. 114-123, 2017. doi: 10.1016/j.physbeh.2016.11.009.

PASE, C. S. et al. Chronic consumption of trans fat can facilitate the development of hyperactive behavior in rats. **Physiol Behav.** v. 139, p. 344-350, 2015. doi: 10.1016/j.physbeh.2014.11.059.

PASE, C. S. et al. Influence of perinatal trans fat on behavioral responses and brain oxidative status of adolescent rats acutely exposed to stress. **Neuroscience.** v. 247, p. 242-252, 2013. doi: 10.1016/j.neuroscience.2013.05.053

PASE, C. S. et al. Prolonged consumption of trans fat favors the development of orofacial dyskinesia and anxiety-like symptoms in older rats. **Int J Food Sci Nutr.** v. 65, n. 6, p. 713-719, Sep. 2014. doi: 10.3109/09637486.2014.898255.

PATEL, R. J., PARIKH, R. Intranasal delivery of topiramate nanoemulsion: Pharmacodynamic, pharmacokinetic and brain uptake studies. **Int J Pharm.** v. 585, p. 119486, 2020.

RATNAYAKE, W. M., et al. Mandatory *trans* fat labeling regulations and nationwide product reformulations to reduce trans fatty acid content in foods contributed to lowered concentrations of trans fat in Canadian women's breast milk samples collected in 2009–2011. **Am. J. Clin. Nutr.** v. 100, n. 4, p. 1036-1040, 2014.

REENA, M. B.; REDDY, Y. R. S.; LOKESH, B. R. Changes in triglyceride molecular species and thermal properties of blended and interesterified mixtures of coconut oil with rice bran oil or sesame oil, and palm oil with rice bran oil or sesame oil. **Eur J Lipid Sci Technol.** n. 111, p. 346-357, 2009.

REUSS, B.; VON BOHLEN und HALBACH, O. Fibroblast growth factors and their receptors in the central nervous system. **Cell Tissue Res.** n. 313, p. 139-57, 2003.

RIBEIRO, A. P. B. et al. Interesterificação química: alternativa para obtenção de gorduras zero trans. **Quim. Nova**, v. 30, n. 5, 1295-1300, 2007.

RIEMER, S. et al. Lowered Omega-3 PUFAs are related to major depression, but not to somatization syndrome. **J Affect Disord.**, v. 123, n. 1-3, p. 173-180, Jun. 2010.

ROBINSON, D. M. et al. Influence of Interesterification of a Stearic Acid-Rich Spreadable Fat on Acute Metabolic Risk Factors. **Lipids** n. 44, p. 17-26, 2009.

ROVERSI, K. et al. Trans fat intake across gestation and lactation increases morphine preference in females but not in male rats: Behavioral and biochemical parameters. **Eur J Pharmacol.** v. 5, n. 788, p. 210-217 Oct. 2016. doi: 10.1016/j.ejphar.2016.06.031.

SENANAYAKE, S. P. J. N.; SHAHIDI, F. Modification of Fats and Oils via Chemical and Enzymatic Methods. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products.** n. 3, p. 17, 2005.

SIMOPOULOS, A. P. Essential fatty acids in health and chronic disease. **Am J Clin Nutr.** n. 70(3 Suppl), p. 560S-569S, Sep. 1999. doi: 10.1093/ajcn/70.3.560s.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds. **Asia Pacific J Clin Nutr.** v. 11, n. 6, p. S163-173, 2002.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. **Food Rev Inter.** v. 20, n. 1, p. 77-90, 2004.

SIMOPOULOS, A. P. Evolutionary aspects of the dietary omega-6:omega-3 fatty acid ratio: medical implications. **World Rev Nutr Diet.** n. 100, p. 1-21, 2009.

SIMOPOULOS, A. P. Dietary omega-3 fatty acid deficiency and high fructose intake in the development of metabolic syndrome, brain metabolic abnormalities, and non-alcoholic fatty liver disease. **Nutrients.** v. 26, n. 5(8), p. 2901-2923, Jul. 2013. doi: 10.3390/nu5082901.

SOCOL, M.; HEIDMANN, C.; OETTERER, M. Seafood as functional food. **Braz Arch Biol Technol**, v. 46, n. 3, p. 443-454, 2003.

SONUGA-BARKE, E. J. S.; BRANDEIS, D.; CORTESE, S. et al. Nonpharmacological interventions for ADHD: Systematic review and metaanalyses of randomized

controlled trials of dietary and psychological treatments. **Am J Psychiatry**. n. 170: p. 275–289, 2013.

SU, K. P. et al.. Omega-3 fatty acids in major depressive disorder. A preliminary double-blind, placebo-controlled trial. **Eur. Neuropsychopharm.**, v. 13, p. 267-271, Aug. 2003.

SUGANAMI, T. et al. Role of the Toll-like receptor 4/NF-kappaB pathway in saturated fatty acid-induced inflammatory changes in the interaction between adipocytes and macrophages. **Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.** n. 27, p. 84–91, 2007.

SUN, Y. et al. Palm Oil Consumption Increases LDL Cholesterol Compared with Vegetable Oils Low in Saturated Fat in a Meta-Analysis of Clinical Trials. **J Nutr.** v. 145, n. 7, p. 1549-1558, Jul. 2015. doi: 10.3945/jn.115.210575.

SUNDRAM, K., KARUPAIAH, T., HAYES, K. C., Stearic acid-rich interesterified fat and trans-rich fat raise the LDL/HDL ratio and plasma glucose relative to palm olein in humans. **Nutr. Metab.** n. 4, p. 3. 2007.

SUTTER, A. G. et al. Dietary Saturated Fat Promotes Development of Hepatic Inflammation Through Toll-Like Receptor 4 in Mice. **J Cell Biochem.** v. 117, n. 7, p. 1613-1621, Jul. 2016. doi: 10.1002/jcb.25453.

TEIXEIRA, A. et al. Beneficial effects of an innovative exercise model on motor and oxidative disorders induced by haloperidol in rats. **Neuropharmacology**. v. 60, n. 2-3, p. 432-438, Feb-Mar. 2011. doi: 10.1016/j.neuropharm.2010.10.017.

TEIXEIRA A. M. et al. Intense exercise potentiates oxidative stress in striatum of reserpine-treated animals. **Pharmacol Biochem Behav.** n. 92, p. 231-235, 2009.

TEIXEIRA, A. M. et al. Could dietary *trans* fatty acids induce movement disorders? Effects of exercise and its influence on Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase and catalase activity in rat striatum. **Behav Brain Res.**, v. 226, p. 504-510, Jan. 2012.

TRAN, T. T. et al. Short-term palmitate supply impairs intestinal insulin signaling via ceramide production. **J. Biol. Chem.** v. 291, p.16328-16338, 2016.

TREVIZOL, F. et al. Comparative study between n-6, *trans* and n-3 fatty acids on repeated amphetamine exposure: A possible factor for the development of mania. **Pharmacol Biochem Behav.**, v. 97, p. 560-565, Jan. 2011.

TREVIZOL, F. et al. Cross-generational *trans* fat intake modifies BDNF mRNA in the hippocampus: Impact on memory loss in a mania animal model. **Hippocampus**, v. 25, n. 5, p. 556–565, Nov. 2014.

TREVIZOL, F. et al. Cross-generational *trans* fat intake modifies BDNF mRNA in the hippocampus: impact on memory loss in a mania animal model. **Hippocampus**, v. 25, p. 556–565, May. 2015.

TREVIZOL, F. et al. Influence of lifelong dietary fats on the brain fatty acids and amphetamine-induced behavioral responses in adult rat. **Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.**, v. 45, p. 215–222, Jun. 2013.

VILLANI, A. et al. Differences in the interpretation of a modernized Mediterranean diet prescribed in intervention studies for the management of type 2 diabetes: how closely does this align with a traditional Mediterranean diet? **Eur J Nutr.** 2018.

VINES, A. et al.. The role of 5-HT<sub>1A</sub> receptors in fish oil-mediated increased BDNF expression in the rat hippocampus and cortex: a possible antidepressant mechanism. **Neuropharmacology.** n. 62, v. 1, p. 184-191, 2012.

WARNICK, G. H.; BENDERSON, J.; ALBERS, J. J. Dextran sulfate- Mg<sup>2+</sup> precipitation procedure for quantitation of high-density lipoprotein cholesterol. **Clin Chem.** n. 28, p. 1379-1388, 1982.

WEN, H. et al. Fatty acid-induced NLRP3-ASC inflammasome activation interferes with insulin signaling. **Nat Immunol.** v. 12, n. 5, p. 408-415, May. 2011. doi: 10.1038/ni.2022.

YAFFE, K. Metabolic syndrome and cognitive disorders: is the sum greater than its parts? **Alzheimer Dis Assoc Disord.** v. 21, n. 2, p. 167-171 Apr/Jun. 2007. doi: 10.1097/WAD.0b013e318065bfd6.

YEHUDA, S.; RABINOVITZ, S.; MOSTOFKY, D. I. Essential fatty acids are mediators of brain biochemistry and cognitive functions. **J Neurosci Res.**, v. 56, n. 6, p. 565-570, 1999.

YUHUA, L et al. Efficacy of omega-3 PUFAs in depression: A meta-analysis. *Transl Psychiatry.* v. 9, p. 190, 2021 (correction for 2019)

ZAPOLSKA, D.; BRYK, D.; OLEJARZ, W. Trans fatty acids and atherosclerosis-effects on inflammation and endothelial function. **J Nutr Food Sci.** v. 5, p. 426, 2015.

ZARARSIZ, I. et al. Protective effects of omega-3 essential fatty acids against formaldehyde-induced neuronal damage in prefrontal cortex of rats. **Cell Biochem. Funct.** v. 24, p. 237-244, May 2006.



# JAI UFSM

Jornada Acadêmica Integrada  
Compilação de artigos de 2021