

Paulo Cesar Piquini
(org.)

JAI UFSM

Jornada Acadêmica Integrada
Compilação de artigos de 2019

FACOS - UFSM
Santa Maria, 2020

Paulo Cesar Piquini
(org.)

Jornada Acadêmica Integrada
Compilação de artigos de 2019

FACOS - UFSM
Santa Maria
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

Reitor

Paulo Afonso Burmann

Vice-reitor

Luciano Schuch

Pró-reitor de Pós-graduação e Pesquisa

Paulo Renato Schneider

Pró-reitora de Graduação

Martha Bohrer Adaime

Pró-reitora de Extensão

Flavi Ferreira Lisboa Filho

Projeto Gráfico

Leonardo Martins Penna

Diagramação e formatação

José Carlos Vargas da Silva

J82j Jornada Acadêmica Integrada (34. : 2019 : Santa Maria, RS)
Jornada Acadêmica Integrada [recurso eletrônico] : compilação
de artigos de 2019 / [34ª Jornada Acadêmica Integrada] ; Paulo Cesar
Piquini (org.). – Santa Maria, RS : FACOS-UFSM, 2020.

1 e-book

ISBN nº 978-65-00-05105-6

Título da capa: JAI UFSM

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

CDU 378.4(063)

5/6(063)

Ficha catalográfica elaborada por Alenir Goularte CRB-10/990
Biblioteca Central - UFSM



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

FACOS - UFSM

Santa Maria, 2020

Prefácio

No ano de 2019 a Jornada Acadêmica Integrada completou sua 34^a edição. Durante toda a semana de 21 a 25 de outubro, foram apresentados 5083 trabalhos, distribuídos nos seguintes eventos: (1) 34º Salão de Iniciação Científica, com 2672 trabalhos, (2) 12º Salão de Extensão, com 503 trabalhos, (3) 11^a Mostra de Ensino, com 617 trabalhos, (4) 10º Salão de Pós-Graduação, com 663 trabalhos, (5) 3^a JAI Externos, com 442 trabalhos e (6) 3º Compartilhando Saberes, com 186 trabalhos.

Uma novidade desta edição da JAI foram as apresentações performativas, onde acadêmicos dos cursos de Dança, Teatro e Música apresentaram seus trabalhos no palco do auditório do Centro de Convenções da UFSM.

Na terça-feira, dia 22 de outubro, no período da tarde, ocorreu também a 4^a edição da JAI-JOVEM, evento em que alunos das Escolas de Ensino Médio da região apresentam os trabalhos desenvolvidos nestas Escolas, nas quatro áreas do conhecimento do Exame Nacional do Ensino Médio, ENEM.

Além dos eventos da JAI, vários eventos satélites ocorreram nesta mesma semana, proporcionando à comunidade acadêmica da UFSM e região uma semana repleta de atividades extra classe, que completa e diversifica a formação de nossos acadêmicos.

A manhã da segunda-feira teve lugar a palestra de abertura da JAI 2019, intitulada "O Futuro da Educação e do Emprego", foi proferida pelo Prof. Dr. Márcio de Souza Pires. Diretor de Conhecimento para Inovação, Ciência e Tecnologia da Secretaria de Inovação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul. Também nesta cerimônia foram entregues os Prêmios Destaque em Pesquisa, Ensino e Extensão da UFSM no ano de 2019.

Ao longo da semana ocorreram 21 (vinte e uma) palestras convidadas, em diferentes áreas do conhecimento e com diferentes temáticas. Esta publicação contém as contribuições relativas a 7 (sete) destas palestras convidadas, contribuições estas preparadas pelos ilustres palestrantes que gentilmente nos brindam com seus conhecimentos e experiências neste volume.

Estas contribuições aqui contidas versam sobre variados e extremamente interessantes temas e assuntos como: (a) Os desafios e objetivos da pesquisa em música, (b) A fotografia nas artes visuais e seus possíveis encontros com a pesquisa científica, (c) A criatividade no ensino, pesquisa e extensão, (d) A biossegurança em biotérios, (e) A vivência de reprodução de casais sorodiferentes para o HIV, (f) Os desafios das pragas invasivas na soja do Brasil e (g) O emprego de ultrassom e microondas numa nova indústria de processos químicos.

A conteúdo trazido neste volume é certamente repleto de informações úteis e atuais para um grande número de estudantes, profissionais e o público em geral. Desejo a todos uma ótima leitura.

Paulo Cesar Piquini

SUMÁRIO

Desafios e objetivos da pesquisa em música	6
<i>Arthur Rinaldi</i>	6
Emprego de ultrassom e micro-ondas para a valorização de resíduos lignocelulósicos: tecnologias disruptivas para uma nova indústria de processos químicos	32
<i>Cesar Augusto Buzzi</i>	32
Pragas invasivas <i>versus</i> soja no Brasil: pragas em vantagem	62
<i>Jonas Andre Arnemann, Henrique Pozebon</i>	62
Criatividade no ensino, na pesquisa e na extensão	72
<i>Juliana Petermann</i>	72
A fotografia; objeto das artes visuais e seus possíveis encontros com a pesquisa científica.	86
<i>Darci Raquel Fonseca</i>	86
Biossegurança aplicada aos biotérios.....	94
<i>Sônia de Avila Botton^{1a}, ...</i>	94
<i>Luís Antonio Sangioni¹</i>	94
<i>Daniela Isabel Brayer Pereira²</i>	94
Vivência da reprodução na perspectiva de casais sorodiferentes para o HIV	113
<i>Tassiane Ferreira Langendorf</i>	113
<i>Ívis Emilia de Oliveira Souza</i>	113
<i>Stela Maris de Mello Padoin</i>	113
<i>Cristiane Cardoso de Paula</i>	113

Desafios e objetivos da pesquisa em música

Arthur Rinaldi

1 Introdução

Um problema muito comum, enfrentado tanto por alunos de graduação quanto de pós-graduação, refere-se à grande dificuldade de conceber intelectualmente e de formular verbalmente bons projetos de pesquisa em Música (trabalhos de conclusão de curso, iniciação científica, cursos de especialização, mestrado e doutorado). Uma das razões para esta dificuldade diz respeito à própria natureza do aprendizado musical: a maior parte do tempo de estudo de um estudante de Música é dedicado ao domínio técnico do fazer musical. Isto inclui tanto o domínio técnico gestual/corporal quanto o domínio do conhecimento tácito (*know-how*) necessário para uma boa realização das diversas atividades musicais, como cantar, tocar um instrumento, reger ou compor. De fato, a grade curricular da maioria (senão de todos) os cursos superiores de Música no Brasil derivam dos programas de conservatório originados no século XIX e expandidos ao longo do século XX, nos quais mesmo as disciplinas teóricas, como Harmonia, Contraponto e Análise, tradicionalmente visam fornecer ao aluno um mínimo grau de domínio sobre os conjuntos de normas e/ou padrões que caracterizam os diferentes estilos musicais (com notório enfoque sobre a prática tonal europeia). Quando, em algum momento de sua vida, este aluno é solicitado a formular um projeto de pesquisa, ele não possui formação suficientemente adequada para a realização de tal tarefa.

Deve-se ressaltar que a dificuldade na elaboração e no desenvolvimento de projetos de pesquisa não é um problema apenas da Música, mas que está presente em todas as áreas do conhecimento. Isto se deve a uma série de fatores, como o baixo nível das escolas regulares no Brasil, a falta de hábito de leitura (e, consequentemente, de interpretação textual) das novas gerações, a falta de compreensão dos objetivos e, principalmente, dos métodos adotados na pesquisa científica. No caso da Música, contudo, este distanciamento é ainda mais acentuado

porque há muito tempo e energia despendidos na aquisição de domínio e conhecimento técnico (teórico e prático), mas efetivamente pouco tempo despendido para o desenvolvimento intelectual da habilidade de “pensar” sobre Música. Não é surpresa, portanto, a notória falta de conhecimento dos alunos de Música sobre o conceito de Musicologia, sobre as diferentes linhas de pesquisa em Musicologia, ou sobre as principais referências bibliográficas em cada linha de pesquisa. Consequentemente, quando este aluno começa a delinear suas ideias para um projeto de pesquisa, ele concebe projetos extremamente amplos, com objetivos difusos e que não apresentam clareza quanto à adequação a uma determinada linha de pesquisa em Música.

Neste sentido, o presente texto almeja contribuir para a solução deste problema, apresentando uma visão geral sobre o conceito de Musicologia, ciência dedicada ao estudo da Música, com especial ênfase para a apresentação das principais características e objetivos das diferentes linhas de pesquisa existentes dentro da Musicologia. O texto também destaca quais são os principais desafios a serem enfrentados por tais linhas durante o século XXI. Espera-se que este texto auxilie os alunos de graduação e pós-graduação em Música a compreender melhor o que é esperado de seus projetos de pesquisa, de acordo com a linha de pesquisa adotada pelo orientador pretendido.

2 Perspectiva geral sobre a Musicologia

O estudo científico-acadêmico da Música em quaisquer de suas dimensões é denominado Musicologia, englobando tanto a obra musical em si, em suas diversas materializações em suporte gráfico (partitura) e/ou sonoro (gravações em áudio e/ou vídeo), quanto o processo sociocultural envolvido no criar e fazer musical (para maiores informações, ver DUCLKES et al., 2014).

A Musicologia toma forma como ciência autônoma apenas no século XIX e, desde então, adota predominantemente metodologias herdadas de outros domínios das Ciências Humanas, como História (sobretudo História da Arte), Estudos

Literários, Filosofia, Ciências Sociais, Antropologia e Linguística. Durante o século XX, a Musicologia se expandiu rapidamente, com destaque para:

- 1) A transformação do escopo da Musicologia (e, consequentemente, do próprio conceito de Música): inicialmente voltada quase que exclusivamente para o estudo da Música da tradição europeia de concerto (dentro da prática tonal), a Musicologia passa gradualmente a abarcar todos os tipos de manifestações culturais sonoras, incluindo músicas de culturas não-europeias, música de vanguarda, música de tradições folclóricas e músicas populares comerciais;
- 2) O desenvolvimento, principalmente na segunda metade do século XX, de uma subárea específica denominada Musicologia Sistemática, campo dedicado ao estudo dos componentes basilares da Música e que gera uma reorientação de parte dos musicólogos para questões de natureza não-históricas (ver MUGGLESTONE, 1981), assim como para a adoção de metodologias quantitativas que valorizam a objetividade e sistematicidade (para maiores informações, ver PARNCUTT, 2007);
- 3) O surgimento, nas últimas décadas do século XX, de movimentos de revitalização da Crítica Musical (ver KERMAN, 1985) e de difusão de estudos culturais em Música, os quais trouxeram uma nova perspectiva sobre a importância de metodologias qualitativas que valorizam a subjetividade e a expertise do pesquisador.

Neste início do século XXI, o grande desafio da Musicologia consiste na tentativa de delineamento de uma definição mais ampla sobre o seu principal objeto de estudo, a Música, a qual possa ser consensualmente adotada pelas diferentes linhas de pesquisa.

Apesar da diversidade de metodologias de pesquisa englobadas pela Musicologia e das manifestações musicais estudas por ela, é possível caracterizar o campo de estudos a partir de um conjunto de objetivos gerais que norteiam todas as pesquisas da área. Dentre estes objetivos, destacam-se:

- O estudo dos processos históricos de constituição e transformação de estilos musicais;
- O estudo dos princípios teóricos e estéticos que embasam a criação, organização e compreensão das obras musicais;
- O estudo dos processos criativos envolvidos na composição e na performance;
- O estudo dos processos de recepção e apreciação musical;
- O estudo das estratégias de ensino da Música;
- O estudo das relações entre Música e sociedade.

Quando um pesquisador elabora um projeto de pesquisa focando em um dentre os objetivos elencados acima, ele automaticamente direciona o seu projeto para uma linha de pesquisa específica dentro da Musicologia, conforme será visto mais adiante. Neste sentido, o pesquisador delimita não apenas o objetivo geral de seu projeto, mas também os materiais sobre os quais irá se debruçar, bem como a bibliografia que deverá conhecer previamente para ser capaz de conceber o projeto. Ele também restringe os métodos que poderá empregar em sua pesquisa e os problemas/questões específicos que seu trabalho pretende solucionar.

Projetos de pesquisa que se propõem a abranger mais de um dos objetivos elencados acima também são possíveis. Estes projetos apontam para a sobreposição de certas linhas de pesquisa em Musicologia, portanto, são geralmente projetos mais extensos e que demandam maior conhecimento e experiência por parte do pesquisador.

Deve-se ressaltar que os objetivos aqui descritos são gerais, extremamente abrangentes, os quais apontam para uma grande diversidade de objetivos específicos dentro das diversas linhas de pesquisa em Musicologia. É justamente a definição e interconexão entre estes objetivos específicos o que caracteriza uma determinada linha de pesquisa.

3 Linhas de Pesquisa em Música

Há múltiplas linhas de pesquisa específicas dentro da Musicologia. Sua caracterização e distinção em relação às outras linhas de pesquisa varia de acordo com o aumento ou diminuição do interesse de musicólogos em seu estudo. Nesta seção, são apresentadas as principais linhas de pesquisa em Música da atualidade, com a exposição de seu foco de estudo, seus principais objetivos, materiais utilizados como suporte/evidência/fonte para a pesquisa e os principais desafios destas linhas no século XXI.

3.1 Musicologia histórica

Campo mais antigo dentro da Musicologia, e até o hoje maior em termos de volume de produção acadêmica. Possui tamanha importância que muitos profissionais consideram Musicologia e Musicologia Histórica como sinônimos. Seu foco de estudo é principalmente a música ocidental erudita, ou seja, a música de concerto de tradição europeia.

Os principais objetivos da Musicologia Histórica são:

- A busca por relações causais nos processos históricos;
- A documentação da vida e obra de compositores, incluindo a identificação de influências artísticas;
- O processo de sedimentação e de transformação dos estilos musicais;
- O contexto social dos compositores e das obras musicais em suas épocas;
- O mapeamento e a reflexão sobre as mudanças de entendimento sobre a Música (campo particularmente ligado à Crítica Musical – ver, por exemplo, DAHLHAUS, 1983);
- O estudo crítico de documentos históricos (utilizado, por exemplo para a publicação de edições críticas de obras musicais – Ex.: edições Urtext).

Os principais materiais utilizados nas pesquisas desenvolvidas dentro da Musicologia Histórica são os documentos históricos, tanto registros estritamente musicais (como manuscritos ou edições de partituras), quanto registros diversos

sobre atividades musicais (contratos, recibos de pagamento, representações pictóricas de apresentações e/ou instrumentos musicais) e/ou registros sobre as opiniões de época sobre obras e/ou atividades musicais (críticas em jornais de concertos, livros sobre Música, cartas e diários).

Para o século XXI, a Musicologia Histórica enfrenta uma série de desafios, dentre os quais destacamos:

- A quebra do culto ao “gênio” e aos “grandes compositores” (ver WEBER, 1999), expandindo o número de pesquisas dedicadas a compositores menos conhecidos/estabelecidos;
- A quebra do culto às grandes culturas musicais europeias (Alemanha, França e Itália), de modo a aumentar substancialmente o volume de pesquisas sobre a cultura musical de outros países (por exemplo, Brasil);
- A incorporação do registro em áudio/vídeo da performance musical como documento histórico (grande novidade tecnológica do século XX e que é pouco explorada mesmo pelas pesquisas mais atuais, ainda extremamente centradas em registros textuais);
- A avaliação das novas abordagens de pesquisa (oriundas de Estudos Culturais, Estudos de Gênero, Ciências Sociais) adotadas no início do século XXI, as quais trazem uma postura mais crítica (e principalmente relativa) diante dos fatos históricos (ver, por exemplo, McCLARY, 1991).

3.2 Etnomusicologia

A Etnomusicologia também é um campo antigo dentro da Musicologia, cujo foco é o estudo das tradições musicais folclóricas diversas (fruto principalmente de tradições orais), assim como as práticas musicais de culturas não-ocidentais (africanas, asiáticas, indo-americanas, entre outras). Em certo sentido, a Etnomusicologia pode ser vista como disciplina complementar à Musicologia Histórica, uma vez que ambas são necessárias para a criação de um retrato completo do processo histórico das práticas musicais da Humanidade (um dos

objetivos máximos da Musicologia). Contudo, as disciplinas apresentam diferenças substanciais entre si.

Os principais objetivos da Etnomusicologia são:

- O mapeamento comparativo das práticas musicais nas diferentes culturas humanas (Musicologia Comparativa);
- A busca por padrões gerais dentre as diferentes práticas musicais (Ex.: busca por Universais dentro da Antropologia Cultural);
- O estudo e compreensão do papel exercido pela atividade musical nas diferentes sociedades humanas (Sociomusicologia);
- O registro e a documentação das práticas musicais/sonoras de diferentes culturas (por meio de registros de áudio, vídeo, assim como de transcrições diversas), muito importante especialmente quando há risco de extinção da cultura pesquisada;
- A contextualização da prática musical em uma determinada cultura (Ex.: sua relação com a linguagem, os rituais e outros aspectos de uma comunidade – ver AGAWU, 1995).

Os principais materiais utilizados como base para pesquisas em Etnomusicologia são registros *in loco*, como gravações de áudio, transcrições, realização de entrevistas e aplicação de questionários. Deste modo, deve-se destacar que a Etnomusicologia tem como objeto de estudo a matéria sonora (Ex.: instrumentos, intervalos, escalas, padrões rítmicos) e a sua contextualização cultura enquanto fenômeno musical.

No século XXI, os principais desafios enfrentados pela Etnomusicologia são:

- A ainda presente necessidade de quebra de uma postura eurocêntrica, ou seja, da adoção dos padrões da música europeia tonal de concerto como padrão/referencial para o estudo de outras culturas musicais;
- O problema da aplicabilidade do conceito de Música para outras culturas (ver NETTL, 2005);
- A busca por novas soluções para o registro sonoro e para a realização de transcrições/análises manifestações musicais;

- A necessidade de controle do impacto do pesquisador na cultura estudada;
- A crescente conscientização quanto à necessidade de desenvolvimento de pesquisas etnomusicológicas voltadas para a cultura musical ocidental, tanto erudita quanto popular/comercial.

3.3 Música popular

Esta é uma área relativamente recente dentro da Musicologia, fruto de uma reação à falta de estudos musicológicos dedicados à música popular de viés comercial, extremamente negligenciada tanto pela Musicologia Histórica quanto pela Etnomusicologia (ao menos até as últimas décadas do século XX). Neste sentido, esta linha de pesquisa é definida sobretudo pelo repertório estudado, abarcando múltiplas abordagens metodológicas.

Os principais objetivos da pesquisa em Música Popular são similares à Musicologia Histórica:

- A documentação da vida e obra de compositores, instrumentistas, produtores e grupos/bandas, incluindo a identificação de influências artísticas;
- O processo de sedimentação e de transformação dos estilos musicais;
- O mapeamento e a reflexão sobre as mudanças de entendimento sobre a Música (campo particularmente ligado à Crítica Musical);
- O contexto social dos compositores, das obras musicais e dos diferentes estilos em suas épocas (no caso da Música Popular, há uma especial importância para a avaliação do papel exercido pelas diversas empresas que atuam no ramo musical, como gravadoras, produtoras, estações de rádio e de televisão, historicamente denominada de Indústria Cultural – ver ADORNO & HORKHEIMER, 1985);
- O estudo técnico-analítico dos processos de criação e improvisação, produção e mixagem, assim como técnicas instrumentais e vocais de performance utilizadas na música popular.

Quaisquer materiais que tragam evidências sobre o processo de criação, performance e recepção de música popular são utilizados nesta linha de pesquisa. Isto inclui registros das obras e/ou performances musicais (manuscritos, partituras editadas, arranjos, gravações em áudio, gravações multipistas, transcrições, registros em vídeo), assim como informações de cunho comercial (contratos, valores de cachê) e pessoal (cartas, entrevistas, diários), ou ainda registros sobre a sua recepção (números de venda de álbuns, críticas em jornais e revistas).

Por ser uma linha de pesquisa recente, a Música Popular ainda está no início de seu processo de crescimento em comparação a outras linhas mais estabelecidas. Neste processo, são desafios a serem enfrentados no século XXI:

- A necessidade de afirmação da área, o que demanda a construção de um diálogo efetivo com outras subáreas da Musicologia. Isto é necessário para combater o preconceito estabelecido dentro da Musicologia tradicional (dedicada à música erudita de tradição europeia) de que a música popular comercial seria um objeto de pesquisa de menor valor artístico e, portanto, de pouco interesse acadêmico (sobre este ponto, destaca-se a incorporação de diversas referências da música popular comercial à nova edição do livro *A History of Western Music*: BURKHOLDER, GROUT & PALISCA, 2019);
- O aprimoramento das atuais metodologias de pesquisa às características específicas da música popular, incluindo a necessidade de desenvolvimento de conceitos teóricos específicos (um problema comum a toda linha de pesquisa dedicada a práticas musicais que, em maior ou menor medida, não se restringem aos padrões herdados da música tonal – ver, por exemplo, SOLOMOS, 2013);
- A diluição, cada vez mais notória, das fronteiras entre música erudita e música popular/comercial, por um lado, e o aumento, por outro lado, da distinção entre gêneros clássicos e gêneros contemporâneos/experimentais (ver KOPPERS, 2008).

3.4 Estética musical

Esta é uma linha de pesquisa estabelecida originalmente dentro da Filosofia, adentrando o âmbito da Musicologia sobretudo a partir do final do século XIX. Seu foco principal é o estudo da Música enquanto forma de Arte, uma perspectiva nascida dentro da cultura ocidental e cristã e, portanto, aplicável sobretudo a obras musicais compostas dentro da tradição europeia da música de concerto (ver FUBINI, 2008).

Por conta de sua origem, a Estética Musical herda da filosofia muito de sua metodologia e de seus objetivos, dentre os quais destacam-se:

- A reflexão filosófica sobre a natureza da Música e sobre os efeitos que ela exerce sobre o homem. Neste quesito, adquire proeminência a reflexão sobre conceitos como Beleza, Sublime, Expressividade, experiência estética, significado/sentido musical e julgamento estético;
- A reflexão sobre a relação da Música com outras formas de Arte;
- O mapeamento e a reflexão sobre as transformações históricas do pensamento estético musical (campo próximo à Musicologia Histórica e diretamente ligado à Crítica Musical);

As pesquisas em Estética Musical adotam como materiais principais textos sobre estética musical (sobretudo aqueles com uma abordagem filosófica sobre o tema), assim como análises e críticas de obras musicais. Frequentemente, o próprio pesquisador realiza também reflexões critico-estéticas próprias, feitas pelo estudo de determinadas obras musicais (utilizando como referência as partituras editadas).

A adoção de uma abordagem filosófica faz do campo da Estética Musical uma área chave dentro da Musicologia, contribuindo para uma reflexão sistemática e profunda sobre os preceitos básicos utilizados por muitos pesquisadores como base para avaliações de juízo sobre obras musicais. Dentro desta perspectiva, são desafios da Estética Musical no século XXI:

- Diluir o conflito entre o ideal de construção de uma perspectiva universal sobre a Música e a adoção de conceitos basilares retirados da tradição

musical europeia (problema particularmente importante no contexto do século XXI, por conta do processo de Globalização);

- Dirimir o conflito primordial da área, que consiste na busca pelo delineamento de critérios e valores universais para compreender a experiência estética, sendo que as obras musicais são produtos culturais, ou seja, objetos criados a partir de valores e critérios historicamente mutáveis, portanto relativos;
- Expandir o papel exercido pela Estética Musical no âmbito da Filosofia da Música. Para isso, é necessário maior diálogo de pesquisadores ligados à Estética Musical com pesquisadores de outras linhas dentro da Musicologia;
- Lidar com a expansão (e mesmo a desconstrução) do conceito de Música e outros princípios estéticos dentro do universo musical contemporâneo (como ilustração deste ponto, recomenda-se a leitura de NASCIMENTO, 2011).

3.5 Teoria e análise musical

Embora distintas, as linhas de Teoria Musical e de Análise Musical partilham muitas semelhanças, de modo que diversos pesquisadores são efetivamente especialistas em ambos os campos. O foco desta linha de pesquisa é o estudo e o desenvolvimento de conceitos de base para a descrição e compreensão técnica do fenômeno musical. Neste sentido, esta linha fornece subsídios conceituais de grande importância para as demais linhas de pesquisa em Musicologia.

Os principais objetivos da Teoria e Análise Musical são:

- A proposição e o aprimoramento de conceitos basilares para o pensamento musical (por exemplo, sistemas de notação, sistemas de afinação, intervalos musicais, proporções rítmicas, entre outros);
- A proposição de generalizações sobre a organização musical a partir de dados obtidos por meio do estudo/análise de diversas obras musicais;

- A proposição de critérios para a segmentação da obra musical em elementos componentes (por exemplo, frases, motivos e formas musicais);
- A proposição de modelos teóricos para a explanação da sensação de unidade/coerência/sentido musical (campo que se aproxima da Estética Musical, mas que aqui possui como foco a descrição técnica da materialidade sonora).

Historicamente, os principais materiais utilizados por esta linha de pesquisa são textos que explicam e descrevem as técnicas, materiais e/ou modelos compostoriais utilizados em diferentes períodos históricos. Mais recentemente, com o estabelecimento da Análise Musical na chegada ao século XX, textos dedicados à proposição de teorias analíticas também passaram a ser importantes materiais de referência. Além disso, são também materiais básicos os diversos registros de obras musicais, como partituras e gravações de áudio.

No século XXI, os principais desafios da Teoria e Análise Musical são:

- Extrapolar os preceitos teóricos desenvolvidos para a composição de obras tonais, aumentando a capacidade de compreensão técnica sobre todos os tipos de obras musicais (para exemplos de novas propostas analíticas, ver COOK, 1987);
- A necessidade de desenvolvimento de novos conceitos e modelos teóricos, sobretudo em relação à música contemporânea (como exemplo do desenvolvimento de um novo referencial teórico, criado especificamente para a Música Eletroacústica, ver SCHAEFFER, 1966);
- A demanda crescente pelo aprimoramento e aplicação de abordagens quantitativas (por exemplo, análise estilística – para ilustração, ver JEPPESEN, 1970);
- O desenvolvimento de novos meios para conciliar a análise técnica (cujo foco está na objetividade factual) à interpretação contextualizada (cujo foco está na subjetividade interpretativa do analista) de uma obra musical (que é por natureza um produto cultural).

3.6 Musicologia sistemática

O termo Musicologia Sistemática é um termo geral que engloba diversas linhas de pesquisa distintas, cujo foco em comum é o estudo empírico-científico da Música em seu sentido mais geral. As pesquisas em Musicologia Sistemática são eminentemente interdisciplinares e seguem metodologias muito próximas àquelas adotadas nas chamadas “ciências duras”. O campo cresceu principalmente na segunda metade do século XX, impulsionado pelo interesse de pesquisadores de áreas diversas (como Psicologia, Ciências Cognitivas e Ciências da Computação) no estudo de diversos aspectos da Música (para maiores informações, ver PARNCUTT, 2007).

Por abranger diversas linhas de pesquisa distintas, os objetivos da Musicologia Sistemática são bastante diversificados. Dentre os principais, destacam-se:

- O estudo dos processos perceptivo-cognitivos relativos à criação, performance, audição e compreensão de obras musicais (encontrado em pesquisas sobre Cognição Musical, Psicologia da Música e Psicoacústica);
- O estudo específico sobre os processos cognitivo-neurológicos (inatos e/ou aprendidos) relativos à percepção e compreensão dos diversos parâmetros sonoro-musicais (com destaque para o processamento de alturas, presente nos estudos sobre Ouvido Absoluto e Ouvido Relativo – ver GERMANO, 2018);
- O estudo comparativo dos processos cognitivos relativos à Música e a outros domínios (como processamento de imagens e da linguagem falada e escrita);
- O estudo do processo evolutivo da habilidade musical humana (objetivo particular da Biomusicologia – ver WALLIN, MERKER, BROWN, 1999), incluindo também o estudo de precursores cognitivos do processamento sonoro-musical em outras espécies (Zoomusicologia);
- O estudo dos efeitos da Música sobre o homem e de suas potenciais aplicações terapêuticas (objetivo da Musicoterapia).

A extração de dados empíricos objetivos é essencial para a Musicologia Sistemática. Sua metodologia envolve principalmente a realização de experimentos auditivos e o levantamento de dados quantitativos a partir de tabelas de respostas, questionários, EEGs, MRI e/ou fMRI. Outra estratégia importante para a área consiste na realização de simulações ou modelagens em computadores de modelos teórico-hipotéticos sobre a cognição musical (presentes em pesquisa que utilizam redes neurais e inteligência artificial). Além disso, a metodologia empírico-científica adotada pela área demanda a análise estatística dos dados coletados.

Neste início do século XXI, as pesquisas em Musicologia Sistemática continuam a aumentar. Contudo, há alguns desafios importantes a serem enfrentados:

- A necessidade de aumento do diálogo com outras linhas de pesquisa dentro da Musicologia, especialmente em relação à Teoria e Análise Musical, pois ambas estudam princípios gerais relativos à compreensão musical;
- A necessidade específica de difusão de seus objetivos e metodologias, de modo a diminuir o atrito (conceitual e metodológico) com outros ramos da Musicologia (problema especialmente presente no fato de que a maior parte das linhas de pesquisa em Musicologia abordam a obra musical em toda a sua complexidade sonora e/ou cultural, enquanto as pesquisas em Musicologia Sistemática buscam reduzir e controlar as variáveis experimentais, fragmentando a experiência musical em componentes mais simples).

3.7 Tecnologia musical

A Tecnologia Musical é uma linha de pesquisa geral e interdisciplinar, que abrange pesquisadores de áreas muito distintas entre si. Seu foco comum consiste no desenvolvimento de novos equipamentos e de novas tecnologias com aplicações musicais para a composição, performance, notação, gravação, reprodução, análise, edição, manipulação de obras e/ou excertos musicais.

Seus principais objetivos são:

- O desenvolvimento de instrumentos musicais, sejam novos instrumentos (como sintetizadores) ou a expansão de instrumentos existentes (como no caso de hiperinstrumentos – ver MACHOVER, 2004);
- O desenvolvimento de equipamentos e técnicas de gravação, registro, armazenamento, manipulação e análise de dados de áudio;
- O desenvolvimento de hardwares e softwares especializados, voltados para a criação e produção musical profissional (direcionados, por exemplo, à Música Eletroacústica);
- O desenvolvimento de tecnologias que facilitem o acesso do público leigo ao fazer musical (presentes, por exemplo, em instalações sonoras);
- O desenvolvimento de pesquisas sobre o Inteligência Artificial e processamento musical (criação, performance e recepção – para uma perspectiva geral, ver MIRANDA, 2010).

As pesquisas em Tecnologia Musical podem focar tanto em materiais físicos (como circuitos elétrico-eletrônicos), quanto em materiais virtuais (programação de softwares). Suas inovações não apenas expandem e aprimoram o fazer e a experiência musical, como também trazem novas ferramentas para as outras linhas de pesquisa em Musicologia (com especial destaque para os desenvolvimentos em Inteligência Artificial).

No século XXI, com a expansão da computação e da internet, os desafios desta linha de pesquisa são:

- Expandir as formas de financiamento: as pesquisas com tecnologia de ponta dependem de um volume considerável de recursos, mas o potencial comercial das tecnologias musicais não é tão grande quando comparado a outras áreas. Este é um fator particularmente importante quando consideramos que muitas das pesquisas mais importantes a longo prazo em Tecnologia Musical ou não possuem fins lucrativos, ou são pesquisa de base (ou seja, almejam apenas a expansão do conhecimento tecnológico);

- Continuar a expandir as fronteiras tecnológicas, especialmente quanto ao enorme potencial (ainda pouco explorado) de tecnologias musicais com aplicações terapêuticas e/ou pedagógicas;
- Aprimorar a capacidade de desenvolvimento de projetos de longa duração, superando as dificuldades relativas não apenas à questão do financiamento, mas também à criação de uma equipe interdisciplinar por toda a duração do projeto (um problema particularmente presente no Brasil).

3.8 Performance musical (práticas interpretativas)

A linha de pesquisa em Performance Musical tomou forma ao final do século XX e continuar a crescer neste início do século XXI. Seu foco principal consiste no estudo dos diversos aspectos relativos à performance musical, seja ela instrumental ou vocal.

Os principais objetivos da pesquisa em Performance Musical são:

- O estudo das relações entre a partitura (representação visual da obra musical) e sua materialização sonora por meio da performance musical (englobando tanto as práticas performáticas ocidentais da música erudita quanto da música popular);
- O estudo e o aprimoramento das técnicas gestuais-corporais envolvidas na performance musical;
- O estudo das estratégias interpretativas utilizadas para a construção de uma performance (por exemplo, como o performer lida com a abertura interpretativa em relação a parâmetros/aspectos que não se encontram totalmente definidos pela partitura – ver CLARKE & COOK, 2004);
- O estudo das (e conscientização sobre) as tradições/estilos de performance musical (como no caso, por exemplo, das performances historicamente informadas – ver LAWSON & STOWELL, 2004);

- O desenvolvimento de estratégias para a resolução de dificuldades encontradas na performance, relativas tanto a questões físicas quanto psicológicas;
- A documentação e a autorreflexão sobre o desenvolvimento de performances específicas (*artistic research*).

Quaisquer dados relativos à performance são relevantes para esta linha de pesquisa, incluindo gravações de áudio e/ou vídeo, registros das ações performáticas (por meio de controladores MIDI, captura de imagens, ou sensores de movimentos), assim outros documentos que contenham informações sobre o processo de criação de uma performance (anotações pessoais, questionários, diários, entrevistas, entre outros). Também são muito importantes materiais relativos ao ensino da performance, como livros e manuais, ou ainda registros de aulas (anotações textuais, gravações em áudio e vídeo).

Por se tratar de uma linha ainda recente, são desafios da Performance Musical no século XXI:

- Aumentar o volume de pesquisas na área;
- A adoção de metodologias quantitativas, incluindo análises estatísticas (componente essencial para a generalização de resultados);
- Expandir o foco de pesquisa atual, demasiadamente centrado na música de concerto de tradição europeia: para que se construa uma visão global sobre a performance, é necessário aumentar o número de pesquisas sobre a performance na música popular, onde há grande liberdade do intérprete em relação à partitura;
- Expandir a discussão sobre a performance musical como produto de pesquisa científica (*practice-as-research*), ou seja, se o resultado final de uma pesquisa acadêmico-científica em Música pode ser uma manifestação artística. Tópico extremamente polêmico, mesmo entre músicos profissionais, pois a pesquisa acadêmica tradicionalmente demanda a apresentação e discussão de seus resultados por meio da linguagem verbal (para maiores considerações, ver DOĞANTAN-DACK, 2015).

3.9 Composição musical

Embora partilhe muitas semelhanças com a Performance Musical, a linha de pesquisa em Composição Musical se estabeleceu plenamente ainda no século XX. Seu foco de pesquisa consiste no estudo dos diversos aspectos relativos à criação musical.

Os principais objetivos da pesquisa em Composição Musical são:

- O estudo das estratégias utilizadas no processo de criação musical em seus mais diversos níveis (composição, arranjo, improvisação, transcrição, instrumentação/orquestração);
- O estudo do impacto exercido pelos diferentes tipos de suporte no processo composicional, como papel, computador ou instrumentos musicais (incluem-se também reflexões sobre o impacto exercido pelos sistemas notação/representação musical utilizados – ver, por exemplo, ZAMPRONHA, 2000);
- O estudo e o desenvolvimento de novos elementos musicais (como técnicas compostoriais, materiais sonoros, formas musicais e propostas estético-poéticas);
- A exploração do potencial criativo de novas tecnologias, incluindo o estímulo ao desenvolvimento seu desenvolvimento (muito comum, por exemplo, na Música Eletroacústica);
- A documentação e a autorreflexão sobre o desenvolvimento de composições específicas (*artistic research*).

Quaisquer dados sobre o processo de criação musical são pertinentes para esta linha de pesquisa, incluindo os registros da obra finalizada (registros visuais e/ou sonoros, como partituras e gravações), registros sobre as etapas iniciais e intermediárias do processo criativo (rascunhos e esboços), assim como registros diretos e indiretos de momentos do processo criativo (como questionários, entrevistas, ou ainda EEGS e fMRI). Também são muito importantes materiais que abordam questões técnicas e estéticas relativas à prática compostorial, como livros e manuais, ou registros de aulas (anotações textuais, gravações em áudio e vídeo).

Por fim, a pesquisa em Composição Musical também pode se utilizar de simulações computacionais do processo criativo.

No século XXI, as pesquisas em Composição Musical apresentam um enfoque cada vez mais prático. Deste modo, seus principais desafios são:

- A necessidade de autoafirmação em relação às outras linhas de pesquisa em Musicologia, sobretudo por conta da natureza especulativo-propositiva (muitas pesquisas em Composição Musical são pesquisas ativas, ou seja, almejam modificar/direcionar a cultura musical – ver FERNEYHOUGH, 1998);
- Romper a hegemonia de determinados preceitos estéticos e técnicos para o desenvolvimento da área;
- Aumentar o volume de pesquisas dedicadas às demais atividades criativas (com especial destaque à necessidade de mais estudo sobre a improvisação);
- Expandir a discussão sobre a composição/criação musical como produto de pesquisa científica (*practice-as-research*), ou seja, se o resultado final de uma pesquisa acadêmico-científica em Música pode ser uma manifestação artística. Tópico extremamente polêmico, mesmo entre músicos profissionais, pois a pesquisa acadêmica tradicionalmente demanda a apresentação e discussão de seus resultados por meio da linguagem verbal;
- Extrapolar os resultados com a autorreflexão sobre o processo composicional, de modo a buscar conexões com os resultados de outras pesquisas e, consequentemente, traçar generalizações a partir das experiências e proposições individuais relatadas.

3.10 Educação musical

Embora seja uma atividade muito antiga, foi no século XX que o ensino musical passou por grandes transformações, ocasionadas sobretudo pelo desenvolvimento de uma múltiplas propostas para despertar a sensibilidade e a

criatividade musical dos estudantes (para mais informações, ver FONTERRADA, 2008). O foco principal das pesquisas em Educação Musical é estudar os diversos aspectos relativos ao processo de ensino-aprendizagem musical, considerando-se tanto as estratégias pedagógicas adotadas pelo professor, quanto os processos de aprendizagem utilizados (conscientemente ou inconscientemente) pelos alunos.

São objetivos da Educação Musical:

- O estudo dos processos utilizados nos diferentes estágios da aprendizagem musical em diversos domínios (motor, cognitivo, afetivo);
- O estudo e o desenvolvimento de estratégias e métodos de ensino musical nos diferentes níveis de formação (musicalização infantil, ensino técnico e ensino superior);
- O estudo e a reflexão sobre as estratégias de ensino nas diferentes especialidades musicais, como performance ou composição (ver LIMA, 1999);
- A reflexão sobre o impacto exercido pelos diferentes materiais e repertórios musicais utilizados pelo professor no processo de ensino-aprendizagem (os quais influenciam e direcionam o processo de aculturação musical do aluno).

A pesquisa em Educação Musical se utiliza de diversos de materiais, especialmente textos teóricos dedicados à apresentação de métodos e estratégias de ensino-aprendizagem. Também são importantes os textos que trazem propostas teóricas e resultados de pesquisas científicas sobre os processos cognitivos envolvidos no ensino-aprendizagem, especialmente em relação às crianças e jovens. Muitas pesquisas em Educação Musical também realizam a coleta de dados antes, durante e/ou posteriormente à implementação de um determinado método/estratégia de ensino musical. Esta coleta pode ser feita por meio de questionários, entrevistas e/ou gravações em áudio/vídeo.

O século XXI, trouxe grandes transformações sociais e culturais que modificaram o panorama musical global e produziram novos desafios para a Educação Musical, dentre os quais destacam-se:

- A necessidade de encontrar novas formas de equilibrar a transmissão de conhecimentos e o estímulo à criatividade: não basta estimular a criatividade, também é necessário que o aluno adquira fluência no uso de conhecimentos culturalmente estabelecidos;
- Diminuir a forte dependência de preceitos teóricos e estéticos advindos da tradição tonal europeia, sobretudo quando se avaliam as diversas manifestações musicais (modais, atonais, pós-tonais) que fazem parte da cultura contemporânea ocidental;
- Buscar novas ferramentas que se mostrem adequadas ao ensino de valores e conceitos musicais característicos da música atual (ver LANDY, HALL & UWINS, 2013);
- Estudar e justificar a importância do estudo musical na formação geral do indivíduo: é um fenômeno global a diminuição do espaço dedicado ao ensino musical das grades curriculares de diversos países.

4 Considerações finais

Conforme apontado ao início do texto, embora cada linha de pesquisa apresente características específicas, há elementos gerais que as unem dentro do escopo geral da Musicologia. Assim, para finalizar os apontamentos realizados neste texto, serão apresentados nesta seção final os principais desafios da Musicologia no século XXI. Os desafios elencados levam em consideração diversos fatores, tais como: a expansão do número de cursos superiores de Música; a expansão dos programas de pós-graduação em Música; o aumento do nível técnico e intelectual esperado dos projetos de pesquisa em Música; o grande aumento da competitividade por verbas de fomento à pesquisa; o amadurecimento da área, advindo do acúmulo de pesquisas nas diversas subáreas da Musicologia; a cobrança crescente por projetos interdisciplinares, os quais demandam capacidade de diálogo (principalmente em termos metodológicos) com outras áreas do conhecimento.

Dentre os desafios da Musicologia no século XXI, merece destaque a demanda pela adoção de metodologias de pesquisa aos moldes das ciências duras, ou seja, com viés quantitativo-objetivo. Esta foi uma cobrança constante durante o século XX, impulsionando o desenvolvimento de pesquisas que exerceram grande influência em determinadas subáreas da Musicologia, especialmente no âmbito da Análise Musical. Contudo, esta cobrança provocou uma forte reação de uma parcela significativa dos musicólogos, que defenderam a importância da adoção de abordagens qualitativas e do uso do insight pessoal do pesquisador (fruto de sua expertise intelectual e artística). Apesar da indiscutível importância das abordagens qualitativas em Música e da impossibilidade de uma total objetividade por parte do pesquisador em diversas áreas da Musicologia, há atualmente uma resistência exacerbada por parte de muitos pesquisadores.

Em primeiro lugar, os resultados de pesquisas quantitativas ligadas à Musicologia Sistemática, e em especial aqueles advindos das Ciências Cognitivas, vêm exercendo influência cada vez maior em diferentes campos da Musicologia, mostrando a relevância de pesquisas quantitativas na expansão de nossos conhecimentos sobre Música.

Em segundo lugar, apesar do aumento significativo no volume de trabalhos acadêmicos em Musicologia, diversas subáreas continuam a desenvolver predominantemente pesquisas de natureza exploratória, as quais normalmente realizadas quando há pouca informação sobre o objeto de pesquisa. Esta crítica é particularmente importante para as Práticas Performáticas e para a Educação Musical (ver ALVES-MAZZOTTI, 2006). Neste caso, o problema não está na pesquisa vista isoladamente, mas na falta de cobrança da subárea quanto à construção de um diálogo dos resultados obtidos em diferentes pesquisas. De um modo geral, toda a Musicologia necessita de um maior número de pesquisas que busquem contextualizar criticamente os resultados obtidos com pesquisas anteriores, visando propor generalizações que possam guiar o planejamento de projetos futuros. Neste sentido, seja adotando abordagens qualitativas ou quantitativas, as futuras pesquisas devem ter como meta a aquisição de resultados com maior grau de generalidade e de intersubjetividade.

Voltando à questão das abordagens quantitativas, vale salientar que os computadores atuais possuem um enorme desempenho computacional, tornando-os ferramentas de pesquisa indispensáveis para diversas áreas. Em contrapartida, para grande parte das pesquisas em Musicologia, o computador é essencialmente supérfluo (exceto como ferramenta que facilita a edição de textos e/ou partituras). Neste sentido, cabe aos musicólogos refletir sobre o potencial ainda pouco explorado de uso do computador como ferramenta de análise de dados empíricos sobre a experiência musical.

Apesar de surpreendente, o fato elencado acima é compreensível, já que na formação de um músico profissional há pouco tempo dedicado à aquisição de conhecimentos relativos especificamente à prática científica. Deste modo, quanto mais distante de sua formação se encontra uma metodologia científica (como no caso das abordagens quantitativas e das aplicações do computador como ferramenta de análise de dados), menor a chance de que ela seja explorada.

Se a grade curricular dos cursos de Música não pode ser modificada, um caminho possível para contornar este problema é aumentar o volume de projetos interdisciplinares. Um maior diálogo entre musicólogos e pesquisadores de outras áreas irá contribuir para o crescimento intelectual da área musical, assim como auxiliará na difusão dos resultados da pesquisa em Música e, consequentemente, na identificação da relevância da expansão dos conhecimentos musicais para o cenário acadêmico atual e futuro.

A necessidade de maior diálogo se faz presente também entre as linhas de pesquisa em Musicologia. Neste caso, o maior problema é a defesa do *status quo*, ou seja, da insistência na realização de pesquisas muito similares, que repetem a mesma abordagem metodológica e focam sobre o mesmo objeto de estudo. Já mencionamos um exemplo deste tipo de comportamento logo acima, mas outro grande exemplo (e que já foi alvo de inúmeras críticas durante o século XX) corresponde à prevalência de pesquisas dedicadas à música europeia erudita tonal (geralmente focada em poucas dezenas de compositores). A manutenção deste enfoque desproporcional sobre uma única cultura musical não apenas dificulta o crescimento do conhecimento musical (que deve, obrigatoriamente, abordar práticas

musicais de todas as culturas humanas), como também se mostra um contrassenso, já que grande parte das manifestações musicais ocidentais da atualidade não se enquadra mais aos preceitos técnicos e estéticos da cultural musical clássico-romântica. Nada é mais simbólico deste abismo do que constatar que a cultura musical do século XX foi predominantemente moldada pela música popular de viés comercial, a qual ainda hoje é pouquíssimo estudada e documentada por ser considerada artisticamente inferior (portanto menos relevante academicamente) por diversos pesquisadores. Independentemente de considerações estéticas sobre estas diferentes práticas musicais, é fato que a Musicologia deve buscar conhecimento sobre as mais diversas manifestações musicais. Negligenciar o estudo de práticas e manifestações musicais que são culturalmente significativas é um contrassenso científico.

Por fim, deve ser lembrado que permanece em aberto a discussão sobre se os produtos artísticos podem ser considerados resultados válidos de pesquisas acadêmicas. A expansão dos cursos de mestrados e doutorados profissionais em diversos países, nos quais atualmente se cobra pouco ou quase nada em termos de reflexão verbal, tem gerado grandes discussões na área acadêmica. Por um lado, é extremamente importante o fato de que a difusão deste procedimento está impulsionando a reflexão intelectual sobre o fazer artístico, levando particularmente a uma valorização academicamente embasada da atividade do performer: músicos profissionais trabalham nas universidades e querem que a sua atividade principal (que é produzir música) seja reconhecida como uma atividade intelectual que gera conhecimento. Por outro lado, há uma subjetividade inerente à experiência musical, o que torna difícil a realização de uma avaliação crítica sobre a reflexão intelectual realizada por um músico tendo como base unicamente um produto artístico (por exemplo, uma performance). O problema aqui é que um componente básico da pesquisa científica é a possibilidade de se avaliar logicamente os argumentos e os métodos utilizados por um pesquisador para conectar os seus dados iniciais e os referenciais teóricos utilizados às suas conclusões finais. Quando este componente é retirado da equação, a Musicologia assume uma distância metodologicamente significa em relação às outras áreas do conhecimento humano.

Referências bibliográficas

- ADORNO, Theodore & HORKHEIMER, Max. **Dialética do Esclarecimento**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1985.
- ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith. Usos e abusos dos estudos de caso. **Cadernos de Pesquisa**, v. 36, n. 129, 2006, p. 637-651.
- AGAWU, Kofi. **African Rhythm**: A Northern Ewe Perspective. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- BURKHOLDER, J. Peter, GROUT, Donald & PALISCA, Claude. **A History of Western Music** (10th edition). New York: W. W. Norton & Company, 2019.
- CLARKE, Eric, & COOK, Nicholas (Eds.). **Empirical Musicology**: aims, methods, prospects. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- COOK, Nicholas. **A Guide to Musical Analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- DAHLHAUS, Carl. **Foundations of Music History**. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- DOĞANTAN-DACK, Mine (Ed.). **Artistic Practice as Research in Music**: Theory, Criticism, Practice. Surrey: Ashgate, 2015.
- DUCKLES, Vincent, et al. "Musicology". **Grove Music Online**. Oxford University Press, 2014. Acessado em 20/10/2019.
- FERNEYHOUGH, Brian. **Collected Writings**. New York: Routledge, 1998.
- FONTERRADA, Marisa Trench de Oliveira. **De Tramas e Fios**: um ensaio sobre música e educação (2^a edição). São Paulo: Editora UNESP, 2008.
- FUBINI, Enrico. **Estética da Música**. Lisboa: Edições 70, 2008
- GERMANO, Nayana. **Ouvido Absoluto e Ouvido Relativo**: um estudo psicométrico dos traços latentes. Tese (Doutorado em Música) – Instituto de Artes da UNESP. São Paulo, 2018.
- JEPPESEN, Knud. **The Style of Palestrina and the Dissonance**. New York: Dover Publications, 1970.
- KERMAN, Joseph. **Contemplating Music: Challenges to Musicology**. Cambridge: Harvard University Press, 1985.
- KOPPERS, Mario. Information theory: a measure of the popularity of music. **Ars Nova**, v. 28, n. 1, 1996, p. 66-78.

LANDY, Leigh; HALL, Richard & UWINS, Mike. Widening Participation in Electroacoustic Music: The EARS 2 pedagogical initiatives. **Organised Sounds**, v. 18, special issue 2, 2013, p. 108-123.

LAWSON, Colin & STOWELL, Robin. **The Historical Performance of Music**: An Introduction. New York: Cambridge University Press, 2004.

LIMA, Paulo Costa. **Ernst Widmer e o Ensino de Composição Musical na Bahia**. Salvador: COPENE, 1999.

MACHOVER, Tod. Shaping Minds Musically. **B T Technology Journal**, v. 22, n. 4, 2004, p. 171-179.

McCLARY, Susan. **Feminine Endings**: music, gender and sexuality. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1991.

MIRANDA, Eduardo Reck (Ed.). **Readings in Music and Artificial Intelligence**. New York: Routledge, 2010.

MUGGLESTONE, Erica. Guido Adler's The Scope, Method and Aim of Musicology (1885): an english translation with an historico-analytical commentary. **Yearbook for Traditional Music**, v. 13, 1981, p. 1-21.

NASCIMENTO, João Paulo Costa do Nascimento. **Abordagens do Pós-Moderno em Música**: a incredulidade nas metanarrativas e o saber musical contemporâneo. São Paulo: Editora UNESP, 2011.

NETTL, Bruno. **The Study of Ethnomusicology**: thirty-one issues and concepts (new edition). Chicago: University of Illinois Press, 2005.

PARNITT, Richard. Systematic Musicology and the History and Future of Western Musical Scholarship. **Journal of Interdisciplinary Music Studies**, v. 1, n. 1, 2007, p. 1-32.

SCHAEFFER, Pierre. **Traité des Objets Musicaux**: Essais Interdisciplines (Nouvelle édition). Paris: Seuil, 1966.

SOLOMOS, Makis. **De la Musique au Son**: L'émergence du son dans la musique des XX^e-XXI^e siècles. Rennes: Presses Universitaires des Rennes, 2013.

WALLIN, Nils; MERKER, Björn & BROWN, Steven (Eds.). **The Origins of Music**. Massachusetts: MIT Press, 1999.

WEBER, William. The History of Musical Canon. In: COOK, Nicholas & EVERIST, Mark. **Rethinking Music**. Oxford: Oxford University Press, 1999, p. 336-355.

ZAMPRONHA, Edson S. **Notação, Representação e Composição**: um novo paradigma da escritura musical. São Paulo: Annablume, 2000.

Emprego de ultrassom e micro-ondas para a valorização de resíduos lignocelulósicos: tecnologias disruptivas para uma nova indústria de processos químicos

Cezar Augusto Bazzi

Departamento de Química

Resumo

A química é a ciência que busca compreender a matéria em seus aspectos compostacionais, organizacionais e energéticos. A partir dessa compreensão é possível manipular a matéria, para melhor atender as necessidades da sociedade. Historicamente, as civilizações têm feito isso para produzir energia, polímeros, alimentos, medicamentos, dentre uma infinidade de produtos utilizados em nosso dia-a-dia. Quando esses materiais passam a serem produzidos em grande escala, um processo industrial entra em ação. Desde o surgimento dos primeiros processos considerados industriais, no século XVIII, temos observado uma mudança em nossos padrões de produção e, principalmente, de consumo. De um ponto de vista positivista, essas mudanças podem ser consideradas como uma das principais causadoras dos avanços tecnológicos, os quais serviram para alavancar o desenvolvimento e permitir que chegássemos ao grau evolutivo que nos encontramos. No entanto, também percebemos que a produção desenfreada e irresponsável de bens materiais tem causado impactos ambientais sem precedentes. Como resposta a esse movimento aparentemente descontrolado, podemos observar que os processos indústrias tendem a migrar para rumos que, além de atenderem as atuais demandas da população, também busquem amenizar possíveis impactos ambientais. Estamos gradativamente evoluindo de um modelo industrial clássico, do tipo linear (*take, make and dispose*), para um sistema do tipo circular (*circular economy*). Esse último faz uso de conceitos de intensificação de processos, uso de resíduos agroindustriais como fonte de matéria-prima, emprego de tecnologias disruptivas e, cada vez mais importante, baseado em processos que sejam

ambientalmente amigáveis (ou com apreciável redução nos impactos ao meio ambiente). Nesse sentido, o presente texto busca apresentar algumas alternativas que a indústria química vem utilizando para atender aos atuais padrões de desenvolvimento mais sustentáveis. Dentre essas tecnologias, entendidas como disruptivas, tem-se os processos baseados em energias de ultrassom e radiação micro-ondas, para valorização de resíduos, viabilizando processos em consonância com os preceitos de economia circular.

1. Aspectos básicos da indústria de processos químico

1.1. A revolução e o crescimento da indústria

A indústria, no desenvolvimento de seus respectivos processos, busca a conversão de substâncias consideradas inservíveis aos propósitos sociais em produtos úteis às nossas demandas. Desde o advento da primeira revolução industrial (século XVIII), os processos industriais contribuíram para moldar a civilização moderna. Um aspecto interessante a ser debatido, cuja conclusão depende da interpretação de cada um, é o fato de que não se pode afirmar se as revoluções nos processos industriais foram acontecendo como consequência das mudanças nos padrões comportamentais e de consumo da população, ou se a indústria, ao se modernizar, passou a determinar como a sociedade consumiria e, por consequência, evoluiria. De um uma forma geral, as revoluções industriais representaram a substituição gradativa da energia humana e animal (processos bioquímicos de conversão de energia; ex.: rotas bioquímicas de produção de energia pela alimentação humana ou animal) por fontes de energia inanimadas (processos físico-químicos de conversão de energia; ex.: produção de energia pela queima de carvão, eletricidade, etc.), com um significativo aumento de eficiência em certos processos. Enquanto a Primeira Revolução Industrial foi marcada pela energia proveniente de máquinas a vapor (queima do carvão) e no crescimento da Indústria do Ferro, a Segunda Revolução Industrial (segunda metade do século XIX) foi marcada pelo uso da eletricidade e pelo surgimento da Indústria do Aço. É nessa mesma época que a Indústria Química começa a contribuir de forma significativa para o avanço tecnológico, principalmente

devido a descobertas que permitiram o desenvolvimento das indústrias de petróleo e petroquímica, plásticos, fármacos, adubos, tinturas, explosivos, papel, cimento, placas fotográficas e fibras artificiais. Essa fase de ascensão da Indústria Química possui uma outra característica marcante na história da humanidade: o uso intenso da ciência e de laboratórios de pesquisa para viabilizar o desenvolvimento padronizado, organizado e aplicado às necessidades industriais. [1-3] Essa fase caracteriza, e exemplifica, o sinergismo entre ciência e tecnologia como forma de alavancar o desenvolvimento econômico.

Um outro aspecto interessante a ser observado é que a indústria migrou, de forma relativamente rápida e dinâmica, de um padrão de produção linear (*take, make and dispose*), o qual visava unicamente o simples aumento de escala de produtos manufaturados (ex.: 1^a Revolução Industrial), para um perfil cíclico de produção (uso de materiais recicláveis e regeneráveis). Essa mudança veio alicerçada sobre plataformas digitais e com mínima intervenção humana (período atual, 4^a Revolução Industrial: Indústria 4.0). Essas revoluções (1^a, 2^o, 3^a e 4^a Revoluções Industriais), que ocorreram em pouco mais de 200 anos, afetaram a Indústria Química e a forma como os processos químicos passaram a ser conduzidos e idealizados. [4]

1.2. A Indústria Química

A Indústria Química, por sua vez, busca transformar substâncias encontradas na natureza, ou provenientes de outros processos industriais, em produtos que atendam as nossas demandas modernas de alimentação, saúde, energia, transporte, comunicação, vestuário, etc. De uma forma geral, a Indústria Química trata das transformações químicas de matérias-primas, conduzidas em grandes escalas, em produtos com maior valor agregado e que sejam úteis à sociedade.[5,6] Como matéria-prima nesses processos de produção (síntese ou transformação físico-química), a indústria química utiliza tudo que estiver ao seu alcance, primando por processos que apresentem elevada eficiência e baixo custo. Dentre os processos mais comuns, mas com reconhecida importância para os padrões de consumo e subsistência modernos, pode-se citar as seguintes indústrias químicas: *i*) tratamento de água, *ii*) petróleo, *iii*) polímeros e petroquímica, *iv*) energia e

combustíveis, *v)* carboquímica, *vi)* cerâmica, *vii)* corantes, *viii)* perfumes, aromatizantes e aditivos alimentares, *ix)* agroquímicos, *x)* vidro, *xi)* farmacêutica, *xii)* siderúrgica, *xiii)* cimento, *xiv)* madeira, celulose e papel, *xv)* óleos e gorduras, *xvi)* sabões e detergentes, *xvii)* fermentação, dentre muitas outras.[5,6]

Ao final de um determinado processo químico tem-se o produto, o qual apresenta valor agregado e interesse social, e, inevitavelmente, o resíduo. Esse último representa todo material resultante de um processo químico que não era o produto principal do processo, podendo conter subprodutos e resquício de matéria-prima. É tratado como resíduo aquilo que não pode ser reutilizado no processo que o originou, necessitando ser descartado ou, em algumas situações, é comercializado por um baixo valor agregado. Na maioria das vezes, as indústrias precisam pagar para dar destinação correta aos resíduos gerados, já que a destinação comum, em muitos casos, não é permitida.

De uma forma geral, esse pode ser considerado um dos principais aspectos que a Indústria Química tem buscado evoluir: redução na geração de resíduos. Em alguns casos, o material considerado como resíduo em um determinado processo industrial pode servir como matéria-prima para um outro processo, minimizando a geração e o descarte de resíduos, além de viabilizar o emprego de políticas que sejam ambientalmente mais amigáveis. Nessa nova visão, as Indústrias Químicas buscam por protocolos inovadores, que permitam a readequação dos processos tradicionais, bem como a implementação de novos processos visando a redução na geração de resíduos ou a reutilização destes.

Atualmente, as Indústrias Químicas que fazem uso de matéria-prima não renovável vêm buscando alternativas mais sustentáveis. O desenvolvimento de processos químicos que permitem a substituição das tradicionais fontes de matéria-prima não renováveis (ex.: petróleo, carvão e gás natural, etc.) por fontes renováveis (ex.: biomassa lignocelulósica), também tem ganhado destacada atenção. Apesar desses novos processos ainda apresentarem o inconveniente relacionado aos elevados custos de produção, bem como alguns gargalos tecnológicos para seu amplo uso, a utilização de fontes renováveis de matéria-prima é vantajosa pois não contribuem para o aumento dos índices de emissão de CO₂ na atmosfera. Podem ser

considerados, portanto, processos ambientalmente mais amigáveis que os processos tradicionais. [7]

É com base nessa nova visão que a Indústria Química vem evoluindo. O uso de processos mais eficientes, com menos geração de resíduos e que sejam ambientalmente amigáveis tem direcionado os rumos da Nova Indústria Química.

1.3. Aspectos da Nova Indústria Química

O processo de migração da indústria considerada tradicional para uma nova indústria (em sintonia com os preceitos da Indústria 4.0) está relacionado a algumas visões alternativas a um processo industrial, tais como: *i*) emprego de processos disruptivos; *ii*) valorização dos resíduos gerados; *iii*) busca pela intensificação de processos; e, *iv*) práticas ambientalmente amigáveis. Para facilitar a compreensão de como cada um desses aspectos pode contribuir para a consolidação da Nova Indústria Química, é feita a seguir uma breve discussão acerca de cada um desses itens.

- i) Processos disruptivos:* por disruptivo podemos entender como sendo aquilo que provoca ou causa alguma disruptão (interrupção, quebra de paradigma) com padrões tradicionalmente aceitos. De uma forma geral, pode-se considerar que um processo disruptivo não esteja relacionado unicamente com a tecnologia utilizada ao longo do processo produtivo, mas como essa tecnologia é empregada. Como exemplo, pode-se citar o uso de computadores portáteis ao invés de computadores de mesa, ou até mesmo o uso de aplicativos de transporte, que vem diminuindo a demanda pelo transporte considerado convencional (táxi, ônibus, etc.). Na indústria de processos químicos, novas fontes de energia vem revolucionando as conversões de matéria-prima. Processos baseados no emprego de radiação ultravioleta, técnicas com plasma, aquecimento micro-ondas e energia ultrassônica dão um caráter moderno à Indústria Química, o que vem ganhando credibilidade em alguns setores produtivos. Com relação ao aquecimento por micro-ondas e a energia ultrassônica, mais detalhes serão apresentados na sequência desse texto.

- ii) *Intensificação de processos (PI)*: tem sido comumente mencionada como uma das estratégias de desenvolvimento mais promissoras para a indústria de processos químicos. A PI tem por objetivo uma drástica melhora de equipamentos e eficiência nos processos industriais. De uma forma mais específica, a PI busca processos que tenham a cinética reacional como única limitação do processo, sem apresentar dependência de fenômenos de transferência de massa, de calor ou de *momentum* [8]. Nos últimos 20-30 anos, a PI foi tratada pela comunidade científica como sendo de domínio de processos em média e grande escala (conceitos convencionais de transferência de massa, de calor e de *momentum*). Porém, esse tema tem sido gradativamente abordado em escalas menores (ex.: nanoescala).

É na escala de moléculas, íons, elétrons, etc. (nanoescala), de domínio da mecânica e química quântica, que são esperados os maiores avanços científicos relacionados à pesquisa básica, que poderão contribuir para a PI. Nesse sentido, alguns princípios que podem viabilizar a PI nos novos processos químicos industriais são: [9]

- a) Maximizar a efetividade dos eventos intra e intermoleculares: representa a necessidade de um controle mais eficiente nos eventos reacionais dos quais os processos industriais são dependentes, tais como, frequência de colisões, geometria de aproximação, orientação mútua das moléculas no momento da colisão, e a energia de colisão. A expectativa é que a compreensão e o domínio desses eventos, os quais podem ser elucidados por teorias cinéticas simples (ex.: Teoria Cinética das Colisões), possibilite o aumento da taxa reacional dos processos existentes e, dessa forma, permita a alteração da cinética de reação; [8]
- b) Proporcionar a cada molécula a mesma experiência reacional: viabilizar que cada componente reacional experimente os mesmos efeitos, produzindo os mesmos produtos e com mínima geração de resíduos. Além da redução do tempo de residência macroscópico, também busca uma condição de reação com micro

agitação (ex.: uso de energia ultrassom) e sem gradiente de temperatura (ex.: aquecimento volumétrico, promovido pelo emprego da radiação micro-ondas); [9]

- c) Otimização das forças que conduzem uma reação a maximizar a superfície de contato em que essas forças são aplicadas: este princípio está relacionado com a taxa de transporte através da interface de reações heterogêneas. A maximização da área interfacial pode ser obtida, por exemplo, pela redução do diâmetro de tubulações e canais, de milímetros para micrômetros (desde que não represente uma condição vulnerável de entupimento de tubulações e linhas); [9]
- d) Maximizar os efeitos sinérgicos das etapas parciais do processo: baseado no emprego de unidades de separação reativas, onde é possível deslocar o equilíbrio químico pela simples separação *in situ* dos produtos gerados. [9]

O simples reconhecimento de que a intensificação de um processo químico necessita, cada vez mais, da compreensão de fenômenos cuja ocorrência se dê em nanoscala, já representa um grande passo para o desenvolvimento de uma nova indústria química. A percepção que o controle e a manutenção de aspectos macroscópicos de transferência de massa, de calor e de *momentum* são insuficientes para práticas industriais modernas já representa um significativo avanço cognitivo. A quebra desse paradigma certamente contribuirá para alavancar o desenvolvimento tecnológico dos processos químicos industriais. [9]

- iii) *Valorização de resíduos:* esse termo faz referência ao processo de coleta e transformação de resíduos em substâncias que possam ser utilizadas, as quais deverão apresentar um valor agregado superior ao custo de energia do processo de transformação. A valorização de resíduos representa qualquer processo industrial que tenha como objetivo o reuso, a reciclagem ou a compostagem de resíduos, em produtos úteis ou como fontes de energia.

O conceito de valorização de resíduos, ao contrário da prática de “pegar, converter e descartar” (economia linear), preza por um princípio de economia circular. A indústria de processos químicos pode realizar a valorização de resíduos seguindo um, ou mais, das seguintes possibilidades: processamento de resíduos ou subprodutos para

utilização como matérias-primas; uso de produtos acabados, ou semiacabados descartados, como matéria-prima ou fonte de energia; uso de resíduos nos estágios do processo de fabricação e adição de materiais residuais em produtos acabados. Nos últimos anos, muitas indústrias de processos químicos (ex.: biocombustíveis para transporte, geração de calor e energia e produção de carvão) começaram a investir no uso de novas tecnologias, capazes de transformar materiais considerados como resíduos (sem ou baixo custo de aquisição) em produtos de alto valor agregado. [10]

Nesse contexto, pode-se destacar a crescente necessidade que as agroindústrias e indústrias de alimentos possuem de obter formas seletivas de fontes alimentares, o manejo inteligente de subprodutos, bem como a estratégia de adoção de uma biorrefinaria associada. Essas demandas, além de apresentarem sintonia com as novas exigências de uma economia circular e, dessa forma, atuarem como força motriz para novas oportunidades de negócio, também contribuem para a execução de novos protocolos em cascata e a criação de uma nova cadeia de valores. [11]

Um exemplo dessa nova cadeia de valores, como o resultado da aplicação do conceito de economia circular, onde as novas indústrias químicas buscam a mínima geração de resíduos, pode ser observada na Figura 1.

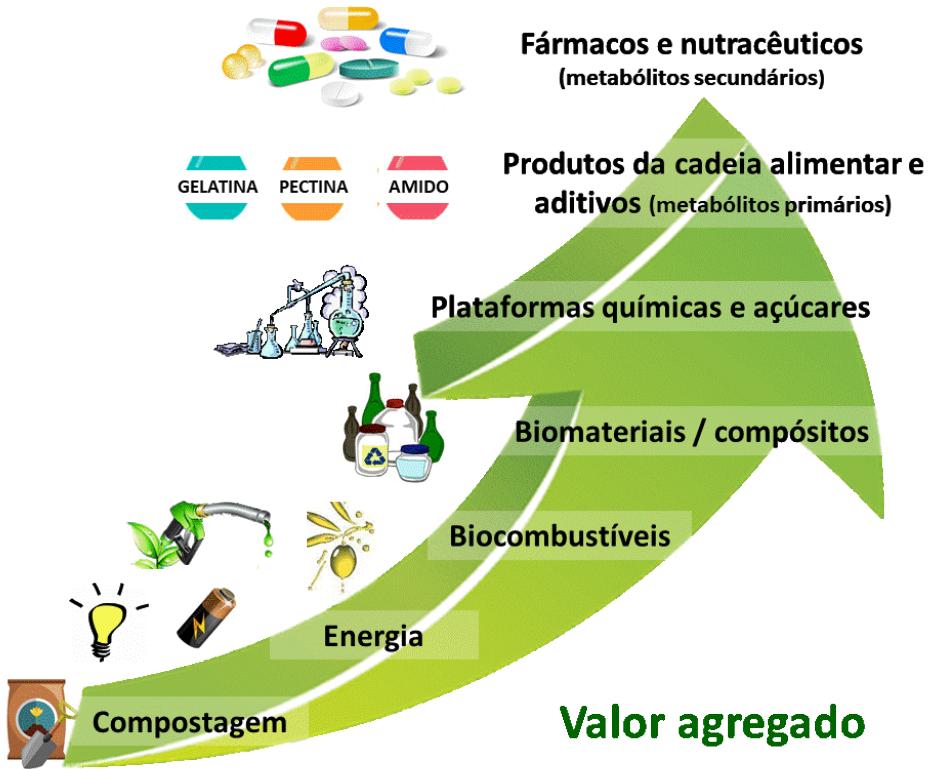


Figura 1. Representação da cadeia de valores dos produtos obtidos através da reutilização de resíduos agroindustriais e alimentares (adaptado ref. 11).

- iv) *Tecnologias ambientalmente amigáveis:* Em 2015, durante a Reunião de Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (*United Nations Sustainable Development Summit 2015*), foram estabelecidas 17 metas (Metas do Desenvolvimento Sustentável, *Sustainable Development Goals - SDGs*) que fazem parte de uma ação global visando o desenvolvimento sustentável. Essas 17 metas culminarão na “*2030 Agenda for Sustainable Development*”. O Desenvolvimento econômico sustentável faz parte da Meta 09: Industria, Inovação e Infraestrutura, com a pauta de construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável e promover a inovação. [12]

Com base nessa ação conjunta em prol do desenvolvimento sustentável, o emprego de tecnologias e processos ambientalmente amigáveis vem ganhando força. Essas tecnologias visam o controle, ou pelo menos uma drástica redução, dos impactos

ambientais negativos como resultado da ação antrópica. De uma forma geral, a adoção de processos que empreguem tecnologias ambientalmente amigáveis compreende uma mudança de comportamento que, da mesma forma como discutido nos itens anteriores, representa a migração do setor industrial de um sistema de economia linear para um sistema de economia circular. Com vistas às tecnologias que representem propostas mais sustentáveis, essa mudança de comportamento pode ser obtida pela minimização dos influxos de substâncias, redução no consumo de energia e nas emissões, reaproveitamento de subprodutos, bem como pela minimização dos problemas associados à eliminação de resíduos. [13]

2. Tecnologias disruptivas: aspectos conceituais

Conforme abordado no item anterior, processos disruptivos são caracterizados por provocarem alguma mudança em relação aos padrões tradicionalmente aceitos. A disruptão de um processo pode ser feita por uma nova tecnologia, ou pela forma como essa tecnologia é empregada. Nesse sentido, duas tecnologias serão abordadas nesse texto: aquecimento assistido por micro-ondas e energia ultrassom. A motivação de considerar o emprego dessas tecnologias como disruptivas se dá por dois aspectos principais: *i*) são tecnologias emergentes, que representam um rompimento com as formas convencionais de uso/aplicação da energia em um determinado processo que envolva uma reação química ou mudança física; *ii*) mudança na forma como essas tecnologias vem sendo utilizadas, com sistemas miniaturizados, reações em fluxo, entre outros. Na sequência desse texto, serão apresentados aspectos conceituais e algumas aplicações relacionados ao aquecimento micro-ondas e a energia ultrassom.

2.1. Radiação micro-ondas e o aquecimento dielétrico

A radiação micro-ondas é uma onda eletromagnética, sendo descrita em termos de campo elétrico e campo magnético, os quais oscilam perpendicularmente no espaço. Sua propagação, como a de qualquer outra onda eletromagnética, apresenta velocidade constante no vácuo (velocidade da luz, $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$). A energia

transportada por uma onda eletromagnética é diretamente relacionada com a frequência de oscilação dos componentes elétricos e magnéticos da onda. A radiação micro-ondas é delimitada dentro de uma faixa de frequências que varia de 300 MHz a 300 GHz, compreendendo uma quantidade de energia que varia de, aproximadamente, 2×10^{-25} a 2×10^{-22} J, respectivamente. [14-15] Apesar da faixa relativamente ampla de frequência, apenas quatro são permitidas para uso industrial, científico e doméstico: 915 ± 25 , 2450 ± 13 , 5800 ± 74 e 22125 ± 125 MHz. Os fornos de micro-ondas comerciais, fabricados para uso doméstico ou para laboratórios, empregam micro-ondas com frequência de 2450 MHz. A frequência mais utilizada em processos industriais, quando o aumento de escala é desejável, é a de 915 MHz. [16]

O que diferencia a radiação micro-ondas das demais radiações que constituem o espectro eletromagnético é o tipo de interação com a matéria, como consequência da quantidade de energia que ela transporta. A medida da interação da radiação eletromagnética com a matéria pode ser melhor elucidada pela forma como a matéria armazena a energia da onda, definida como a polarização da matéria. A polarização dielétrica (α_T) é compreendida como a habilidade de um determinado material em absorver energia da componente elétrica da onda eletromagnética, sendo o resultado do somatório das seguintes formas de polarização: polarização eletrônica (α_e), polarização atômica (α_a), polarização por orientação (α_d), e, polarização interfacial (α_i). Tendo em vista a frequência de oscilação do campo elétrico da radiação micro-ondas, as únicas formas de polarização que são observadas são a polarização por orientação (polarização dipolar) e a polarização interfacial (efeito Maxwell-Wagner) – as primeiras duas formas de polarização (α_e e α_a) passam a ser significativas somente em campos elétricos com frequências com oscilação superiores (ex.: radiação ultravioleta), com maior energia associada.[16-17] A polarização por orientação ocorre pelo rápido alinhamento de moléculas dipolares (ou compostos iônicos), em substâncias em fase líquida ou gasosa, com a componente elétrica da radiação micro-ondas. A polarização interfacial acontece em decorrência do deslocamento de elétrons livres (ou deslocalizados) presentes em materiais sólidos, resultando numa distribuição desuniforme de cargas dentro material.

Dependendo do tipo de interação que o material apresentar com a radiação micro-ondas, ele pode ser classificado como absorvente, transparente ou reflexivo, conforme descrito a seguir: [17]

- i) *Materiais absorventes*: quando um determinado material possui habilidade em absorver energia da radiação micro-ondas (fenômeno de atenuação da onda) e dissipá-la em outra forma de energia (ex.: energia térmica), esse material é classificado como absorvente (materiais dielétricos). A profundidade de penetração da onda nos materiais absorventes será finita, dependendo da frequência da radiação utilizada, bem como das propriedades dielétricas do meio. Líquidos polares, como a água e o etanol, são ótimos exemplos de materiais absorventes;
- ii) *Materiais transparentes*: são considerados transparentes aqueles materiais que não interagem com o campo elétrico da radiação micro-ondas (a radiação não é obstruída). Nesses materiais a profundidade de penetração da radiação é considerada infinita (sem atenuação da onda). São exemplos de materiais transparentes, o quartzo, o politetrafluoretileno (PTFE), o vidro, entre outros. Esses materiais são utilizados na construção de reatores e frascos de reação (permitem a passagem da onda, sem interagir com a mesma);
- iii) *Materiais reflexivos*: são os materiais que, predominantemente, refletirão a radiação eletromagnética na frequência de micro-ondas. Os materiais reflexivos apresentam penetração superficial da radiação (penetração micrométrica) e, de forma geral, não apresentam transformação satisfatória de energia (apenas a reflexão da onda, sem o fenômeno de atenuação). Os metais são exemplos de materiais reflexivos, sendo utilizados para construção de cavidades e aplicadores de micro-ondas (de forma que a radiação fique confinada no interior da cavidade/aplicador, não expondo o usuário a esse tipo de radiação).

Os materiais absorventes (dielétricos), quando irradiados pela radiação micro-ondas, podem apresentar um rápido aumento de temperatura. Além disso, dependendo do tamanho do material a ser irradiado, bem como a frequência de micro-ondas, pode-se obter uma condição de aquecimento volumétrico, onde todo material é aquecido

simultaneamente, sem a presença de gradientes de temperatura apreciáveis. Essas podem ser elencadas como as principais características que têm motivado o uso da radiação micro-ondas nos mais diversos processos químicos. A compreensão de como, e do quanto, um determinado material pode aquecer, permite avaliar a viabilidade do uso de tecnologias com base no aquecimento micro-ondas em substituição, ou complementação, à forma tradicional de aquecimento. [18]

Quando a radiação micro-ondas interage com um material dielétrico, um fenômeno de atenuação da potência incidente é observado. Nesse caso, a energia da onda vai sendo gradativamente absorvida pelo material à medida que a onda progride. A distância que uma onda percorre em um material, até que sua potência seja reduzida em 50% do valor inicial, é definida como *profundidade de penetração*. Quanto maior a frequência de micro-ondas, ou maior a polaridade de um material, menor será a profundidade de penetração. Ao se irradiar a água, por exemplo, a profundidade de penetração da radiação utilizada em fornos domésticos (2450 MHz) é de, aproximadamente, 5 cm. Se a frequência empregada for de 915 MHz (frequência de uso industrial), a profundidade de penetração na água passa a ser de, aproximadamente, 25 cm. Quanto maior a profundidade de penetração, mais uniforme será o aquecimento, mesmo para materiais de grande porte. No entanto, a taxa de aumento de temperatura será menor (aquecimento mais lento).

2.1.1. *Formas de aquecimento*

Ao se considerar materiais dielétricos, com habilidade de obstruir o campo eletromagnético na frequência de micro-ondas, a absorção de energia da onda resulta no fenômeno de polarização da matéria. Pela frequência de oscilação do campo eletromagnético e, considerando a energia que as micro-ondas transportam, os fenômenos de polarização por orientação e polarização interfacial são as formas predominantes para que a energia eletromagnética absorvida seja dissipada em outra forma de energia. A polarização por orientação representa a tendência que dipolos (em fase líquida ou gasosa) e compostos iônicos dissolvidos apresentam de buscarem orientação com a componente elétrica da radiação eletromagnética. Quando as moléculas polares buscam o alinhamento com o campo elétrico, esse

fenômeno é denominado de rotação dipolar. Na frequência de 2450 MHz, o alinhamento dos dipolos com o campo elétrico oscilante de micro-ondas é da ordem de $4,5 \times 10^{-9}$ vezes por segundo, o que pode representar uma condição de rápida dissipação de energia (na forma de calor para moléculas em meio líquido, na forma de rotação/movimento para moléculas em fase gasosa). De forma semelhante, a presença de íons dissolvidos em um determinado meio resultará na migração seletiva desses íons (migração iônica), em orientação à passagem da onda eletromagnética. A rápida inversão do campo elétrico implicará em uma mudança no sentido de movimentação dos íons, o que acarretará em um aquecimento por efeito Joule (resistência ao movimento de cargas). Ao se considerar o aquecimento de soluções (aquecimento dielétrico), uma contribuição dos dois fenômenos será responsável pela atenuação do campo eletromagnético e a consequente conversão dessa forma de energia em outra, útil a propósitos específicos (ex.: aquecimento). [14]

A outra forma de polarização que a matéria está sujeita, a interfacial, é mais significativa em materiais sólidos, condutores de eletricidade (ex.: partículas metálicas), ou que apresentem elétrons deslocalizados (ex.: materiais carbonáceos) ou, ainda, que apresentem em sua constituição, compostos com momento magnético (ferromagnéticos e/ou paramagnéticos). Nesses materiais, a passagem da onda oscilante de micro-ondas resulta na movimentação dos elétrons livres ou deslocalizados, bem como o alinhamento de compostos com momento magnético. Esses fenômenos resultam em uma perturbação da estrutura do material, levando a uma discriminação de cargas. Essa discriminação de cargas será reestabelecida pela inversão do campo eletromagnético das micro-ondas. Novamente, essa tendência em seguir a orientação do campo elétrico representa uma forma de conversão de energia (ex.: eletromagnética em calor), podendo ser útil a determinados propósitos industriais. [16-19]

Para a conversão da energia eletromagnética em calor (aquecimento dielétrico), a polarização do material deve seguir um fenômeno de relaxação. Para ambos os estados físicos dos materiais (líquidos ou sólidos), as espécies com carga ou dipolo aparente (elétrico ou magnético) não estão completamente livres para se

movimentarem. Nesse caso, a passagem da onda representa uma condição de perturbação do equilíbrio originalmente presente no material. Essa perturbação, que induz o estabelecimento de uma nova condição de equilíbrio, demanda um tempo denominado *tempo de relaxação* (τ). Se as espécies que podem interagir com o campo de micro-ondas estão completamente livres para se movimentarem e, portanto, seguirem a orientação das micro-ondas (baixo valor de τ), a energia absorvida será convertida apenas em movimento (rotação dos dipolos ou migração dos íons), sem que se observe um aumento apreciável de temperatura no material. Esse fenômeno pode ser observado ao se irradiar uma amostra em fase vapor (ex.: vapor d'água). Ao contrário, se as espécies que podem interagir com a onda de micro-ondas estiverem com pouca, ou nenhuma liberdade de movimentação (elevado valor de τ), a oscilação do campo eletromagnético será rápida demais para superar a inércia dessas espécies. Nesse caso, também não se observará nenhum aquecimento significativo, uma vez que a condição de equilíbrio inicialmente existente no material sequer será perturbada. Como exemplo de material que apresenta esse comportamento, pode-se citar o gelo, onde as moléculas de água estão presas em uma estrutura reticular, com mínima liberdade de movimentação. Uma terceira possibilidade refere-se às moléculas que apresentam um valor intermediário de τ (semelhante ao inverso da frequência angular da molécula ou composto iônico). Nesse caso, as espécies que absorvem micro-ondas encontrarão resistência em seguir a orientação do campo elétrico. Essa resistência resultará em uma defasagem na movimentação dos constituintes do material que absorvem micro-ondas em relação à oscilação do campo elétrico. Essa defasagem, fruto da resistência ao movimento, caracteriza a condição onde parte da energia micro-ondas absorvida pode ser dissipada na forma de calor. Nesse caso, os dipolos da água no estado líquido terão liberdade para seguir a componente elétrica da onda, porém estarão sujeitos às forças que são contrárias a essa movimentação (interações intermoleculares). Essas forças representam a inércia de cada molécula ou composto iônico em seguir a orientação do campo elétrico. Nessa condição, onde τ apresenta valores intermediários, observa-se a idealidade para a conversão da energia micro-ondas em calor. A energia absorvida passa a ser, portanto, liberada

na forma de calor devido aos fenômenos de fricção e colisão das espécies iônicas e moleculares, resultando no aquecimento do material. [16]

O aquecimento promovido pela radiação micro-ondas tem como principal característica a rapidez. Diferentemente da radiação ultravioleta, as micro-ondas não possuem energia para promover a quebra de ligações químicas, nem para ativar ou induzir reações químicas, sendo apenas capazes de proporcionar um rápido aquecimento. Mesmo assim, a possibilidade de dissipação *in situ* da energia micro-ondas como calor apresenta-se muito atrativa do ponto de vista químico. [17] Esse aspecto fica evidente, principalmente do ponto de vista industrial, uma vez que a energia micro-ondas é dissipada unicamente para aquecer o meio reacional, sem que parte dessa energia seja desperdiçada para aquecer o frasco de reação, como ocorre no aquecimento condutivo.

2.2. Energia ultrassônica e a cavitação acústica

As ondas sonoras são classificadas como ondas mecânicas, as quais dependem de um meio material para que possam se propagar (não se propagam no vácuo). O espectro acústico, em analogia ao espectro eletromagnético, também pode ser classificado de acordo com o fenômeno provocado pela interação da onda com a matéria. Essa classificação é relativamente mais simples do que aquela apresentada no espectro eletromagnético, sendo dividida, basicamente, em três grandes faixas: infrassom, som e ultrassom. O som representa a faixa acústica audível ao ser humano, compreendo frequências acústicas na faixa de, aproximadamente, 20 Hz a 20 kHz. O infrassom é caracterizado por ondas com frequência inferiores a 20 Hz, enquanto o ultrassom possui frequência de oscilação superior a 20 kHz. [20]

O ultrassom pode ser utilizado para promover ou melhorar reações químicas ou efeitos mecânicos. Nesse caso, o ramo da ciência responsável pelo estudo desses fenômenos é a *Sonoquímica*. Dependendo do emprego do ultrassom, essa faixa do espectro acústico pode ainda ser subdividida. O ultrassom de baixa frequência (20 a 100 kHz) representa a faixa de frequência mais utilizada quando se deseja o aumento de escala ou a intensificação de processos. É a faixa relacionada às

aplicações de maior potência, com predominância dos efeitos físicos da onda sobre o material.[21] A faixa intermediária de frequência (100 a 2000 kHz) é considerada a faixa extendida da sonoquímica. Nessa faixa de frequência, dependendo das condições empregadas, pode-se observar uma predominância de efeitos químicos sobre a matéria, associados à formação e ação de espécies radicalares. A faixa de alta frequência (maior que 2000 kHz) não possui aplicações práticas em processos químicos ou físicos. Essa faixa de frequência apresenta maior importância na área de diagnósticos por imagem. [22]

A propagação das ondas acústicas é compreendida por provocar ciclos sucessivos de compressão (ou pressão positiva, onde o meio está sujeito a uma pressão superior àquela na ausência da onda) e rarefação (ou pressão negativa, onde o meio está sujeito a uma pressão inferior àquela na ausência da onda). Na faixa de frequências da sonoquímica, a propagação da onda pode resultar em alguns fenômenos que contribuem para a promoção ou aceleração de reações químicas, bem como processos físicos. [23]

2.2.1. Cavitação acústica

Durante a propagação do ultrassom em um meio líquido, sob condições específicas de frequência e energia, pode-se observar a formação de microbolhas contendo gás e/ou vapor. Essas bolhas são formadas durante o momento de rarefação da onda. Para que isso aconteça, a energia transportada pela onda, bem como o tempo de cada ciclo de alternância de pressão, devem ser suficientes para superar as forças coesivas do meio (interações intermoleculares), dando origem à cavidades. Durante o ciclo sucessivo de compressão, o tamanho da bolha de cavitação acústica é reduzido em relação ao seu tamanho inicial. No próximo ciclo (rarefação) a bolha expande e pode-se observar o fenômeno de difusão de gases e vapor de solvente para dentro da bolha, resultando em um aumento no diâmetro da bolha com relação ao seu tamanho inicial. Ao passo que a bolha de cavitação é exposta a ciclos sucessivos de compressão e rarefação, em uma condição adequada de frequência (objeto de estudo da sonoquímica), a bolha pode crescer até um tanho instável e, durante o ciclo de compressão, vir a implodir, de forma violenta. O fenômeno

relacionado à formação, crescimento e implosão da bolha é denominado de *cavitação acústica*. [24,25]

No momento da implosão da bolha de cavitação acústica, uma grande quantidade de energia é liberada no meio reacional, formando os chamados “hot spots”. Esses pontos de alta energia localizados, representam condições extremas de temperatura (aproximadamente 5500 °C) e pressão (aproximadamente 1000 atm). Macroscopicamente não se pode perceber um aumento significativo de temperatura, pois a taxa de troca de calor é da ordem de 10⁹ °C/s. Essas condições de elevadas temperaturas e pressões representam microreatores no meio onde a onda ultrassônica passa, o que permite a geração de espécies radicalares e consequentes reações, podendo aumentar o potencial oxidante do meio reacional. [24,25]

Quando um sistema sólido-líquido é submetido ao ultrassom, o colapso da microbolha pode ocorrer na interface líquido/sólido. Nessa situação, uma bolha de cavitação assimétrica é formada e, no momento de seu colapso, a energia liberada pode promover a produção de microjatos de alta velocidade (aproximadamente 400 km/h).[26] Como esse fenômeno ocorre relativamente rápido, ondas de choque contra a superfície sólida podem ser produzidas, aumentando a microconvecção e reduzindo o tamanho de partícula do sólido. Um efeito similar pode ser esperado ao sonicar um sistema bifásico líquido/líquido, onde os microjatos podem aumentar a transferência de massa de uma fase para a outra, facilitando processos de extração e de emulsificação. [24, 27]

2.2.2. Parâmetros que afetam a cavitação acústica

Alguns parâmetros do equipamento de ultrassom, bem como do meio reacional, podem afetar a propagação da onda e a cavitação (formação da bolha e intensidade do calpso). Dentre os parâmetros mais importantes, os quais devem ser observados ao se conduzir uma reação assistida por ultrassom, podem ser citados: frequência acústica, densidade acústica (W/dm³), propriedades do solvente (densidade, viscosidade, pressão de vapor e temperatura de ebulação), presença de gases dissolvidos, e, temperatura. [15] Quando se utiliza frequência de ultrassom superior

a 100 kHz, o tempo de vida das microbolhas é bastante reduzido (dependendo das propriedades do meio, menor do que 3 μ s). Como resultado, tem-se a redução no tamanho da microbolha e seu colapso tende a ser menos energético. Por outro lado, a redução no tempo de vida e no tamanho das microbolhas leva a uma condição de maior produção de espécies radicalares ($H\cdot$ e $OH\cdot$) e peróxido de hidrogênio, bem como a um aumento na população de microbolhas, viabilizando que os efeitos químicos sejam observados de forma mais significativa que os efeitos físicos. [21, 28]

Em baixas frequências, menores do que 100 kHz, o tempo de vida da bolha aumenta (maior que 50 μ s) e a formação de espécies radicalares é menos significativa, bem como o número de bolhas de cavitação também é bem menor. Porém, as bolhas de cavitação são maiores e a energia liberada no momento da implosão é maior, o que caracteriza uma condição de predominância de efeitos físicos do ultrassom. [29] Assim, considerando a faixa de frequência empregada pela sonoquímica (20 kHz à 2 MHz), é possível assumir uma relação não linear entre efeitos químicos e físicos em relação à frequência de ultrassom. [21, 25] A formação das microbolhas requer uma condição de pressão muito baixa no momento da rarefação. A energia transportada pela onda deve ser suficiente para afastar as moléculas do meio, prevalecendo sobre as forças de coesão entre as moléculas. Gases dissolvidos mudam as propriedades do meio e podem atuar como pontos de nucleação para formação de novas bolhas, bem como permitem controlar o diâmetro e o tempo de vida das bolhas de cavitação e, dessa forma, podem influenciar os efeitos sonoquímicos. [24-26]

Dentre os parâmetros mais importantes do ultrassom, pode-se destacar a amplitude, uma vez que representa a quantidade de energia transportada pela onda. Quanto maior a amplitude, mais violento será o colapso da bolha e maior será a energia liberada ao meio reacional. Outro componente importante dessa relação são as propriedades do líquido. Quanto maior a tensão superficial, a viscosidade, a temperatura de ebulição e menor a pressão de vapor, maior será a efetividade das interações moleculares e maior será o limiar de cavitação (maior a energia

necessária para formação e crescimento da bolha até um tamanho instável), demandando uma maior amplitude de ultrassom. [20, 30]

2.2.3. *Sistemas de ultrassom*

Para seu uso em processos, a energia ultrassônica pode ser liberada no meio de reação de duas formas: *i*) diretamente, pelo emprego de ponteiras (“probes/horns”), normalmente metálicas (liga de titânio) e *ii*) indiretamente, pelo empego de banhos de ultrassom. [31] Nas aplicações diretas, a onda de ultrassom gerada pelo transdutor piezoelétrico é diretamente dissipada no meio de reação com o emprego de uma ponteira metálica, que atua como um guia de ondas. Com essa configuração, o meio reacional é exposto a um campo de ultrassom de alta intensidade (aproximadamente de 50 a 1500 W/dm³), gerando um padrão de alta intensidade de transferência de massa, normalmente alta turbulência, juntamente com um colapso violento da bolha de cavitação. [25] Quando se utiliza a configuração indireta (banhos de ultrassom), a onda ultrassônica propaga primeiramente por um solvente (geralmente água) antes de chegar até o reator. Os banhos de ultrassom consistem de um tanque (geralmente aço inoxidável) com os transdutores de energia fixados em sua base. Esse sistemas são simples e de custo relativamente baixo. Porém, como o ultrassom é indiretamente transmitido até o reator, a densidade acústica é relativamente baixa (geralmente inferior a 6 W/dm³). Essa elevada atenuação promovida pela água nos sistemas indiretos é o maior problema relacionado à suas aplicações industriais. [25, 28]

3. Valorização de resíduos lignocelulósicos

A comunidade científica tem buscado encontrar fontes alternativas aos combustíveis fósseis, para produção de energia e reagentes químicos. Tal motivação se deve a dois fatores principais: impacto ambiental ao longo de toda cadeia produtiva e a redução na disponibilidade das fontes fósseis, entendidas como recursos finitos. É nesse sentido que a biomassa lignocelulósica surge como alternativa, uma vez que representa uma fonte renovável e pode ser continuamente produzida, além de ser a

fonte natural de carbono mais abundante, adequada aos conceitos de biorrefinaria para produção de produtos químicos e biocombustíveis. [32] A biomassa lignocelulósica, constituída principalmente por celulose, hemicelulose e lignina, na forma de plantas ou resíduos agroindustriais, é uma fonte ideal e amplamente disponível de sacarídeos (açúcares) para processos industriais. Quando utilizada na forma de resíduos não representa uma condição de competição com a alimentação humana, nem possui outras implicações. É com esse apelo que o emprego da biomassa vem sendo gradativamente viabilizado em substituição às fontes não renováveis de energia e de produtos químicos. [33]

Apesar dessas características amplamente desejáveis, o emprego e a conversão dos materiais lignocelulósicos em açúcares encontra algumas limitações. Um desses problemas está relacionado à logística para o transporte que, devido a ampla área de produção/obtenção, acaba por agregar um valor indesejável ao custo de produção. Outro problema, e talvez o determinante com relação à dificuldade de se empregar a biomassa em processos industriais, está relacionado à composição majoritária da biomassa, a qual apresenta composição variada de celulose (38–50%), hemicelulose (23–32%) e lignina (15–25%). Essa composição variada torna os processos de conversão da matéria prima lignocelulósica relativamente complexos. Além disso, o estabelecimento e a seleção de protocolos padronizados ficam bastante limitados, uma vez que dependem da escolha de materiais que sirvam como “biomassa modelo” (ex.: gramíneas, madeira macia, madeira dura, etc.), as quais irão se comportar de forma bastante diferente em uma possível aplicação industrial. [34]

Mesmo que o potencial industrial seja enorme no setor químico, algumas limitações continuam desafiadoras. A simples transposição dos atuais processos catalíticos para conversão de biomassa é bastante difícil, uma vez que a biomassa lignocelulósica apresenta elevados teores de oxigênio e impurezas de diferentes naturezas em sua constituição. O acesso de catalisadores e biocatalisadores às frações celulósicas e hemicelulósicas é dificultado pela presença da lignina, a qual forma uma espécie de película protetora com considerável resistência ao ataque de reagentes químicos e processos físicos. [35,36]

O custo final dos bioproductos obtidos é outro aspecto que dificulta o emprego de biomassa em processos industriais, principalmente por englobar o valor da matéria prima e o custo associado ao processo de conversão. Além disso, também existem os custos de purificação dos produtos obtidos (ex. plataformas e blocos químicos de construção) e os atrelados à produção de coprodutos (baixo valor agregado ou não reutilizáveis durante o processo), que podem comprometer de forma bastante significativa a economia do processo como um todo. Ainda, do ponto de vista ambiental, o resíduo aquoso gerado no processo de conversão da biomassa é um problema em termos de toxicidade, corrosão e reciclagem. Dessa forma, a projeção de unidades pequenas e flexíveis, em muitas situações adaptáveis às necessidades locais, passa a ser desejável. [37]

O custo relativamente elevado de conversão de materiais lignocelulósicos, bem como a complexidade de se trabalhar com biomassas de diferentes composições, têm demandado processos mais eficientes, ou que permitam o emprego de alternativas de menor custo. Aliado a essa necessidade, nas últimas três décadas pôde-se presenciar o desenvolvimento de procedimentos ambientalmente amigáveis, os quais foram projetados para a geração de microambientes de alta energia, por meio de fontes não convencionais, como as energias micro-ondas e ultrassom. [33] Esse fator, associado às características apresentadas com o uso de ambas as tecnologias, micro-ondas e ultrassom, vem contribuindo para que os novos processos industriais sejam idealizados com o emprego dessas tecnologias. A busca por processos mais eficientes e de menor custo visa tornar esses processos industriais não convencionais mais competitivos, viabilizando a gradativa substituição dos tradicionais processos inteiramente baseados no emprego de fontes fósseis como matéria-prima.

3.1. Vantagem tecnológica do emprego de ultrassom e micro-ondas para conversão de biomassa

A fração celulósica é considerada o constituinte estrutural de maior quantidade em plantas, fungos e algas, sendo o uso dessa fração de interesse em processos de

valorização de biomassa. [38]. A celulose é composta por monômeros de D-glicose unidos por ligação β -glicosídica, formando um polímero natural. Essa configuração possibilita que forças de Van der Waals e interações de hidrogênio ocorram entre as estruturas poliméricas, resultando em um elevado grau de organização e, consequentemente, uma elevada cristalinidade do biopolímero. Como resultado desse sistema organizado, observa-se o aumento da estabilidade e a resistência mecânica. [39] Naturalmente, a celulose é revestida pela hemicelulose, que também é um biopolímero. Essa última, diferentemente da celulose, não é formada apenas por glicose, possuindo uma composição heterogênea. Pode ser formada por hexoses, pentoses e açúcares acetilados, dependendo da origem da matéria-prima. Em comparação com a celulose, a hemicelulose apresenta menor peso molecular, sendo mais sensível aos efeitos térmicos dos tratamentos de conversão. [40] Externamente às camadas de celulose e hemicelulose, constituídas por açúcares, existe uma camada de lignina, que é um heteropolímero composto por unidades de fenilpropano, ligadas entre si. A presença da lignina na biomassa, que pode representar até 25% da massa seca, é a responsável por conferir resistência microbiológica, rigidez e impermeabilidade à água. [41]

De uma forma geral, os materiais lignocelulósicos são organizados de forma a minimizar a vulnerabilidade de plantas, fungos e algas às intempéries do tempo e clima. Logo, apresentam resistência aos tratamentos convencionais de conversão em produtos de maior valor agregado. É sob essa ótica que as energias não convencionais podem viabilizar processos mais rápidos e eficientes, com menor consumo de reagentes e ambientalmente amigáveis. Para a conversão em combustíveis ou plataformas químicas (ex.: produtos da plataforma furânicas, como furfural e hidroximetilfurfural), a biomassa deve ser fracionada (separação dos constituintes majoritários), e despolimerizada (obtenção de açúcares na forma de dímeros ou monômeros). Esses processos podem ser feitos de duas formas principais: processos termoquímicos e hidrotérmicos. Os processos termoquímicos envolvem a pirólise da biomassa (processo sob elevadas temperaturas, com atmosfera inerte ou evacuada), enquanto os processos hidrotérmicos ocorrem na presença de um excesso de água e, muitas vezes, demandam a presença de ácidos fortes, o que pode vir associado a condições de elevada temperatura e pressão. [17]

A radiação micro-ondas, por permitir um rápido aquecimento de líquidos polares e sólidos (condutores ou com elétrons deslocalizados), pode contribuir em praticamente todo processo que envolva o aumento de temperatura. Ao se considerar a conversão hidrotérmica, as micro-ondas permitem a hidrólise da biomassa em açúcares mais simples. Nesse caso, além do rápido aquecimento do solvente, as micro-ondas também possuem interação com grupos hidroxila presentes na glicose (OH ligada ao carbono 6). Quando o grupo OH do carbono 6 é orientado pela passagem da onda, as interações de hidrogênio tornam-se mais acessíveis, viabilizando o processo de desconstrução da celulose para obtenção de glicose. Nesse caso, esses grupos se comportam como radiadores moleculares, permitindo a transferência da energia das micro-ondas diretamente para os arredores. [42] Dependendo das condições de reação, como temperatura e reagentes utilizados, pode-se obter produtos da plataforma furânicas ou, até mesmo, ácidos orgânicos e aldeídos. Para os processos de pirólise, apesar dos processos assistidos por micro-ondas normalmente empregarem temperaturas próximas àquelas utilizadas nos processos convencionais, a interação das micro-ondas com o material lignocelulósico envolve diferentes mecanismos pirolíticos. Como resultado, em muitos casos é possível o emprego de temperaturas muito inferiores às relatadas na literatura, com aumento do poder calorífico do produto obtido. [43]

Como principais vantagens associadas ao uso da radiação micro-ondas, pode-se elencar:

- ✓ Aquecimento volumétrico, garantindo que todo meio reacional seja simultaneamente aquecido e não sejam observados gradientes de temperatura apreciáveis;
- ✓ Rápida taxa de aquecimento, contribuindo para o aumento da velocidade de reação;
- ✓ Aquecimento seletivo (líquidos polares ou sólidos com propriedades elétricas e/ou magnéticas apropriadas)

- ✓ Arranjos instrumentais com controle de variáveis, permitindo um controle mais preciso das condições de reação, inclusive o acionamento e interrupção das micro-ondas de forma controlada (liga e desliga instantâneo);

Como desvantagens, pode-se mencionar a necessidade de utilização de reatores que sejam transparentes às micro-ondas e, consequentemente, podem apresentar baixa resistência mecânica nas temperaturas em que as reações ocorrem, bem como a necessidade de se utilizar algum material que absorva radiação para que o meio reacional aqueça.

Ao se considerar o emprego da energia ultrassônica, tanto no pré-tratamento como em processos de conversão de biomassa, podem ser elencados os seguintes efeitos: [24]

- Intensificação na transferência de massa e calor, como resultado da passagem da onda acústica no meio de reação (transmissão acústica) e pela presença de microjatos, proporcionando condições apropriadas que aumentam as taxas de conversão da biomassa;
- A formação de radicais e outros fenômenos associados à sonoquímica, provenientes da cavitação acústica, os quais permitem reduzir parâmetros reacionais como tempo, temperatura e pressão, sendo uma possibilidade muito bem-vinda em processos industriais.

De uma forma geral, o ultrassom não substitui o emprego de reagentes químicos e, em alguns casos, o emprego de condições de maiores temperaturas. A principal contribuição dessa tecnologia consiste na desorganização da estrutura lignocelulósica, facilitando o fracionamento e a despolimerização. Além disso, a presença de bolhas de cavitação e de microjatos possibilita um efeito abrasivo sobre a superfície dos materiais lignocelulósicos. Esse fato contribui para a redução de tamanho de partícula e, consequentemente, pode facilitar a ação dos reagentes utilizados, viabilizando o emprego de soluções diluídas. Além disso, a formação de espécies radicalares e peróxido de hidrogênio contribui para o aumento da taxa reacional, bem como também viabiliza o uso de soluções mais diluídas em boa parte dos processos. Como exemplo de aplicação do ultrassom, pode-se citar o emprego

dessa tecnologia nas etapas de pré-tratamento da biomassa (ex.: limpeza, desmineralização, ativação de superfícies, redução do tamanho de partículas), procedimentos de extração (ex.: extração de macro e micronutrientes, compostos bioativos, óleos essenciais), conversão bioquímica (ex.: fermentação) e conversão química (ex.: produção de biodiesel por reação de transesterificação).

4. Considerações finais

Apesar de a maioria dos processos industriais ser utilizada há muito tempo e serem relativamente bem elucidadas, a rápida evolução tecnológica tem possibilitado novas alternativas. Além disso, aspectos antigamente pouco priorizados pelo perfil econômico almejado pelo setor produtivo (economia linear), como a minimização dos impactos ambientais e sociais, são agora imprescindíveis para o setor industrial, o qual passa a adquirir de forma gradativa um perfil de economia circular.

Embora nossa demanda energética seja elevada e fortemente dependente do uso de fontes não renováveis (petróleo, carvão, gás natural, etc.) para produção de energia, combustíveis, produtos químicos, entre outros, cresce a compreensão de que fontes alternativas aos combustíveis fósseis são necessárias. Nesse cenário, a biomassa lignocelulósica tem sido encarada com um certo protagonismo. Um dos aspectos que corrobora o uso dessa fonte renovável de matéria-prima é a sua ampla disponibilidade e relativa fácil obtenção. Os materiais lignocelulósicos representam a fonte de carbono renovável mais abundante da natureza, os quais podem ser obtidos como resíduos agroindustriais. Além disso, os processos industriais atualmente empregados para a conversão de materiais fósseis podem ser adaptados ao uso de materiais lignocelulósicos, sem que isso represente uma completa e súbita mudança no setor industrial. Processos biotecnológicos de conversão, como a fermentação, são possíveis de serem utilizados, aumentando o leque de possibilidades. Isso representa, a curto e médio prazo, não a substituição das fontes não renováveis, mas uma redução na dependência dessas fontes de matéria-prima e, consequentemente, a adoção de práticas que sejam ambientalmente mais amigáveis.

Mesmo considerando todos os aspectos positivos relacionados, o emprego de fontes renováveis de energia ainda não representa uma condição economicamente viável de produção. Com base nesse viés, o emprego de energias alternativas, como as micro-ondas e o ultrassom, vem ganhando espaço já que nas últimas décadas tem contribuído para a intensificação de diversos processos químicos. A substituição de fontes de energia convencionalmente utilizadas para a promoção de reações químicas, como o aquecimento condutivo e a agitação mecânica, pelas energias de micro-ondas e ultrassom, já viabilizam processos mais rápidos, mais eficientes e seletivos. As barreiras industriais e comerciais convencionalmente impostas, como o tempo, os custos e a qualidade, gradativamente vão sendo superadas e uma nova indústria química tende a emergir. Essa nova prática industrial timidamente vai conquistando o seu espaço, mas ainda demanda um grande esforço conjunto entre o setor industrial e academia.

Referências

1. Dathein, R. Inovação e revoluções industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIV., DECON/UFRGS, Porto Alegre, 2003.
2. Cipolla, C. M., História econômica da população mundial. Zahar, Rio de Janeiro, 1977.
3. Hobsbawm, E. J., A era das revoluções: 1789-1848. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 2000.
4. Rutqvist, J., Lacy, P. Waste to wealth: The circular economy advantage. (1st ed.), Springer, London, 2016.
5. Shreve, R. N., Brink, J. A.; Industrias de processos químicos, 4 ed. Guanabara Koogan, 1997.
6. Gauto, M., Rosa, G.; Química industrial: série Tekne, Porto Alegre, Bookman, 2013.
7. Tuck, C.O., et al. Valorization of biomass: Deriving more value from waste. Science (2012) 695-699.
8. Bakker, R. A., Process intensification in industrial practice: methodology and application. Em: Re-engineering the chemical process plant: Process intensification; Editora Marcel Dekker: New York, 2004.

9. Van Gerven, T., Stankiewicz, A. Structure, energy, synergy, time – The fundamentals of process intensification, *Ind. Eng. Chem. Res* (2009) 2465-2474.
10. <https://www.eubren.com/waste-valorisation>, acessado em fevereiro de 2020.
11. Cravotto, G., et al. Pilot scale reactor and other enabling Technologies to design the industrial recovery of polyphenols from agro-food by-products, a technical and economical overview, *Foods* (2018) 130 – 144.
12. <https://sustainabledevelopment.un.org/topics/industry>, acessado em fevereiro de 2020.
13. <https://www.eea.europa.eu/pt/themes/technology/about>, acessado em fevereiro de 2020.
14. Flores, E. M. M. *Microwave-Assisted Sample Preparation for Trace Element Determination*, Elsevier Science, 2014.
15. Atkins, P., DE Paula, J. *Elements of Physical Chemistry*, W. H. Freeman, 2009.
16. Zlotorzynski, A. The Application of Microwave Radiation to Analytical and Environmental Chemistry, *Critical Reviews in Analytical Chemistry* (1995) 43-76.
17. Cravotto, G., Carnaroglio, D. *Microwave chemistry*, Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2017.
18. Krug, F. J., Rocha, F. P. *Métodos de preparo de amostras para análise elementar*, 2 ed. EditSBQ, 2019.
19. Menezes, R. R., et al. Sinterização de cerâmicas em microondas. Parte I: Aspectos fundamentais, *Cerâmica* (2007) 1-10.
20. Lorimer, J. P., Mason, T. J. Sonochemistry. Part 1 - The physical aspects. *Chemical Society Reviews* (1987) 239-274.
21. Mason, T. J., et al. New evidence for the inverse dependence of mechanical and chemical effects on the frequency of ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry* (2011) 226-230.
22. Leonelli, C., Mason, T. J. Microwave and ultrasonic processing: Now a realistic option for industry. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification* (2010) 885-900.
23. Ashokkumar, M., The characterization of acoustic cavitation bubbles - An overview. *Ultrasonics Sonochemistry* (2011) 864-872.
24. Chen, D., Sharma, S. K., Mudhoo, A. *Handbook on applications of ultrasound: sonochemistry for sustainability*. (1st ed.), CRC Press, New York.,2011
25. Mason, T. J., Lorimer, J. O. *Applied sonochemistry: uses of power ultrasound in chemistry and processing*. (1st ed.), Wiley-VHC Verlag GmbH & Co., Weinheim, 2002.

26. Suslick, K. S. Sonochemistry. *Science* (1990) 1439-1445.
27. Cucheval, A., Chow, R. C. Y. A study on the emulsification of oil by power ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry* (2008) 916-920.
28. Thompson, L. H., Doraiswamy, L. K. Sonochemistry: Science and engineering. *Industrial & Engineering Chemistry Research* (1999) 1215-1249.
29. Crum, L. A. Comments on the evolving field of sonochemistry by a cavitation physicist. *Ultrasonics Sonochemistry* (1995) S147-S152.
30. Mason, T. J. *Advances in sonochemistry*. (1st ed.), Elsevier, England, 1996.
31. Ensminger, D., Bond, L. J. *Ultrasonics: fundamentals, technologies, and applications*. (3rd ed.), CRC Press, New York, 2011.
32. Ragauskas, A. J. et al. The Path Forward for Biofuels and Biomaterials, *Science* (2006) 484-489.
33. Carnaroglio, D. et al. From Lignocellulosic Biomass to Lactic- and Glycolic-Acid Oligomers: A Gram-Scale Microwave-Assisted Protocol, *ChemSusChem* (2015) 1342–1349.
34. Doherty, W. O. S., Mousavioun, P., Fellows, C. M. Value-adding to cellulosic ethanol: Lignin polymers, *Ind. Crops Prod.* (2011) 259-276.
35. Corma, A., Iborra, S., Velty, A. Chemical Routes for the Transformation of Biomass into Chemicals, *Chem Rev* (2007) 2411-2502.
36. Gallezot, P. Conversion of biomass to selected chemical products, *Chem Soc Rev* (2012) 1538-1558.
37. Chatel, G., Vigier, K. O., Jérôme, F. Sonochemistry: What Potential for Conversion of Lignocellulosic Biomass into Platform Chemicals? *ChemSusChem* (2014) 2774–2787.
38. Mussato, S. I., Teixeira, J. A., Lignocellulose as raw material in fermentation processes. In: Current research, technology and education topics in applied microbiology and microbial biotechnology, Formatec Research Center, 2009.
39. Pereira, H., Graça, J., Rodrigues, J. C. Wood chemistry in relation to quality. In: *Wood quality and its biological basis*, Blackwell, 2003.
40. Agbor, V. B. et al. Biomass pretreatment: Fundamentals toward application. *Biotechnology Advances* (2011) 675-685.
41. Isikgor, F. H., Becer, C. R. Lignocellulosic biomass: a sustainable platform for the production of bio-based chemicals and polymers. *Polymer Chemistry* (2015) 4497-4559.
42. Fan, J. et al. Direct microwave assisted hydrothermal depolymerization of cellulose, *J. Am. Chem. Soc* (2013) 11728-11731.

43. Budalin, V. L. et al. Microwave assisted decomposition of celulose: a new thermochemical route for biomass exploitation. *Bioresour. Technol.* (2010) 3776-3779.

Pragas invasivas *versus* soja no Brasil: pragas em vantagem

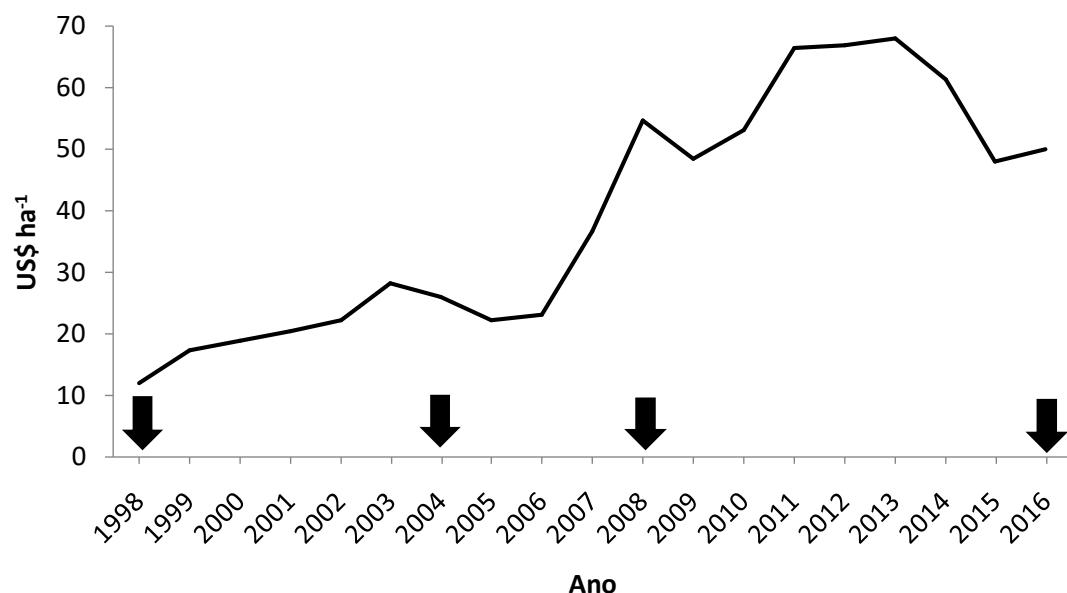
Jonas Andre Arnemann, Henrique Pozebon

A produção de soja no Brasil tem sido historicamente afetada pela invasão de espécies exóticas de artrópodes que atacam a cultura, impactando severamente a biodiversidade, a segurança alimentar, a saúde e o desenvolvimento econômico do país. A redução de produtividade e o uso crescente de inseticidas são as consequências diretas de tais invasões, porém, os custos econômicos anuais resultantes destes eventos permanecem desconhecidos. Além disso, os processos ecológicos que facilitam o estabelecimento de espécies invasivas no Brasil permanecem pouco explorados.

Essas deficiências são abordadas nesse texto por meio da quantificação das perdas econômicas anuais causadas por artrópodes-praga invasivos na produção brasileira de soja, ao longo das últimas duas décadas. Quatro casos-modelo de espécies invasivas no Brasil são considerados e utilizados como base para prever quais serão as próximas pragas exóticas, com potencial de dano à cultura da soja, a serem detectadas no país.

As extensões continentais do Brasil, sua grande diversidade de condições climáticas e intenso comércio de bens primários com outros países tornam-no um alvo constante para invasões biológicas. A soja, principal *commodity* de exportação do país, é particularmente afetada pelo ataque de artrópodes-praga, que causam uma redução média anual de 5% na produção da cultura (OLIVEIRA et al., 2014). Incorporando-se essa estimativa de redução aos dados históricos de produção total, área colhida e preços pagos ao produtor (FAOSTAT, 2019), é possível estimar a perda econômica anual enfrentada pelos sojicultores brasileiros devido ao ataque de insetos e outros artrópodes.

Figura 1 – Estimativa de perda econômica anual, em dólares por hectare, na produção de soja brasileira devido ao ataque de artrópodes-praga, de 1998 a 2016. Ao longo do eixo x estão indicados, da esquerda para a direita, os eventos de invasão e/ou crescimento populacional significativo de *Bemisia tabaci*, *Tetranychus urticae*, *Helicoverpa armigera* e *Melanagromyza sojae*, respectivamente.



Os impactos econômicos representados por esse panorama histórico referem-se tanto às pragas nativas quanto exóticas; entretanto, nota-se que os picos em perdas econômicas estão diretamente relacionados aos principais eventos de invasão registrados no país ao longo das últimas décadas: a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) MEAM1 (Hemiptera: Aleyrodidae), introduzida na década de 90 (LOURENÇÂO; NAGAI, 1994); o ácaro-rajado *Tetranychus urticae* (Koch) (Acarí: Tetranychidae), que tornou-se praga primária da soja a partir das safras 2002/03 e 2003/04 (GUEDES et al., 2007); e a lagarta *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), introduzida em 2008/09 e oficialmente detectada em 2012 (TAY et al., 2013).

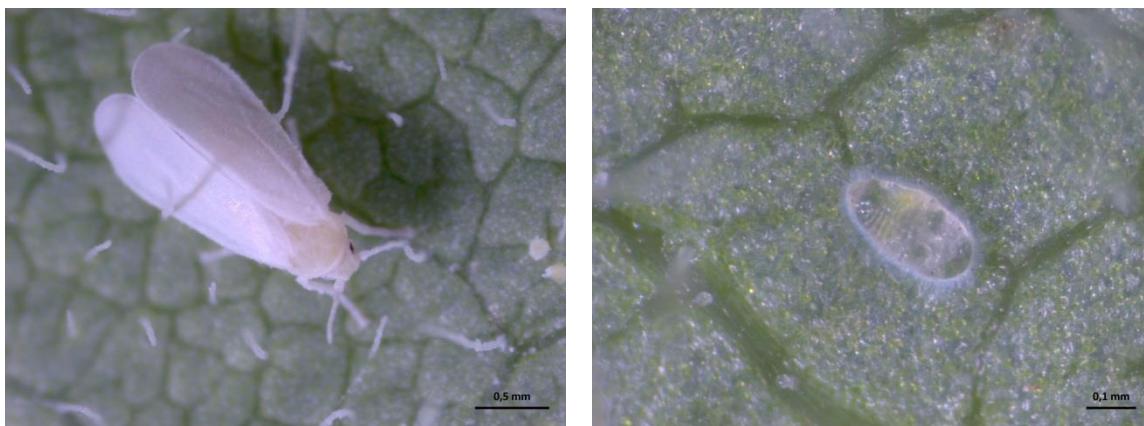
Recentemente, a mosca-da-haste da soja *Melanagromyza sojae* (Zehnter) (Diptera: Agromyzidae) (oficialmente detectada em 2016; ARNEMANN et al., 2016) tem aumentado consideravelmente sua ocorrência em cultivos de soja safrinha no Rio Grande do Sul, colocando-se como a quarta grande praga invasiva a estabelecer-se no país desde 1990. O custo total dessas invasões aumenta ano

após ano, com cada nova área de soja cultivada, demandando maior uso de inseticidas e onerando o sistema produtivo. Além disso, quanto mais espécies exóticas são introduzidas em um ambiente, mais provável torna-se o estabelecimento de futuros invasores, constituindo um cenário conhecido como colapso invasivo (SIMBERLOFF; VON HOLLE, 1999).

Cenário atual

A introdução da espécie *B. tabaci* MEAM1 na década de 90 marcou o início de uma nova fase no manejo de pragas da soja, até então basicamente restrita às lagartas desfolhadoras, como *Anticarsia gemmatalis* e *Chrisodeixis includens*, e aos percevejos sugadores, como *Nezara viridula* e *Piezodorus guildinii*. O complexo *B. tabaci* inclui mais de 30 espécies de mosca-branca (anteriormente denominadas “biótipos”), atualmente disseminadas por 165 países, a maior distribuição global entre todos os artrópodes-praga. A praga utiliza 36 gêneros de plantas como hospedeiros, apresenta resistência a 56 diferentes inseticidas, e transmite mais de 100 vírus fitopatogênicos, sendo considerada a segunda praga invasiva de maior importância mundial (WILLIS, 2017). Seu potencial médio de redução na produtividade da soja é de 22% (VIEIRA et al., 2013).

Figura 2 – Adulto (esquerda) e ninfa (direita) de *Bemisia tabaci* MEAM1 em folha de soja.



Fonte: Arnemann et al. (2019)

O ácaro-rajado *Tetranychus urticae* está presente no Brasil desde a década de 90, mas tornou-se uma praga primária da soja após explosões populacionais registradas nas safras 2002/03 e 2003/04. Essa espécie ocupa o terceiro lugar no ranking de pragas invasivas da maior importância mundial, sendo um dos artrópodes mais polífagos (alimenta-se de 1100 espécies de plantas distribuídas em 80 gêneros diferentes) e apresentando o maior nível de resistência a inseticidas e acaricidas dentre todas as pragas (mais de 95 moléculas diferentes). Sua distribuição alcança atualmente 111 países (WILLIS, 2017). O potencial médio de redução na produtividade da soja devido ao ataque de *T. urticae* e outros ácaros da família Tetranychidae é de 20% (ARNEMANN et al., 2018).

Figura 3 – Fotos de *Tetranychus urticae*



Fonte: pbase.com

A lagarta *H. armigera* é considerada a praga invasiva de maior importância mundial. Está atualmente presente em 143 países, se alimentando de 50 gêneros de plantas e com resistência documentada para 49 inseticidas (WILLIS, 2017). Sua detecção oficial no Brasil se deu em 2012, mas estudos sugerem que esteve presente no país desde 2008 (SOSA-GÓMEZ et al., 2016). Seu potencial de dano é alto em diversas culturas; na soja, gira em torno de 33% (OSAKI; ALVES, 2015). Cultivares de soja transgênica expressando proteínas inseticidas de *Bacillus*

thuringiensis, uma das principais ferramentas utilizadas atualmente para o manejo de lagartas desfolhadoras em soja, não controlam *H. armigera* de forma satisfatória.

Figura 4 – Fotos de *Helicoverpa armigera*



Fonte: Andre Shimohiro (2013)

A mosca-da-haste *M. sojae* é a mais recente praga invasiva a crescer em ocorrência no Brasil (a partir de 2016), além de já estar presente na Argentina, Paraguai e Bolívia. Até o momento, altas infestações mantiveram-se restritas aos cultivos de soja safrinha (semeados após a colheita do milho, a partir de 31 de dezembro), devido às condições climáticas favoráveis e ao ciclo mais curto da cultura nesse período. Na sua região de origem (leste da Ásia), entretanto, *M. sojae* ocorre tipicamente durante toda a safra de verão, e um cenário semelhante pode estar em desenvolvimento no Brasil. A mosca-da-haste está distribuída em praticamente toda Ásia, alimenta-se principalmente de plantas da família Fabaceae, e tem seu controle dificultado pelo fato da larva ocultar-se no interior da haste. Seu potencial médio de redução na produtividade da soja varia de 33% a 41% na Índia (JADHAV, 2013), mas ainda não foi estimado para as condições brasileiras.

Figura 5 – Adulto (esquerda) e pupa (direita) de *Melanagromyza sojae* em planta de soja.



Fonte: Vitorio et al. (2019)

Cenário futuro

Certas fatores biológicos e ecológicos podem conferir elevada capacidade invasiva a determinadas espécies de artrópodes, facilitando sua introdução e estabelecimento em novos ambientes. Ciclo de vida curto, alta capacidade reprodutiva, hábito alimentar polífago, adaptabilidade às diferentes condições climáticas e presença confirmada em países que comercializam intensamente entre si são características compartilhadas entre as quatro principais pragas invasivas da soja no Brasil e que, portanto, podem auxiliar na previsão de futuras invasões. *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Aphis glycines* (Matsumura) (Hemiptera: Sternorrhynca) são exemplos de pragas da soja relacionadas a esses fatores, apresentando alta probabilidade de invadir o país no decorrer dos próximos anos.

S. litura está atualmente disseminada pela maior parte da Ásia e Oceania, incluindo a China, importante parceiro comercial do Brasil. Além de utilizar plantas de 40 famílias diferentes como hospedeiros e ser capaz de migrar por longas distâncias graças à sua capacidade de vôo, a espécie apresenta altos níveis de resistência a vários inseticidas, dificultando seu manejo. Condições climáticas tropicais e subtropicais são particularmente favoráveis à *S. litura*, tornando sua

potencial introdução no Brasil um cenário de alto impacto para a soja e várias outras culturas de importância agrícola.

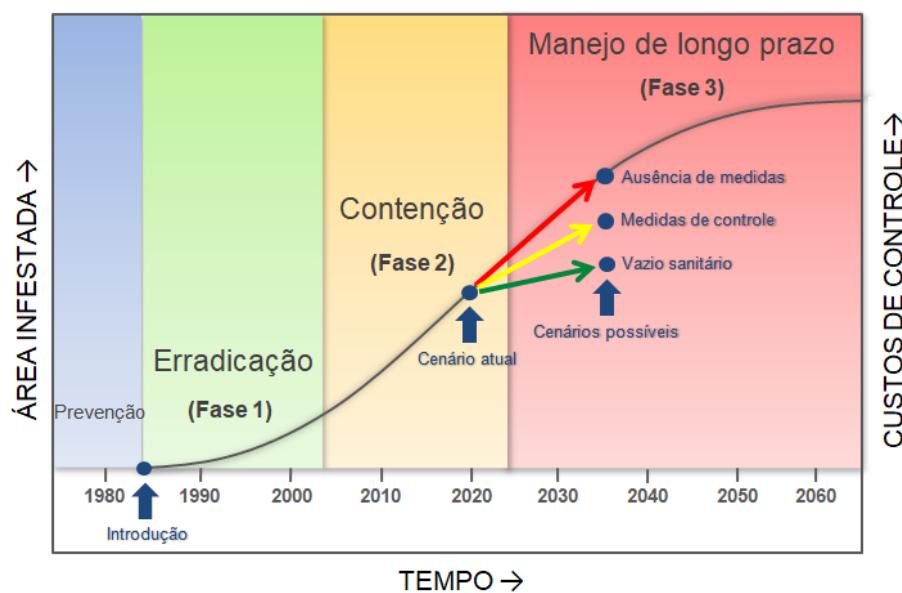
Diferentemente de *S. litura*, o pulgão-da-soja *A. glycines* está presente em menos países; entre eles, entretanto, está incluído os Estados Unidos da América, outro importante parceiro do Brasil no comércio internacional de grãos. Embora considerado uma praga ocasional da soja na Ásia, *A. glycines* tornou-se a praga mais importante da cultura nos EUA, ocasionando perdas de produtividade de até 40% (RAGSDALE et al., 2007). Sua introdução no país quadruplicou o uso de inseticidas pelos produtores (YANG; SUH, 2015), sendo rapidamente seguido pelo surgimento de populações resistentes (RAGSDALE et al., 2011).

A. glycines ataca uma menor diversidade de plantas que *S. litura*, e necessita de hospedeiros específicos para completar seu ciclo durante o inverno, como espécies do gênero *Rhamnus*. Não obstante, sua alta capacidade de dano à cultura da soja e as consequências de sua invasão nos EUA tornam-no uma ameaça grave à produção de soja brasileira, sendo de fundamental importância a prevenção de sua entrada no país. De acordo com o conceito de curva invasiva, prevenir a introdução de uma praga exótica é sempre a alternativa mais efetiva e menos onerosa; à medida que a praga alastrase pelo espaço (novas áreas) e tempo (anos após a invasão), as táticas de controle disponíveis (erradicação, contenção e manejo de longo prazo, nessa ordem) tornam-se gradualmente mais custosas e menos efetivas (HARVEY; MAZZOTTI, 2014).

Nesse sentido, o atual cenário da espécie *M. sojae* no Brasil merece especial atenção. Considerando-se que outras invasões de igual porte (como *S. litura* e *A. glycines*) sejam efetivamente evitadas pelos próximos anos, essa praga apresenta potencial para ascender como uma das maiores ameaças para a cultura da soja, devido à sua alta capacidade de ocasionar dano, crescente disseminação geográfica e ausência de estratégias eficientes de controle no *soybean belt* da América do Sul. A posição atual de *M. sojae* na curva invasiva (Figura 6), embora seja uma estimativa, indica que cenários mais problemáticos ainda podem ser evitados por meio de medidas economicamente eficientes, a exemplo das erradicações bem-sucedidas de *Cydia pomonella* no Brasil (oficializada em 2014) e *Anthonomus grandis* nos EUA (oficializada em 2009 em todos os estados, com exceção do

Texas). Apesar de *M. sojae* ter sido detectada oficialmente no Brasil apenas em 2016, estudos sugerem que a espécie já estava presente no país desde 1983 (GASSEN; SCHNEIDER, 1985).

Figura 6 – O conceito de curva invasiva divide o processo de invasão em três fases, cada uma possibilitando diferentes estratégias de manejo para a praga. No final da fase 2 a presença da praga torna-se evidente para a população do país, correspondendo à situação atual de *M. sojae* no Brasil. Possíveis cenários futuros irão depender das ações tomadas no presente.



Conhecendo-se o estágio da invasão em que a praga se encontra, torna-se possível adotar medidas para refrear a progressão da curva invasiva e mitigar impactos econômicos e ambientais. Tendo em vista que as maiores infestações por *M. sojae* permanecem restritas à soja safrinha, ações governamentais visando restrição ou mesmo proibição do cultivo tardio de soja no Rio Grande do Sul (único estado do Brasil sem vazio sanitário regulamentado) poderiam reduzir consideravelmente as chances de sobrevivência da praga para a safra seguinte. Alternativamente, a ausência de quaisquer medidas específicas de manejo para *M. sojae* permitiria que a invasão prosseguisse em seu ritmo exponencial de crescimento. Até o momento, a segunda alternativa é a que permanece em vigor no país.

Na disputa histórica entre pragas invasivas e produção de soja no Brasil, as pragas têm aumentado cada vez mais sua vantagem. É um jogo que ainda pode ser virado ao nosso favor; entretanto, investimentos no estudo das características bioecológicas e genéticas associadas às pragas invasivas (e àquelas ainda não introduzidas no país) são imprescindíveis para o desenvolvimento de estratégias de manejo visando à prevenção de perdas econômicas na sojicultura brasileira.

Referências

- ARMES, N. J. et al. Status of Insecticide Resistance in *Spodoptera litura* in Andhra Pradesh, India. **Pesticide Science**, v. 50, p. 240-248, 1997.
- ARNEMANN, J. A. et al. Managing whitefly on soybean. **Journal of Agricultural Science**, Richmond Hill, v. 11, p. 41-51, 2019.
- ARNEMANN, J. A. et al. Soybean Stem Fly, *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae), in the New World: detection of high genetic diversity from soybean fields in Brazil. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 15, gmr.15028610, 2016
- ARNEMANN, J. A. et al. Assessment of damage caused by the spider mite *Mononychellus planksi* (McGregor) on soybean cultivars in South America. **Australian Journal of Crop Science**, Brisbane, v. 12, p. 1989-1996, 2018.
- ENDO, N. et al. Induced resistance to the common cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) in three soybean cultivars. **Applied Entomology and Zoology**, v. 42, p. 199-204, 2007.
- FAOSTAT. **Statistical database**. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 06 jun. 2019.
- GASSEN, D. K.; SCHNEIDER, S. Ocorrência de *Melanagromyza* sp. (Dip. Agromyzidae) danificando soja no sul do Brasil. In: **Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul**, 13, 1985, Porto Alegre. Soja: resultados de pesquisa 1984-85. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 108-109.
- GUEDES, J. V. C. et al. Ácaros associados à cultura da soja no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, Santo Antônio de Goiás, v. 32, p. 288-293, 2007.
- HARVEY, R. G.; MAZZOTTI, F. J. The invasion curve: a tool for understanding invasive species management in South Florida. 2014. Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/UW/UW39200.pdf>. Acesso em 10 jun. 2019.

JADHAV, S. N. et al. Development of management strategies against stem fly *Melanagromyza sojae* (Zehntner) in soybean ecosystem. **Journal of Experimental Zoology**, New Jersey, v. 16, p. 245-252, 2013.

LOURENÇÂO, A. L.; NAGAI, H. Outbreaks of *Bemisia tabaci* in the São Paulo State, Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 53, p. 53-59, 1994.

OLIVEIRA, C. M. et al. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 56, p. 50-54, 2014.

OSAKI, M.; ALVES, L. R. A. **Impacto econômico de pragas agrícolas no Brasil**. Disponível em: <https://www.slideshare.net/Agropec2/impactoeconmico-de-pragas-agrcolas-no-brasil>. Acesso em: 18 jun. 2019.

RAGSDALE, D. W. et al. Ecology and management of the soybean aphid in North America. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 56, p. 375-399, 2011.

RAGSDALE, D. W. et al. Economic threshold for soybean aphid (Hemiptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 100, p. 1258-1267, 2007.

SIMBERLOFF, D.; VON HOLLE, B. Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? **Biological Invasions**, Basel, v. 1, p. 21-32, 1999.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Timeline and geographical distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae: Heliothinae) in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Santo Antônio de Goiás, v. 60, p. 101-104, 2016.

TAY, W. T. et al. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Plos One**, San Francisco, v. 8, e80134, 2013.

VIEIRA, S. S. et al. Different timing of whitefly control and soybean yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, p. 247-253, 2013.

VITORIO, L. et al. First record of the soybean stem fly *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) in Bolivia. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 18, p. gmri8222, 2019.

WILLIS, K. J. **State of the World's Plants**. Kew, Royal Botanic Gardens, 96 p., 2017.

YANG, Y.; SUH, S. Changes in environmental impacts of major crops in the US. **Environmental Research Letters**, Bristol, v. 10, 094016, 2015.

Criatividade no ensino, na pesquisa e na extensão

Juliana Petermann¹

Entende-se a criatividade como uma característica tanto da atuação publicitária, quanto da formação de profissionais da área. No entanto, dados de pesquisas revelam que essa percepção é questionável. Na atuação publicitária, no que se refere às práticas criativas, percebe-se que se trata de um processo mais da ordem da produtividade, que gera apenas um efeito de criatividade, não constituindo, em si, uma atividade livre do sujeito, mas sim uma adaptação de outros discursos anteriores (HANSEN, 2015). No que diz respeito ao ensino, em investigação anterior, percebemos o predomínio de um formato conservador, com pouco espaço para experimentação e para a inovação em sala de aula (HANSEN, PETERMANN, CORREA, 2015). Dessa forma, pretendemos discutir, neste artigo, estratégias criativas a serem implementadas na formação profissional - nos âmbitos do ensino, na pesquisa e na extensão - tendo em vista a possibilidade de que tais estratégias repercutam também nas práticas publicitárias criativas, visto que, no futuro, estudantes serão profissionais. Para tanto, discutiremos o conceito de criatividade, a partir de Winnicot (1975) e outros autores; assumiremos o pensamento rizomático (DELEUZE e GUATTARI, 1996) como sendo capaz de promover uma visão complexa sobre o tema, permitindo também que elaboremos estratégias criativas para os âmbitos do ensino, da pesquisa e da extensão. A título de ilustração, apresentaremos estratégias criativas desenvolvidas nesses três âmbitos pelo grupo Nós - Pesquisa Criativa (UFSM/CNPq).

Palavras-chave: Criatividade. Ensino. Pesquisa. Extensão. Publicidade.

Introdução

Entende-se a criatividade como uma característica tanto da atuação publicitária, quanto da formação de profissionais da área. No entanto, dados de pesquisas revelam que esta percepção é questionável. Na atuação publicitária, percebe-se que se trata de um processo mais da ordem da produtividade, que produz um efeito de criatividade, não constituindo, em si uma atividade livre do sujeito, mas sim uma adaptação de outros discursos anteriores (HANSEN, 2015). No

¹ Publicitária Doutora. Professora Associada no Departamento de Ciências de Comunicação e no Programa de Pós-graduação em Comunicação na UFSM. Coordena o Nós – Pesquisa Criativa (UFSM/CNPq).

âmbito do ensino, em pesquisa anterior, percebemos o predomínio de um formato conservador de ensino, com pouco espaço para experimentação e para a inovação (HANSEN, PETERMANN, CORREA, 2015).

Dessa forma, pretendemos discutir neste artigo modos de implementação de estratégias criativas no âmbito da formação profissional - no ensino, na pesquisa e na extensão - tendo em vista a possibilidade de que tais estratégias repercutam no âmbito da atuação publicitária, visto que, no futuro, estudantes serão profissionais. Para tanto, discutiremos o conceito de criatividade, a partir de Gazzaniga, Heatherton, Halpern (2018) e Winnicot (1975); assumiremos o pensamento rizomático (DELEUZE e GUATTARI, 1996) como sendo capaz de promover o pensamento complexo sobre o tema, permitindo também que elaboremos estratégias criativas para o ensino, a pesquisa e a extensão. A título de ilustração, apresentaremos práticas criativas nestes três âmbitos desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa Nós - Pesquisa Criativa.

Este artigo leva em conta dados levantados em pesquisas anteriores e que dizem respeito à criatividade em sala de aula e também no exercício das práticas profissionais publicitárias. A primeira dessas pesquisas, e que posso destacar aqui, foi desenvolvida para a formulação da minha tese de doutorado², quando elaborei, a partir da perspectiva cartográfica e de nossas bases teóricas, um mapa da criação publicitária que possibilitou a identificação de um complexo e emaranhado sistema rizomático, que envolvia aspectos criativos, estéticos e artísticos das práticas publicitárias institucionalizadas na área da criação publicitária.

A segunda pesquisa que destaco é intitulada “O Ensino de Criação Publicitária”, apoiada pelo MCTI/CNPq via Edital 14/2014, realizada em parceria interinstitucional entre a UFPR, a UFSM e a UFPE, e desenvolvida por Correa, Hansen e Petermann, entre anos 2014 e 2018. Esta pesquisa tinha como objetivo analisar a sala de aula das disciplinas de criação publicitária, considerando as práticas pedagógicas mais criativas e aquelas mais institucionalizadas.

² “Do sobrevoo ao reconhecimento atento: a institucionalização da criação publicitária, pela perspectiva do *habitus* e dos capitais social, cultural e econômico”, defendida no ano de 2011, pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Comunicação na Universidade do Vale do Rio dos Sinos e que, no ano de 2017, foi publicada como livro com o título de “Cartografia da Criação Publicitária”.

A terceira pesquisa que considero aqui é a que estou desenvolvendo atualmente e com estudantes da iniciação científica, bolsistas PIBIC/Cnpq, e que se intitula “O anúncio publicitário como materialidade do subcampo da criação publicitária – entre institucionalizações e disruptões”. Essa pesquisa analisa o anúncio publicitário na contemporaneidade, considerando alterações discursivas, em relação à necessidade de ampliação da representação no que diz respeito às questões étnico-raciais, de gênero e de diversidade sexual, e nos formatos, tendo em vista as potencialidades digitais. Depois da coleta de dados, elaboramos um *corpus* constituído por 75 anúncios, que evidencia um grande conjunto de novas habilidades e de novos conhecimentos, que precisam ser articulados na área da criação publicitária.

A seguir discutiremos sobre a criatividade como característica inata de todos os seres humanos, a partir de Winnicot (1975) e outros autores, mas como propriedade pouco potencializada tanto na prática publicitária quanto no ensino.

De qual criatividade estamos falando?

Estamos a frente de um desafio: Abordar a criatividade de forma ampla e com isso também avaliar o modo como estamos acionando-a nas nossas próprias atividades de ensino, pesquisa e extensão, no contexto do grupo Nós Pesquisa Criativa. A intenção aqui é questionar a criatividade, a partir de conceitos que vão além das tradicionais fases da criação, tão faladas quando se trata de criação na publicidade: preparação, incubação, iluminação e verificação.

Iremos tratar do conceito de criatividade a partir de duas referências principais: Winnicot, (1975) e Gazzaniga, Heatherton, Halpern (2018), mas não apenas, visto que outras ideias aparecerão de forma complementar. A utilização das duas referências principais nos oferece duas possibilidades interessantes e complementares de visualização do conceito de criatividade, uma mais pragmática e outra de ordem mais subjetiva.

De forma mais objetiva

Do mesmo modo, muitos de nós somos movidos em direção a atividades criativas. Se estamos visitando um museu de arte ou fazendo arte, podemos fazê-lo simplesmente porque desfrutamos de atividades que possibilitam a expressão da nossa criatividade. A criatividade é a tendência a produzir ideias ou alternativas que podem ser úteis para solucionar problemas, comunicar e entreter a nós mesmos e aos outros (FRANKEN, 2007).

Embora muitas atividades criativas não sejam soluções adaptativas, a criatividade é um fator importante na resolução de problemas adaptativos (GAZZANIGA, HEATHERTON, HALPERN, 2018, p. 427).

Já Winnicot (1975) refere-se a criatividade de modo geral, tendo a intenção que esta definição não esteja relacionada somente à criação bem sucedida ou aclamada, mas que diga respeito a um colorido de toda a atitude em relação à realidade externa. Para ele, a percepção criativa permite que sintamos que a vida é digna de ser vivida. No entanto, esse autor apresenta-nos um contraponto importante: para ele existe também uma situação de submissão com a realidade externa. Nesses casos, o mundo é visto como algo ao qual devemos ajustar-nos ou adaptarmo-nos. Além disso, Winnicot (1975) destaca que essa relação de submissão carrega um sentido de inutilidade e a ideia de que nada importa e de que a vida não vale a pena ser vivida. Além disso, o autor diz que pessoas que experimentaram um viver criativo em algum momento e que em outro passam a viver um momento de submissão, reconhecem este terrível momento como se estivessem presos à criatividade de outrem, ou de uma máquina.

Podemos entender que o pensamento criativo é a norma em qualquer ser humano e pode ser observado em quase todas as atividades mentais (WARD; SMITH; FINKE, 1995). No entanto, é possível criar as condições necessárias para se aproveitar ao máximo o potencial criativo de cada um, bastando mudanças na postura e nas "condições circundantes" que se oferecem. E o que está em questão são coisas aparentemente simples: curiosidade, a vontade de surpreender-se, a coragem de derrubar certas muralhas intelectuais e a confiança em ser capaz (KRAFT, 2004). E como é então que deixamos de ser pessoas criativas?

A perspectiva de Winnicot (1975) permite que retiremos alguns estigmas que fazem com que algumas pessoas sintam-se como não criativas: essa é uma realidade bem frequente na sala de aula - na apresentação da turma, alguns se

manifestam já dizendo-se pessoas não criativas. Na visão de Winnicott, a criatividade é uma força que nos move em direção à vida, sendo, portanto, uma característica inata.

Outro mito que pode ser desconstruído, a partir desta perspectiva, é o de que algumas pessoas, que possuem o lado direito do cérebro mais desenvolvido, seriam mais criativas.

Embora as idéias novas borbulhem predominantemente ao lado direito, nem toda idéia inovadora é necessariamente boa. Pelo contrário, não é raro que lampejos intuitivos simplesmente passem ao largo do problema proposto ou sejam mesmo malucos e nada mais. (...) "O cérebro esquerdo mantém o direito na linha", é como descreve a situação Ned Herrmann, autor do livro "The Creative Brain" [O cérebro criativo]. Somente o lado esquerdo, com uma atividade estritamente racional, torna possível ao produtor de idéias analisar se seu insight pouco ortodoxo, vindo do hemisfério direito, realmente contribui para a solução do problema. Por isso, segundo ele, a criatividade sempre tem a ver com o cérebro todo (KRAFT, 2004).

Assim, a criatividade tem relação com o cérebro todo (se ter ideias acontece do lado direito, avaliar e selecionar essas ideias é tarefa do lado esquerdo), é uma característica inata e ainda pode ser potencializada. Todos estes são fatores muito frutíferos para que tenhamos sempre a intenção de desenvolver nossas atividades do modo mais criativo possível, escapando dos modelos tradicionais.

De modo geral, tanto a atuação publicitária, quanto a formação de profissionais da área são tidos como lugares propícios para a criatividade. Porém não é exatamente assim que estes processos acontecem. Isso nos leva também a seguinte problemática: será que existe criatividade nas nossas práticas tanto no ensino, quanto no âmbito do trabalho em publicidade? No âmbito do trabalho, na atuação publicitária, no que se refere às práticas criativas, de acordo com Hansen (2015) o processo criativo em publicidade é de tripla subordinação: a prática de criação é submetida ao briefing, aos desejos do anunciante, ao diretor de criação. Isso faz com que sobre muito pouco para a inovação efetiva e, dessa forma, a maior parte da produção se configura como procedimentos intertextuais. Se trata de um processo mais da ordem da produtividade, que gera apenas um efeito de criatividade, não constituindo uma atividade livre do sujeito, mas sim uma adaptação de outros discursos (HANSEN, 2015).

Além disso, no podcast "Propaganda não é só isso aí" conduzido por Lucas Schuch, Spartakus Santiago revela ainda outra problemática:

Eu aprendi que o criativo no Brasil é um cara que tem que ser explorado, é normal ele não ter final de semana, é um cara que vira noite para poder Leão, é um cara que não tem vida, e eu queria ter vida. E, por isso, se é para trabalhar sendo um escravo moderno em uma gaiola de ouro aqui no Brasil, só com o status de falar que trabalha em Pinheiros, eu prefiro tentar outra coisa. (...) A nossa criatividade é usada na agência como se fosse uma mão de obra qualquer: eu criava layout me sentindo que eu tava criando hambúrguer do Mc [Donald's]... consumo de massa, eu me sentia desrespeitado, eu não podia recusar um job, eu não podia pedir um prazo (SANTIAGO, 2019).

A fala de Santiago revela um momento de diáspora da juventude criativa, que opta por abandonar as práticas da publicidade tradicionais, por identificar que se trata muito mais de produção do que de criação propriamente dita. Além disso, destaca que, ao longo dos anos, a publicidade, especialmente a criação publicitária, tornou-se um ambiente inóspito, pouco inspirador e até mesmo violento.

Mas e no âmbito acadêmico, onde teoricamente teríamos mais liberdade e possibilidades de inovação, por estarmos mais protegidos, será que somos efetivamente mais criativos?

Na pesquisa “O Ensino de Criação Publicitária” identificamos que não. O que percebemos investigando a sala de aula, por mais de cinco anos, é que reproduzimos fórmulas impedindo que a sala de aula se torne um ambiente efetivamente inovador. Percebemos ainda que a formação dos professores se dá no cotidiano da sala de aula e acaba por constrar a atuação a determinadas práticas. Metodologias aplicadas na sala de aula acabam por se repetir, de um professor para outro, ou de um semestre para o outro. (...) Isso seria razoável se não precisássemos fazer da nossa sala de aula um ambiente propício à criatividade. Nossa prática docente deve permitir inventividade. Mas nem sempre isso é possível. Sabemos do assoberbamento dos docentes e de todos os outros entraves a uma prática docente mais liberta. (HANSEN, PETERMANN, CORREA, 2015). O que encontramos na sala de aula foram muito mais linhas de continuidade (DELEUZE E GUATTARI, 1996), processos que se perpetuam, do que linhas de fuga (DELEUZE E GUATTARI, 1996), ou processos que se descontinuam para que outros possam ser descobertos.

Diante de todos esses conceitos e fatos, podemos nos questionar, onde efetivamente foi parar o nosso potencial criativo? Parece-nos que a sociedade preocupada com resultados exige mais esforço da metade esquerda do nosso cérebro. Assim, diante de um problema, optamos por recorrer o caminho já existente a desbravar um novo percurso: ou seja, temos uma forte tendência a buscar uma resposta correta. Isso explica também o pensamento falacioso de que seria mais criativa aquela pessoa com QI mais alto. QI não é sinônimo de criatividade porque essa característica está relacionada ao pensamento convergente e a necessidade de encontrar apenas uma resposta certa (KRAFT, 2004).

Por isso, para nós, torna-se interessante o pensamento de Guilford (1950) e sua análise da criatividade a partir das diferenças entre pensamento convergente e pensamento divergente. E, assim, percebemos a necessidade de, frente a um problema a ser solucionado, em detrimento de encontrar uma resposta correta, guiando-nos pelo pensamento convergente, buscarmos as muitas respostas certas: "Entra em cena o pensamento divergente, com a finalidade de produzir diversas soluções possíveis: avança-se para muitos lados. Tão logo seja necessário, ele muda de direção e leva com isso a uma pluralidade de respostas que podem ser, todas elas, corretas e adequadas". (GUILFORD, 1950). O pensamento divergente é como uma viagem de descobrimento que possa nos levar a todas as direções possíveis.

Kraft (2004) aponta para seis traços do pensamento divergente, embora ainda afirme que são derivados de estudos inconclusivos:

- 1) Fluência de ideias: aspecto quantitativo da criatividade. Ou quantas ideias e associações ocorrem para determinada pessoa, quando se apresenta a ela um novo conceito.
- 2) Pluralidade, flexibilidade: o critério aqui é encontrar o maior número possível de soluções diferentes.
- 3) Originalidade: aspecto qualitativo da ideia, ou seja, a capacidade de desenvolver possibilidades de solução peculiares.
- 4) Elaboração: define o talento de formular uma ideia e continuar desenvolvendo-a até que se torne solução concreta para um problema.

- 5) Sensibilidade para problemas: capacidade de perceber uma tarefa como tal e ao mesmo tempo identificar as dificuldades associadas a ela.
- 6) Redefinição: capacidade de perceber questões conhecidas sob um novo viés. A decomposição de um problema sob aspectos parciais ajuda a ver as coisas sob uma luz totalmente nova.

A partir do pensamento divergente e de seus traços, podemos refletir sobre o modo como podemos conduzir nossas atividades de ensino, pesquisa e extensão a partir de uma conduta diferente e mais criativa. Isso implica em relacionarmos o pensamento divergente ao pensamento rizomático, que utilizamos como metodologia em nossas atividades no grupo Nós Pesquisa Criativa. Veremos como fazer isso a seguir.

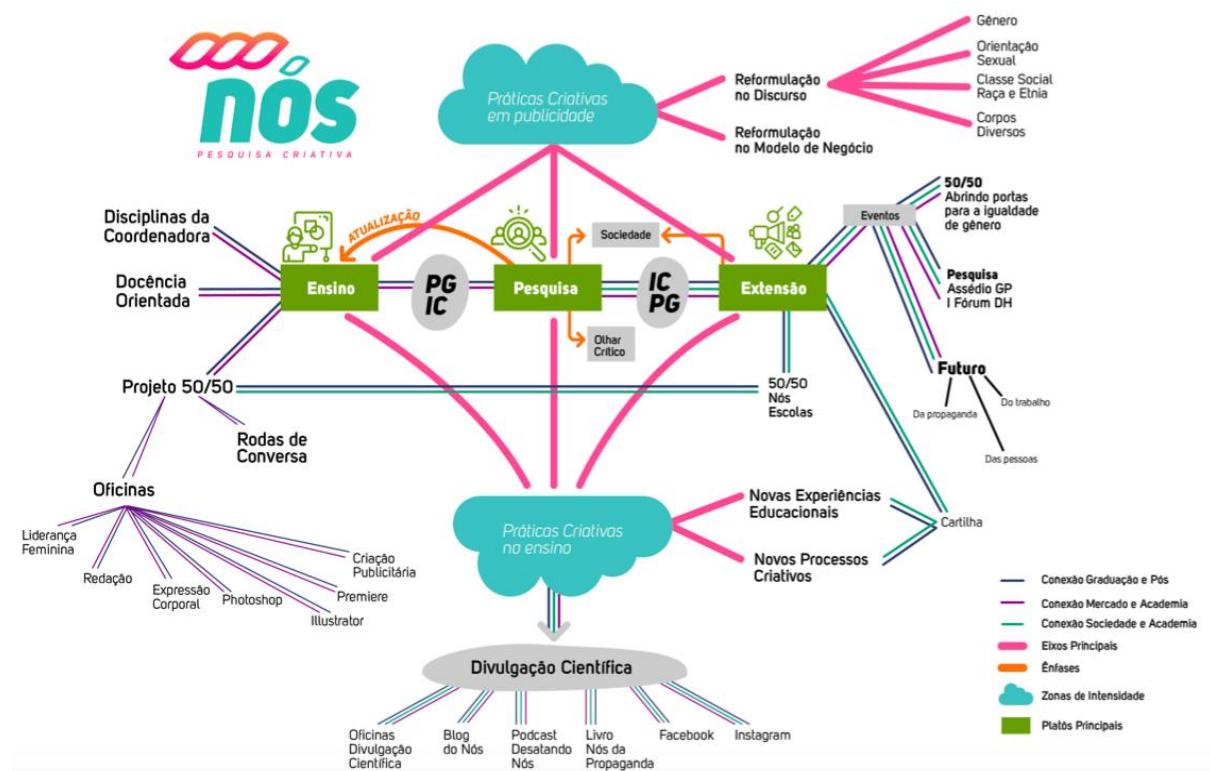
Que caminhos percorrer no ensino, na pesquisa e na extensão?

O exercício que procuramos fazer neste texto é de avaliação do modo como estamos desenvolvendo atividades de ensino, pesquisa e extensão no Nós Pesquisa Criativa. Avaliar no sentido de perceber se estamos procurando percorrer caminhos divergentes, primando pela criatividade ou se estamos repetindo processos institucionalizados que nos encaminham às mesmas respostas de sempre.

Nesse processo de avaliação desperta a atenção o fato de que a nossa habitual condução metodológica, guiada pelo pensamento rizomático (DELEUZE E GUATTARI, 1996) nos direciona também a um pensamento divergente em nossas pesquisas. Assim, o pensamento rizomático surge como possibilidade, pois é a partir de processos cartográficos que buscamos por respostas múltiplas. E isso significa não apenas buscar respostas múltiplas, mas também fazer perguntas múltiplas. E mais do que isso: é combinar platôs, procurando em um a resposta do outro e fazer perguntas sobre um para responder de forma ainda mais múltipla sobre o outro. Relacionando os nossos platôs principais (ensino, pesquisa e extensão) resultamos em uma combinação da seguinte ordem: procurar respostas múltiplas e fazer perguntas múltiplas na pesquisa, no ensino e na extensão. E, além disso, procurar respostas múltiplas e fazer perguntas múltiplas da pesquisa no ensino, da pesquisa na extensão, da extensão na pesquisa, da extensão no ensino, do ensino na pesquisa, do ensino na extensão. Encontramos, assim, como saída principal, o fato

de assumirmos o pensamento rizomático (DELEUZE e GUATTARI, 1996) como sendo capaz de promover o pensamento complexo e divergente sobre o tema, permitindo também que elaboremos estratégias criativas. Com isso, o rizoma principal se estabelece da seguinte forma:

Figura 1 – Mapa rizomático das atividades de ensino, pesquisa e extensão do Nós Pesquisa Criativa.



Fonte: elaboração própria.

O rizoma fica, então, constituído por duas zonas de intensidade (práticas criativas em publicidade e práticas criativas no ensino), três platôs principais (ensino, pesquisa e extensão), três ênfases (atualização, olhar crítico e foco na sociedade), vários eixos principais que conectam as zonas de intensidade aos platôs, mudando a sua natureza, além de três tipos de conexões diferentes: entre a graduação e a pós-graduação, entre o mercado e a academia, entre a sociedade e a academia. Essa estrutura rizomática permite que sejam desenvolvidas estratégias que agregam índices de criatividade em nossas atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Dentre as principais estratégias, destaco o projeto de ensino 50|50 - Igualdade de gênero no ensino e no mercado publicitário. O projeto 50/50 é inspirado nos projetos Think Eva e no 65/10, e tem como objetivo promover a igualdade de gênero no ensino e no mercado publicitário. A história do projeto é a seguinte: Na última edição do Festival Mundial de Gramado, no ano de 2017, que possuía como tema “Nunca a diferença fez tanta diferença”, e que pretendia discutir, inclusive, questões referentes ao fato de ser o mercado publicitário essencialmente masculino, o line-up do congresso esteve constituído por palestras de 29 profissionais: destes 25 eram homens e apenas 4 eram mulheres. As mulheres foram convidadas apenas para o debate de gênero, que esteve configurado em um dos painéis do Festival, enquanto que os homens foram chamados para discutir questões de negócios do mundo da propaganda, em todos os demais painéis. Este fato foi de extrema relevância e inquietação na construção deste projeto que tem como objetivo central problematizar a configuração de gênero na propaganda, tanto no meio acadêmico, quanto no mercado de trabalho, oferecendo visibilidade para o assunto e, principalmente, promovendo ações no ambiente acadêmico, visando que estas se reflitam no mercado publicitário e, consequentemente, na sociedade. Na medida em que tivermos uma representação mais diversa, em termos de gênero, podemos acreditar na melhoria do ensino e do cenário publicitário brasileiro, possibilitando visões mais amplas e, principalmente, uma melhor representação das mulheres nos conteúdos midiáticos. No ano de 2019, além de oficinas de capacitação com as estudantes do curso de publicidade e propaganda, o projeto deu continuidade a um ciclo de atuação em escolas da cidade de Santa Maria, provendo junto aos estudantes do ensino médio discussões sobre questões de gênero, publicidade, educação para mídia e futuro do trabalho.

Outra estratégia que merece destaque é a organização do evento "Qual seu Futuro com a Propaganda?". Evento esse que se configurou como uma tarde de debates, aproximando academia e mercado, sobre o futuro da propaganda, e que aconteceu no dia 22 de março de 2019 no Inovabra em São Paulo. Este evento foi totalmente organizado pelo Nós Pesquisa Criativa e reuniu profissionais do mercado, docentes e discentes para pensar sobre o futuro da propaganda em três painéis: 1) Futuro do Ensino com Alexandra Lassance, sócia da Agência Portland; Bruno

Höera, sócio fundador da Agência Portland; Bruno Pompeu, doutor e mestre em Ciências da Comunicação (PPGCOM-USP); Vander Casaqui, Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em Comunicação Social da Universidade Metodista de São Paulo; Fábio Hansen, Professor na UFPR, Rafaela Barish, estudante da ECA-USP; Marcelo Marcelino, estudante da ECA - USP 2). Inovações no Futuro com Daniel Gasparetti, Diretor Executivo de Estratégia na Mutato; Lucas Schuch mestrando em Comunicação pela UFSM; Felipe Silva, redator na Young & Rubicam Brasil; Rodrigo Silva, Diretor de Negócios da Brave; Lina Moreira, Professora na Faculdade Paulista de Comunicação; Angelina Sinato, Professora na Universidade Presbiteriana Mackenzie. 3) Futuro da pessoas com Thais Fabris, co-fundadora da 65/10; Eduardo Zanelato, Market Engagement & Culture Director na Mutato; Robson Rodriguez, publicitário; Letícia Guedes, da área de Publicidade e Marketing Digital; Wagner Soares, assistente de arte na Artplan; Mirtes de Moraes, Professora na Universidade Presbiteriana Mackenzie; Juliana Petermann, Professora da UFSM.

Também no ano de 2019 organizamos o evento EntreNós. O EntreNós é um evento criado para ser de periodicidade anual. Neste ano, em sua primeira edição, o evento contou com as seguintes atividades: Um bate papo com a publicitária Hallana Vitória sobre o tema “E não sou eu mulher? Reflexões sobre a representação e identidade das profissionais afro-brasileiras no mercado publicitário”; com o lançamento do Livro “Publicidade em Xeque - Práticas de Contestação dos Anúncios” da professora Dra. Laura Wotrich da UFRGS; com o lançamento do livro “Nós da Propaganda”, organizado por Juliana Petermann, Lucas Schuch e Arion Fernandes do Grupo Nós Pesquisa Criativa; com o Lançamento do Podcast “Desatando - Nós da Propaganda” (Desatando é o podcast do Grupo Nós Pesquisa Criativa: Participantes trazem os temas das suas pesquisas sobre publicidade e discutem o futuro da indústria da comunicação). Esse evento ocorreu no 02/12/2019 às 17h e 30min, no Auditório da SEDUFSM - André Marques, 665.

Todas estas atividades uniram atividades de ensino, pesquisa e extensão, além de contemplar a participação de estudantes de pós-graduação e de graduação, atuando em nossas três ênfases (atualização, olhar crítico e foco na sociedade). Além disso, todas essas estratégias tiveram grandes esforços na divulgação

científica, a partir de: oficinas, blog do grupo, podcast Desatando Nós, Livro Nós da Propaganda, Página de Facebook, Instagram e site do Grupo de pesquisa.

Além das estratégias que elaboramos, podemos ainda guiarmos pelas dicas de Kraft (2004), que incentivam o pensamento criativo, possibilitando dar mais abrangência ao pensamento divergente. Abaixo elencamos, a partir do autor, esses quatro itens:

- 1) Descobrir e espantar-se: procure encontrar algo que lhe cause admiração. pessoas criativas conservam por toda vida espírito investigativo e curiosidade infantil. diante disso, é importante questionar até os conhecimentos que parecem seguros.
- 2) Motivação: nem todo tema ou atividade entusiasmam as pessoas na mesma medida. No pensamento criativo a motivação precisa estar em ordem, já que á preciso fazer alguns esforços. A inspiração aparece quando uma área prende muito a atenção. Assim que sentir uma centelha de interesse, siga a pista. E se algo não o motiva, melhor manter a distância.
- 3) Coragem e liberdade de pensamento: Frases como "Mas sempre fizemos assim..." acabam com a motivação. A criatividade exige a coragem de suplantar proibições ao pensamento e de olhar mais de perto ideias que em princípio parecem despropositadas - isso tudo sob o signo do inconformismo.
- 4) Tranqüilidade e descontração: Reserve um pouco de tempo para sonhar acordado e refletir, aí podem vir as melhores ideias. Procure oportunidades para relaxar e aproveite-as de maneira consciente. Pressão é algo que bloqueia a atividade criativa.

Considerações finais

Como vimos, de acordo com Kraft (2004), são as condições da sociedade moderna, com foco em resultados, que exigem especialmente as qualidades da metade esquerda do cérebro, ou seja, pensamento lógico orientado a um fim, como,

por exemplo, habilidades matemáticas e talento para línguas. De acordo com o autor, internalizamos, cada vez mais, essa maneira de agir e colocamos em segundo plano o potencial criativo, pois o cérebro acostuma-se; e diante de um problema prefere recorrer ao que já conhece, em vez de trilhar caminhos novos. Isso fez com que criássemos a tendência de procurar rapidamente uma resposta certa, gerando certa ansiedade até que se chegue a esta resposta. Ficamos desconfortáveis com esse tempo à deriva, que seria justamente o momento necessário para que permitíssemos o fluir de outras ideias, escapando dos modos tradicionais de execução das atividades.

No caso do Nós Pesquisa Criativa, entendemos que ainda precisamos aprimorar os processos de criação, porém o fato de utilizarmos a cartografia e o pensamento rizomático como metodologia, já nos permite vivenciar de forma mais subjetiva os percursos, aceitando o devir do surgimento das ideias. Deixamo-nos surpreender pelos próprios processos e pelas respostas múltiplas que são geradas no trabalho rizomático e isso permite, por exemplo, que em percursos de pesquisa encontremos soluções para a extensão ou vice-versa. Ou ainda, que em percursos do ensino nos deparamos com questões que devem ser tratadas via projetos de extensão.

É importante lembrar que o exercício da criatividade deve ser uma tomada de decisão e um movimento de atenção, pois é bastante cômodo criarmos padrões e repetições nas atividades que desempenhamos. No entanto, buscar uma atuação mais criativa também pode ser algo com o qual podemos nos acostumar. Assim, a cada problema a ser resolvido uma postura consciente que questione: "como estamos buscando essa resposta?", "há apenas uma resposta possível?", "quais outros caminhos poderíamos percorrer na busca por outras soluções?", estamos dando o tempo necessário para o fluir de novas ideias?", "a deriva do processo criativo nos gera ansiedade?", "como podemos lidar com isso?". São algumas perguntas pertinentes, que conservam a nossa atenção e garantem a nossa busca por um fluir de múltiplas respostas, acionando o pensamento divergente.

Referências

- DELEUZE, G.; GUATARRI, F. **Mill Platôs** – capitalismo e esquizofrenia. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1996.
- DE MASI, D. **O ócio criativo**. São Paulo: Editora Sextante, 2000.
- GAZZANIGA, M.; HEATHERTON, T.; HALPERN, D. **Ciência Psicológica**. São Paulo: Artmed, 2018.
- GUILFORD, J. P. Creativity. **American Psychologist**, v. 5, n. 9, p. 444-454, 1950.
- HANSEN, F. A criatividade em jogo: paráfrase e polissemia no processo de produção do discurso publicitário. **Rumores**, v. 9, n. 18, 2015, p. 185-203. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.1982-677X.rum.2015.90001>. Acesso em 12 set 2019.
- HANSEN, F.; PETERMANN, J; CORREA, R. S. Resistência ao habitus docente no ensino de criação publicitária: tomada de posição por um ensino disruptivo. In: **Anais do 40º Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação**. Disponível em: <<http://portalintercom.org.br/anais/nacional2017/resumos/R12-0555-1.pdf>> Acesso em 12 set 2019.
- KRAFT, U. Em busca do gênio da lâmpada. **Revista Mente & Cérebro**, edição 142, nov, 2004.
- SANTIAGO, Spartakus. Santa Maria. **Podcast propaganda não é só isso aí**. 30 jun. 2016 Entrevista a Lucas Schuch.
- WARD, T.; SMITH, S.; FINKE, R. **Creativity and the Mind: Discovering the Genius Within**. Perseus Publishing, 1995.
- WINNICOT, D. W. **O brincar e a realidade**. Rio de Janeiro: Imago, 1975.

A fotografia; objeto das artes visuais e seus possíveis encontros com a pesquisa científica.

Darci Raquel Fonseca

RESUMO: Este artigo tem por objetivo abordar o lugar da fotografia na pesquisa contemporânea da arte. Tentacular, a fotografia se encontra no centro de inúmeras pesquisas atuais, mostrando sua pertinência como objeto de pesquisa no cruzamento da arte, ciência e tecnologia. Em pesquisas transdisciplinares, a fotografia ocupa um lugar privilegiado na elaboração textual científica, pelo seu poder de revelação. Ela indica pistas em ações destinadas à sustentabilidade da natureza e sensibiliza pelo conteúdo estético, a exemplo das pesquisas mencionadas.

Palavras-chave: Fotografia. Arte contemporânea. Transdisciplinaridade. Sustentabilidade.

A linha de pesquisa em Arte e tecnologia dos cursos de Mestrado e Doutorado do PPGART/UFSM tem realizado, com intensidade e compromisso, pesquisas em poéticas associadas às mídias digitais e tradicionais de criação artística da atualidade, assim como conteúdos teóricos, análises críticas e histórica, servindo-se de meios tecnológicos digitais para fazer e pensar a arte na contemporaneidade. Nesta linha de pesquisa criações diversas e reflexões profundas são desenvolvidas, favorecidas pelo encontro da pesquisa em arte com outras disciplinas de conhecimento, confirmando o interesse das propostas multidisciplinares em Arte, Ciência e tecnologia. A fotografia se encontra no centro de grande número das pesquisas atuais, revelando e mostrando pistas para novos conhecimentos. É certo dizer que a fotografia nasce da confluência da arte, ciência e tecnologia e se complaz no encontro desses três campos de pesquisa. Se o

conhecimento da imagem projetada causou grande impacto visível como revela Platão na sua Alegoria da Caverna, foi somente em 1822 que pesquisadores e cientistas encontraram a solução para a estabilização da imagem por procedimentos químicos. Graças aos trabalhos de Nièpce Nicéphore e Jean Jacques Mandé Daguerre na França, qu Daguerreótipo, uma imagem única pode ser apresentada à Academia de ciências, no Governo de Aragon, que a colocou no domínio público. Ao mesmo tempo, na Inglaterra, Henri Fox Talbot pesquisou formas de impressão através da luz e fotogramas nomeados por ele de desenho fotogênico. Vemos que, antes de se chamar fotografia, este procedimento de escrita com a luz deu origem à criação de imagens fotogênicas. Então, não é por acaso que a fotografia se encontra integrada às pesquisas científicas de maneira intensa: pesquisa científica movida pelo desejo de estabilização da imagem pelo processo químico que tardou muito a ser concretizado. Voltando à fotografia, antes de ser assim chamada, chamou-se fotogenia. A pesquisa me levou a questionar o que é fotogenia e como este conceito estético da fotografia se desloca para outras atividades humanas que, em princípio, nada tem a ver com ela. Neste caso, antes de mais nada, cabe perguntar: o que é fotogenia?

Fotogênico consiste na palavra "luz" (phos), adicionada à raiz grega (gen) engendrar. Logo, tudo o que a luz gera é fotogênico e a fotogenia pode se manifestar de diferentes maneiras, sabendo-se que uma radiografia e um scanner são fotogênicos, assim como encontramos na natureza peixes, insetos luminescentes, ou seja, fotogênicos. Qualquer corpo que projete luz é um corpo fotogênico. Como vimos, a natureza possui animais bioluminescentes (fotogênicos), com luminescência constante ou ativadas de acordo com as circunstâncias. Podemos indicar dois exemplos: o vaga-lume e as luciolas, entre os mais conhecidos. Ambos confirmam que corpos luminescentes, portanto fotogênicos, existem fora da fotogenia de corpos fotografados. Este esclarecimento torna-se necessário, considerando que permite explicar as abordagens prático-teóricas da fotogenia e suas implicações estéticas. Se a fotografia é concomitante com o nascimento da fotogenia, essa mantém, por seu enigma, o desejo de sua prática.

Assim, a fotogenia me levou à cirurgia estética, numa tentativa de verificação do lugar da fotografia como objeto da pesquisa em poéticas visuais, no encontro com o conhecimento científico e o aporte de sua visibilidade para além do círculo fechado da academia. Tendo o retrato fotográfico como objeto de minha proposta, pesquisei o lugar do retrato na cirurgia estética. A presença do retrato do paciente no bloco operatório é, no mínimo, paradoxal, uma vez que a transmutação da realidade em fotografia não é a mesma que o cirurgião opera no paciente. Entre a imagem feita com a câmera e a forma dada ao corpo com o bisturi existe um fosso bem grande. Intrigada, busquei saber onde este objeto da arte se encontra com a medicina. A fotografia não serve de diagnóstico, mas é um objeto de convencimento, uma prova do antes e depois na confrontação do paciente com a nova imagem talhada na carne. Mas o que as aproxima? A imagem as aproxima. A fotografia e a cirurgia estética se saciam na mesma fonte, ou seja, no desejo de transformação da aparência sustentada pela luz que todo corpo reflete. Nesse sentido, a cirurgia se vale do conceito de fotogenia para tratar o corpo doente de sua aparência, devolvendo-lhe o viço atenuado pelo tempo que passa. Em particular, o rosto é operado para refletir melhor a luz que ele recebe. Assim como no retrato fotográfico, a cirurgia estética se baseia no olhar e trabalha a aparência. Ambas nos oferecem a ilusão de parecermos diferentes do que somos. No entanto, devemos levar em conta que o olhar científico e o olhar fotográfico sobre o corpo nada mais são do que uma objetividade subjetiva. A arte, a ciência e a tecnologia trabalham e, às vezes, cruzam-se onde as imagens se impõem e propõem mutações profundas. Esta pesquisa nos levou a ver como a fotogenia se enlaça à ação do homem sobre seu corpo, conduzindo às múltiplas buscas de sua unicidade subjetiva.

A serviço da medicina, a fotografia em função de sua objetividade, na verdade ilusória, torna-se uma peça à convicção, um meio por excelência de introdução à visibilidade das coisas que o nosso olhar distraído não veria. A cirurgia estética, como especialidade, serve-se melhor que outras do protocolo fotográfico, visto que ela mesma, como técnica cirúrgica, baseia-se no olhar e trata a aparência. Incomparáveis na prática, mas tão próximas quanto o desejo dos protagonistas implicados de serem vistos diferentes.

Das pranchas de Vésales à nanotecnologia, o progresso da ciência e da Medicina é uma realidade a ser levada a sério, uma vez que, atualmente, tudo parece ser possível; do infinitamente pequeno ao infinitamente grande, a imagem está presente e acompanha a evolução tecnológica que visa descobrir o segredo da natureza e, em primeiro lugar, do homem. Rapidamente compreendemos que a imagem seria complementar às novas ideias e que seu papel na evolução tecnológica é, sem dúvida, de grande importância; a ciência lida com conceitos objetivos, mas precisa da imaginação e da magia da imagem para continuar seu progresso.

Tentacular, a fotografia se encontra no centro de inúmeras pesquisas contemporâneas, mostrando a capacidade visível do que revela. Facilitada pela tecnologia digital, a fotografia se desloca e se encontra com a pesquisa científica onde se estabelece uma colaboração efetiva. Nas pesquisas colaborativas, a fotografia como objeto da arte sensibiliza e, ao mesmo tempo, se enriquece com o conhecimento específico da pesquisa científica. Colaborar significa respeitar o campo de ação de cada um, pois a arte não poderá trabalhar os objetos da ciência e a ciência tão pouco colocará o sensível onde a objetividade é necessária, ainda que os objetos da ciências comportem um conteúdo estético apreciável. A tecnologia digital favoreceu muito a proximidade da ciência com a arte. No entanto, do ponto de vista prático, meu é trabalho é poético, nada tem a ver com a ciência que também se serve da tecnologia no estudo da natureza. Pois a ciência trabalha com rigor técnico e a arte utiliza a técnica para trabalhar o sensível, conforme escreve Monique Sicard¹.

Meu interesse pela pesquisa multidisciplinar prossegue impulsionado pelo trabalho fotográfico. Há algum tempo que fotografo as gramíneas e as florezinhas que nascem aqui e ali, e elas me levaram à biologia vegetal. Esta pesquisa fotográfica, nomeada genéricamente «Flor de Capim», título comporta a singeleza de uma natureza que quase não é vista por olhos comuns, mas que a fotografia revela com força, nos fazendo ver a beleza contidão nas minúsculas flores, não me pareceu poético. Esta pesquisa encerra tanto as questões da arte como os

¹ SICARD, Monique, **Chercheurs ou artistes**, Paris, Editions Autrement. n. 158, 1995.

problemas de sustentabilidade. Trata-se de problema que devemos abordar seriamente, considerando a realidade do aquecimento global que nos afeta diretamente. A fotografia pode sensibilizar e abrir caminhos, enquanto a ciência buscará o conhecimento objetivo para tratar da mesma questão. Com a colaboração da professora Liliane Essi², da biologia vegetal, a pesquisa colaborativa se encontra ainda em fase embrionária, mas já com algumas imagens de grande interesse para o conhecimento do bioma do entorno de Santa Maria. As fotografias abaixo deixam pressentir o fazer poético ancorado no conhecimento que a biologia vegetal oferece, sem perder a função estética das aparências representadas.

Figura 1 – Fotografia móvel–imagens vistas através da lupa do microscópio



Fonte: Raquel Fonseca, 2019.

No entanto, as fotografias nos ensinam a ver para além da aparência estética que as constituem, pois o poder de revelação extrapola o seu conteúdo visível. Uma só fotografia sem uma destinação precisa já é capaz de informar, sensibilizar e nos dar prazer estético. Como objeto de uma pesquisa transdisciplinar ela pode muito, informando e indicando pistas em ações de colaboração mútua pela sua capacidade em atender objetivos específicos em diferentes projetos. No que diz respeito à sustentabilidade, ela indica pistas, ensina a ver a natureza e, ao mesmo tempo,

² ESSI, Liliana, Docente da Universidade Federal de Santa Maria na área de Botânica, tem experiência nas áreas de Taxonomia e Filogenia Molecular, atuando principalmente em estudos taxonômicos, sistemáticos e evolutivos com gramíneas hibernais. Possui especial interesse em investigações envolvendo plantas ameaçadas de extinção e marcadores moleculares. Colabora em estudos envolvendo plantas invasoras, medicinais e estudos florísticos locais. Atualmente, é curadora do herbário SMDB do Jardim Botânico da UFSM. É docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia da UFSM (mestrado).

anima o pensamento em busca de conhecimento e de possíveis soluções para os problemas ambientais com os quais hoje nos confrontamos. Com a fotografia, apreendemos o reflexo desse sopro energético da luz, através do qual a natureza se transforma em natureza artificializada pela arte. Aprofundando a questão, é através da imagem que a ciência explora a invisibilidade da flora, ou seja, o que não vemos naturalmente.

Figura 2 – Fotografia móvel e imagens de microscópio feitas com aparelho celular



Fonte: Raquel Fonseca, 2019.

Logo, a visibilidade que a ciência biológica busca tem outra função, e parte do que ela visualiza e descobre na invisibilidade da gênese das espécies naturais constui para a fotografia objetos da arte. A beleza reside também aí, quando o microscópio revela o que para os leigos é obscuro. Segundo a professora de biologia vegetal, Liliana Essi, que revisita a flora de Santa Maria, além do interesse científico, a flora revela um componente estético das plantas que a fotografia sabe valorizar, particularmente, aspecto invisível para uma grande maioria de pessoas.

Junto a professora Liliane Essi, coordenadora do grupo de pesquisa **Flora de Santa Maria revisitada - Angiospermas**, muitos pesquisadores preocupados com a flora desta localidade participam ativamente, fotografando as mais variadas espécies de flores e plantas. Este grupo realiza um trabalho interessante de inventário da flora no entorno de Santa Maria, localidade que se encontra entre dois biomas importantes: o Bioma Mata Atlântica e o Bioma Pampa. Para Liliane Essi, essa natureza « revisitada » tem sido também uma *redescoberta*. Para os organizadores do projeto, participantes, e até mesmo para pessoas que acompanham de longe as

expedições através de fotos ou notícias sobre o projeto, certificam que esta pesquisa é uma oportunidade de integração e de despertar do olhar para as plantas, em especial, às pequenas, cuja discrição as torna, muitas vezes, despercebidas. As revisões de 23 famílias já foram concluídas e os levantamentos não param. Concomitante ao levantamento científico, meu trabalho fotográfico, por ser artístico, não exclui o conteúdo estético das plantas fotografadas. Texturas, cor e movimento, período de inflorescência, essas plantas revelam uma beleza de outra ordem, e, por tal razão, nos surpreendem. As flores de gramíneas, por serem minúsculas e de delicadeza ímpar, passariam despercebidas se a fotografia ou a macrofotografia não as tornasse visíveis. Logo, o fato de torná-las visíveis gera conhecimento e, consequentemente, contribui para que este bioma seja sustentável.

In fini, meu interesse por este tipo de flor, minúscula e aparentemente insignificante como as flores de capim e gramíneas, se dá pela importância real na cadeia natural do bioma. A discreção destas plantas reforça esse interesse, pois, para fotografá-las, a proximidade é uma exigência que cria condições necessárias à descoberta de uma beleza inusitada, mas nem sempre vista. A partir da presente observação, a sustentabilidade entra em jogo na intensidade de quem olha o pequeno, o aparentemente banal a ser colocado no centro da visibilidade fotográfica que, en resumo, defende sua causa. É assim que plantas e flores do Bioma do entorno de Santa Maria são fotografadas e contribuem com o que a ciência revisita e estuda. Contudo, o que a biologia estuda, a princípio, nada tem a ver com o que a arte da fotografia realiza. Se a biologia vegetal esclarece com seu conhecimento específico, a fotografia, com seu particular saber transformador, torna visível e propaga com muita abrangência inclusive os conteúdos visíveis que a ciência, quase sempre, preserva na sua área restrita. A fotografia tem esse poder de revelação e contempla os dois campos da pesquisa aqui mencionados. Conhecer a flora é o caminho para protegê-la, promovendo ações e atitudes sustentáveis.

Enquanto se espera uma adequação do desenvolvimento econômico com a sustentabilidade sem submeter um e outro a grandes prejuízos, a fotografia continua sua função, ou seja, fazer ver com os olhos da sensibilidade estética o que os discursos penam a dizer. Enquanto a Terra continua sendo ferida à espera de

atitudes políticas que tardam a vir com resoluções efetivas, a humanidade consciente toma em mãos um problema de interesse de todos, manifestando e agindo em prol de ações que, se não podem eliminar, tentam minimizar os efeitos do aquecimento global. Devemos todos apoiar este grito da imagem que não pode calar, na expectativa que a exuberância da natureza não se limite ao que a fotografia preserva.

Referências

- BOFF Leonardo. **Sustentabilidade**. Petrópolis, Editora Vozes, 2016.
- DELEUZE, Gilles. **Image-Temps**. São Paulo, Editora Brasiliense, 1990.
- DIDI-HUBERMAN, Georges. **O que vemos, o que nos olha**. São Paulo, Editora 34, 2005.
- FERRY, Luc. **A nova ordem ecológica**. Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, 2009.
- FONSECA, Raquel. **Natureza que nos olha**. Focus, UFSM, p.14, 2016.
- RANCIÈRE, Jacques. **Le partage du sensible**. Paris, La Fabrique Editions, 1998.
- SiCARD, Monique. **Chercheurs ou artistes**. Paris, Editions Autrement N. 158, 1995,

MINI BIOGRAFIA

Darci Raquel Fonseca é doutora em Estética, Ciências e Tecnologia das Artes, especialidade em Artes Visuais/Fotografia, pela Universidade de Paris 8/UFRJ. Mestre em Estética na Paris I-Panthéon Sorbonne. Professora pesquisadora do programa de pós graduação mestrado e doutorado PPGART/UFSM, diretora da Editora do PPGART, coordenadora do LabFoto/CNPQ (Laboratório de pesquisa em fotografia), membro do grupo Flora de Santa Maria revisitada – Angiospermas. Expõe na França e em outros países. Publica em revistas, livros, jornais e cartões postais. Tem uma série de fotos adquirida pela BNF (Biblioteca Nacional da França). Publicou o livro *Portrait et Photogenie: Photographie et chirurgie esthétique*, Editora l'Harmattan, Paris, 2015.

Biossegurança aplicada aos biotérios

Sônia de Avila Botton^{1a},
Luís Antonio Sangioni¹
Daniela Isabel Brayer Pereira²

¹Professor Associado do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, do Centro de Ciências Rurais, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Tutor/Preceptor do Programa de Residência Multiprofissional em Saúde e em Área Profissional da Saúde/Medicina Veterinária, Orientador dos Programas de Pós-graduação em Medicina Veterinária e de ^aCiências Farmacêuticas/UFSM.

²Professor Associado do Departamento de Microbiologia e Parasitologia, do Instituto de Biologia, da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Orientador do Programa de Pós-graduação em Microbiologia e Parasitologia/UFPel.

Considerações iniciais

Por muito tempo, os profissionais de distintas áreas científicas, especialmente na medicina, empregaram modelos animais para melhor entender o funcionamento dos diferentes órgãos e sistemas, desenvolver e aprimorar as técnicas cirúrgicas e as formas de tratamento para diversas enfermidades no homem e nos animais. Sendo assim, as experiências empregando animais foram (e ainda são) fundamentais para a expansão do conhecimento e importantes para novas descobertas na ciência, principalmente em prol da humanidade e de muitas espécies domésticas de animais (ressaltando os *pets* e animais de produção pecuária) (Figura 1). Os animais comumente empregados nos experimentos científicos incluem espécies adequadas à criação em cativeiro (biotérios), tais como: os roedores (camundongos, ratos, cobaias, chinchilas, entre outros), animais de pequeno porte (cães, gatos, aves, coelhos), de médio porte (pequenos ruminantes e suínos), de grande porte (bovinos, equinos), primatas não-humanos, répteis (serpentes, lagartos), anfíbios (sapos) e peixes (“zebrafish”). Para fins científicos, os animais necessitam ser mantidos nas melhores condições de saúde e higiene, dentro da legislação relacionada ao bem-estar animal e de biossegurança.

No Brasil, em 2014, o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, reconheceu

outros métodos alternativos. Esses métodos têm por objetivo reduzir o número de animais usados em pesquisas, seguindo as recomendações internacionais dos “3Rs” (princípios que incluem: refinamento, redução e substituição nas técnicas de experimentação científica). Há estudos que buscam a substituição para a experimentação animal. Entre estas alternativas existem as propostas de modelos celulares *in vitro* (culturas de células), uso de animais não mamíferos (vertebrados - anfíbios, peixes, répteis e pássaros e os invertebrados - os insetos), parasitos (*Caenorhabditis elegans*) e micro-organismos (bactérias, vírus e fungos), bem como os sistemas matemáticos computadorizados, entre outros. A utilização de métodos alternativos vem acontecendo em diversas instituições de pesquisa e de ensino pelo mundo. Se, por um lado, não é possível substituir totalmente os animais nos experimentos, os organismos modelos representam um avanço nessa direção. Todavia, os métodos alternativos podem complementar o estudo com os cobaias tradicionais, tendo em vista que, no presente momento, a substituição dos experimentos com animais ainda não é possível. Desta forma, recomenda-se seguir as orientações preconizadas pelas comissões institucionais que regulamentam o uso de animais (CEUA) vinculadas ao CONCEA, visando incentivar a adoção dos princípios universais dos “3 Rs” envolvendo o ensino e a pesquisa científica.

Figura 1 – Importância dos animais na pesquisa científica. Diversas espécies de animais desempenham papel fundamental em pesquisas científicas nas diversas áreas do conhecimento, incluindo o desenvolvimento de: terapias, técnicas cirúrgicas, imunobiológicos e auxiliando a salvar vidas de seres humanos e animais. (Fonte das imagens: Pixabay - <https://pixabay.com/pt/>; Burst/Shopify - <https://pt.shopify.com/burst>).

IMPORTÂNCIA DOS ANIMAIS NA PESQUISA

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▶ Camundongo: <i>Mus musculus</i>
(pesquisa de doenças, desenvolvimento de anticorpos, testes de vacinas) ▶ Cobaio: <i>Cavia porcellus</i> (porquinho da índia)
(controle de qualidade de vacinas e soros) ▶ Gerbil: <i>Meriones unguiculatus</i>
(pesquisa de infecções parasitárias, Ex. toxoplasmose, neosporose) ▶ Rato: <i>Rattus norvegicus</i> (ratazana)
(patogenia de doenças, estudo de fertilidade, pesquisa de fármacos, vacinas) ▶ Coelho: <i>Oryctolagus cuniculus</i>
(desenvolvimentos de imunobiológicos) | 



 |
| <ul style="list-style-type: none"> ▶ Suíno: <i>Sus scrofa</i>
(pesquisa de doenças, desenvolvimentos de técnicas cirúrgicas e órgãos para transplantes, imunobiológicos) ▶ Cão: <i>Canis familiares</i>
(desenvolvimento de técnicas cirúrgicas, fármacos e imunobiológicos) ▶ Cavalo: <i>Equus caballus</i>
(pesquisa e desenvolvimento de imunobiológicos) | 

 |

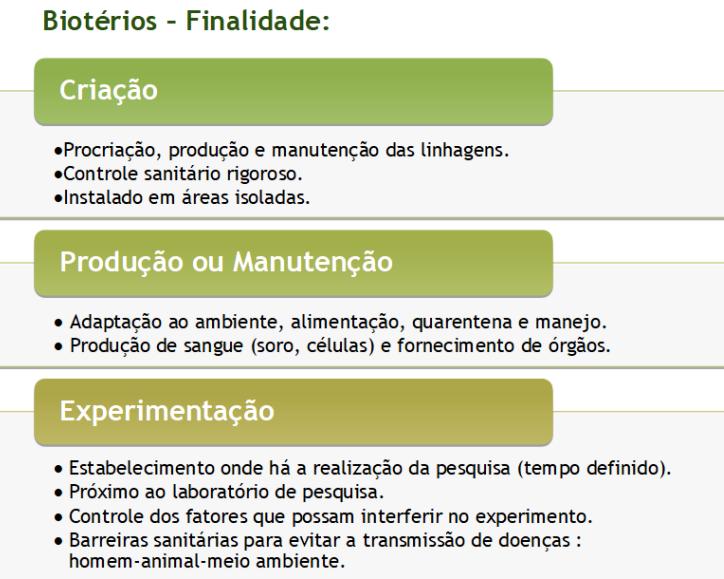
Os **biotérios** são instalações capazes de produzir e manter espécies de animais para ensino e pesquisa em diferentes áreas da ciência. Independente da espécie ou linhagem utilizada é importante que o manejo e a manutenção dos animais estejam de acordo com os princípios éticos na experimentação animal. A **biossegurança** é uma ciência contemporânea e emergente que se refere as ações voltadas para prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços, as quais podem comprometer a saúde do homem, dos animais, do meio ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos nas diferentes áreas. Aliada às preocupações e às legislações sobre o uso de animais de laboratório, a biossegurança também se ocupa com o bem-estar e a segurança das pessoas que manuseiam os animais de laboratório, uma vez que os indivíduos estão expostos

aos riscos: biológicos, físicos, químicos, ergonômicos e de acidentes. Desta forma, os indivíduos que estão em contato com animais podem adquirir doenças ocupacionais, quer seja pela presença de contaminações com agentes de potenciais zoonóticos, desenvolvimento de alergias, a ocorrência de acidentes, dentre outros fatores. A prevenção dos riscos requer a aplicação de avanços tecnológicos tanto no desenho do biotério, quanto nas rotinas de trabalho. Esta temática traz a necessidade de informações, a formação e treinamentos em biossegurança dos indivíduos que atuam nos biotérios.

Classificação dos biotérios

Os tipos de biotérios, segundo sua finalidade, são classificados em: a) **biotérios de criação** - onde são produzidas e mantidas as matrizes e reprodutores das linhagens, com controle rigoroso da saúde dos animais e esquemas especiais de acasalamento para manutenção das características genética e assegurando os padrões de qualidade; b) **biotérios de produção ou manutenção** - onde são criados os animais para atender as pesquisas, recebendo matrizes e reprodutores dos biotérios de criação; e, c) **biotérios de experimentação** - destinados a receber os animais dos biotérios de produção para utilizá-los em atividades de experimentação (Figura 2). Os cuidados com o ambiente (macro e microambiente), bem como as condições higiênico-sanitárias num biotério, são indispensáveis para não haver interferência nos resultados das pesquisas, garantindo a qualidade dos resultados e evitando a repetição desnecessária do experimento com os animais.

Figura 2 – Classificação dos biotérios quanto a finalidade.



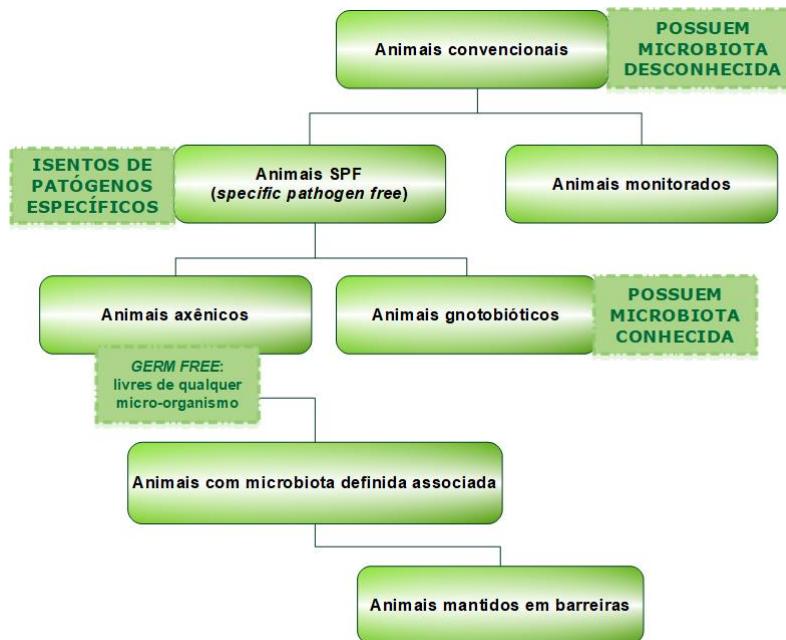
Os animais produzidos com a finalidade de serem empregados na pesquisa devem possuir características genéticas e sanitárias dentro dos padrões preestabelecidos. De acordo com a caracterização genética dos animais, existem as linhagens: *inbred* (isogênico, linhagens geneticamente homozigotas para quase todos os pares de genes alelos, mantidas por sistema de acasalamento entre irmãos – máximo de 20 gerações) e *outbred* (heterogênico, linhagens heterozigotas para muitos dos pares de alelos e mantidas em sistemas de cruzamentos randômicos).

Segundo os padrões sanitários (Figura 3), os animais são categorizados em:

- convencionais** - mantidos em biotérios que não possuem barreiras sanitárias adequadas para impedir introdução de micro-organismos (MO), geralmente mantidos em sistemas de gaiolas abertas, em condições de acesso livre e estando sujeitos às novas infecções;
- livres de MO patogênicos específicos (specific pathogen free – SPF)** - isentos de organismos patogênicos definidos que causam doenças ou potencialmente patogênicos a uma determinada espécie animal. Os animais são mantidos em biotérios com eficientes barreiras sanitárias garantindo seu padrão microbiológico;
- axênicos** – os indivíduos são cirurgicamente obtidos por histerectomia, criados e mantidos em isoladores controlados, com técnicas para animais livres de todos os tipos de MO;
- gnotobióticos**: criados e mantidos

similarmente aos animais axênicos, porém apresentam alguma forma de MO não patogênico; v. **com microbiota definida associada** – são animais axênicos os quais foram intencionalmente associados com um ou mais MO; e, vi. **mantidos em barreiras sanitárias** – estes indivíduos possuem microbiota definida, sendo removidos dos isoladores controlados e alojados em biotério com barreiras sanitárias. Esses animais são repetidamente testados para monitorar a presença dos MO inoculados e a presença de organismos accidentalmente adquiridos.

Figura 3 – Padrões sanitários dos animais empregados para pesquisa científica.

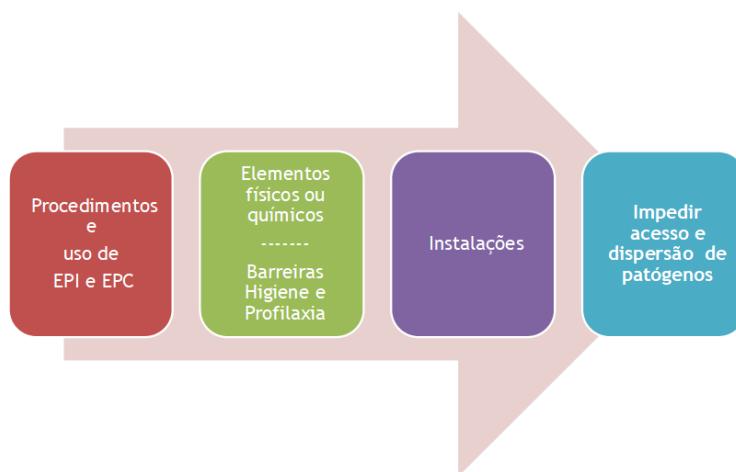


O ambiente, onde os animais estão sendo mantidos afeta diretamente suas respostas biológicas, fisiológicas e comportamentais. Para cada espécie mantida em biotério existem particularidades que devem ser conhecidas e respeitadas para não interferirem com os hábitos dos animais e nas respostas dos experimentos. Os fatores físicos ambientais que influenciam as respostas biológicas dos animais são: a temperatura, a umidade relativa do ar, a intensidade de luz, o fotoperíodo, os ruídos, a ventilação, os gases e as substâncias particuladas. Adicionalmente, são necessários cuidados em relação à aquisição de insumos utilizados na alimentação, manutenção, conforto dos animais, bem como nos procedimentos de que envolvem a higienização de materiais e do ambiente.

O microambiente constitui a barreira primária de contenção, que inclui o espaço físico próximo ao animal, por exemplo, a gaiola, a caixa de manutenção dos animais, etc. Neste local é necessário o controle de parâmetros próprios como: temperatura, umidade relativa do ar, composição de gases e partículas dispersas no ambiente. O macroambiente refere-se a barreira secundária de contenção, como por exemplo, a sala, o estábulo ou ambiente externo. A fim de minimizar os riscos de contaminação e prejuízos aos indivíduos devem ser priorizadas a adoção de barreiras sanitárias (Figura 4) adequadas para os diversos tipos de biotérios incluindo as instalações, procedimentos operacionais padrão, legislação e boas práticas laboratoriais.

Figura 4 – Barreiras sanitárias: devem ser priorizadas e adotadas nos biotérios.

Barreiras sanitárias



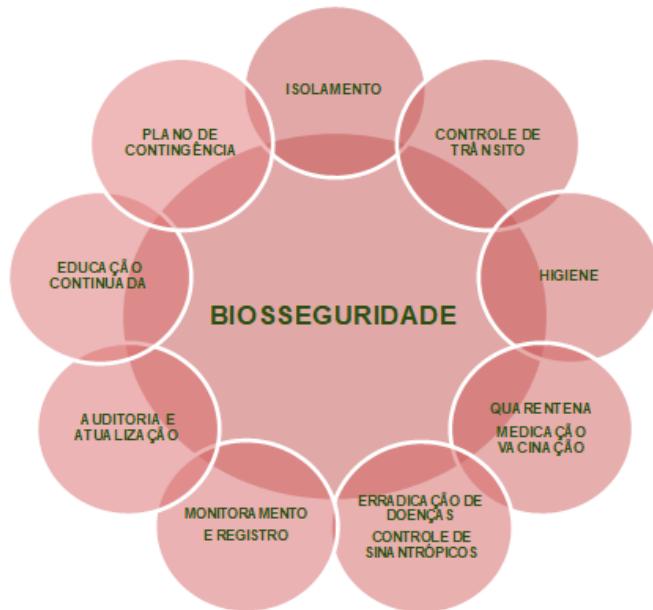
A localização das instalações do biotério deverá apresentar características específicas, incluindo: local para carga e descarga de animais e de suprimentos. No caso dos biotérios de experimentação, onde os animais ficarão alojados durante um determinado período experimental, é indicado que sua instalação seja próxima ao laboratório de pesquisa. Assim, deverão ser previstos espaços para a instalação de barreiras sanitárias de proteção, tanto para o trabalhador quanto para o meio

ambiente. Assim como, a instalação do biotério de criação e de produção deve ser em áreas isoladas, distantes de centros urbanos.

As instalações e os projetos (plantas de engenharia e arquitetura) dos biotérios devem seguir padrões específicos, segundo as legislações vigentes, dependendo das finalidades e das espécies a serem mantidas, bem como dos níveis de biossegurança.

A **biossegurança** é um conjunto de medidas voltadas para minimização dos riscos para o homem, animais e meio ambiente. Em criações intensivas de animais, o termo biosseguridade foi primeiramente atribuído como um conjunto de procedimentos técnico, conceituais, operacionais e estruturais visando prevenir ou controlar a contaminação dos rebanhos por agentes de doenças infecciosas com impacto na produtividade dos rebanhos e/ou na saúde dos consumidores de subprodutos animais (Figura 5).

Figura 5 – Programa de biosseguridade (Adaptado de Sesti, 2005).



Na contemporaneidade, o surgimento da biossegurança aliou estes procedimentos, uma vez que inclui a prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento

tecnológico e prestação de serviços que possam comprometer tanto a saúde do homem, quanto dos animais e do meio ambiente.

Os principais riscos advindos das atividades em biotérios incluem: físicos (temperatura, umidade, eletricidade, ruídos e vibrações), químicos (substâncias químicas e resíduos, nas formas de líquidos, gases, névoas, poeiras e vapores), biológicos (micro-organismos, parasitas, secreções e excreções), ergonômicos (postura, movimentos repetitivos, esforço físico, excesso de peso) e de acidentes (quedas, lesões, impactos, choque elétrico, mordidas e arranhões oriundos da manipulação dos animais, acidentes com animais peçonhentos) (Figura 6).

A biossegurança em biotérios é muito importante para garantir o bem-estar e a segurança das pessoas que manipulam os animais de laboratório, uma vez que enfermidades com potencial zoonótico podem ser transmitidas por animais, bem como nos biotérios pode haver o contato com produtos químicos e ou agentes biológicos. Além disso, a biossegurança vem corroborar com os cuidados e bem-estar dos animais mantidos nos biotérios e conferir a proteção do meio ambiente. Para isso, deve haver a padronização de parâmetros à realização dos ensaios biológicos. Adicionalmente, deve incluir instalação, ambiente e cuidados adequados que permitam ao animal crescer, desenvolver, reproduzir, manter boa saúde, bem-estar e minimizar as variações que possam afetar os resultados de pesquisas.

Figura 6 – Riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes presentes em biotérios.

Riscos presentes em biotérios

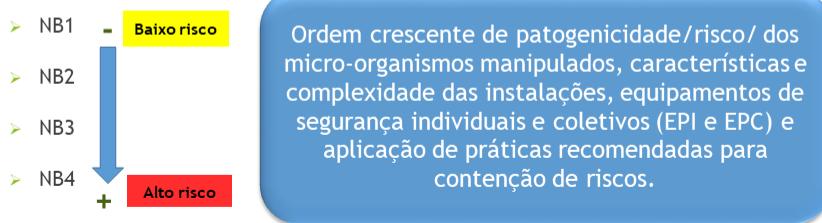
- | | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ruídos • Temperatura • Umidade • Eletricidade • Vibrações | <ul style="list-style-type: none"> • Substâncias químicas e resíduos • Poeiras, líquidos • Gases e Vapores | <ul style="list-style-type: none"> • Micro-organismos • Parasitas • Secreções e excreções • Alérgenos |
| Físicos | Químicos | Biológicos |
| | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Postura • Movimentos repetitivos • Esforço físico • Excesso de peso | <ul style="list-style-type: none"> • Quedas • Lesões • Impactos • Choque elétrico • Animais peçonhentos | <ul style="list-style-type: none"> • Ergonômicos • Acidentes |
| Ergonômicos | Acidentes | |

Os níveis de biossegurança nos biotérios são exigidos para experimentação animal envolvendo agentes perigosos (Figura 7). Nestes casos, medidas específicas de segurança devem ser implementadas, além de procedimentos sobre cuidados e alojamento de animais, armazenamento seguro de agentes de risco e prevenção contra perigos causados por tais agentes, protocolos definidos para dosagem e administração de medicamentos, para o manuseio de amostras biológicas e dos resíduos gerados no local, bem como proporcionar a proteção pessoal. Em cada nível de biossegurança há exigências em relação ao emprego de equipamento de segurança específico, bem como o seu manejo adequado, além de práticas laborais seguras com equipe capacitada e treinada para seguir as normas de proteção contra os possíveis riscos.

Figura 7 – Os níveis de biossegurança em biotérios são crescentes do menor ao maior risco, sendo: NB 1 (menor risco), NB 2, NB 3 e NB 4 (maior risco ou contenção máxima).

Níveis de Biossegurança em Biotérios

- ▶ Assim como os laboratórios são classificados em níveis de biossegurança ou contenção, os biotérios também possuem estas diretrizes, sendo:



Os níveis de biossegurança ou contenção laboratorial são classificados em quatro classes de risco, incluindo: **1. Laboratório de experimentação animal de nível de biossegurança 1 (NB 1)** - voltados ao ensino básico. Onde não é necessário projeto com instalações especiais, entretanto preconiza-se o atendimento às boas práticas laboratoriais (BPL) e um planejamento técnico-administrativo eficaz. Este tipo de laboratório é apropriado para a manutenção da maioria dos estoques de animais após a quarentena e para animais inoculados com MO do grupo de risco 1. A classificação dos agentes biológicos encontra-se nos anexos I e II da Norma Regulamentadora 32 (NR 32)/Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde - (<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr32.htm>). Os principais aspectos para a caracterização das classes de risco dos micro-organismos estão apresentados no Quadro 1. **2. Laboratório de experimentação animal de nível de biossegurança 2 (NB 2)** – onde manipulam animais infectados com MO da classe de risco 2. O atendimento das BPL está somado aos requisitos físicos no projeto de construção. Os laboratórios NB 1 e NB 2 são considerados laboratórios básicos de experimentação animal. **3. Laboratório de experimentação animal de nível de biossegurança 3 (NB 3)** – onde manipulam animais infectados com MO da classe de risco 3. O atendimento das BPL está somado aos requisitos físicos no projeto de construção. Os laboratórios NB 3 são considerados laboratórios avançados de experimentação animal. **4. Laboratório de experimentação animal de nível de biossegurança 4 (NB 4)** – onde manipulam animais infectados com MO da classe de risco 4. O atendimento das BPL está somado aos requisitos físicos no projeto de construção. Os laboratórios NB 4 são considerados laboratórios de máxima segurança de experimentação animal.

biossegurança 3 (NB 3) - requer projeto de engenharia e arquitetura mais especializados do que os NB 1 e NB 2. Os técnicos deverão receber treinamentos específicos quanto ao manuseio seguro dos MO (classe de risco 3) a serem trabalhados no local.

4. Laboratório de experimentação animal de nível de biossegurança 4 (NB 4) – possui o nível de contenção máxima. Há o controle direto das autoridades sanitárias devido ao alto grau de complexidade de atividades desempenhadas no local, uma vez que, pode haver a manipulação de agentes potencialmente perigosos e exóticos (animais infectados com MO da classe de risco 4).

Quadro 1 – Principais aspectos para caracterização das classes de risco dos agentes microbianos.

Classe de Risco	Risco individual	Risco de propagação à coletividade	Profilaxia ou Tratamento eficaz
1	Baixo	Baixo	–
2	Moderado	Baixo	Existem
3	Elevado	Moderado	Nem sempre existem
4	Elevado	Elevado	Ainda não existem

Fonte: Adaptado do Guia Técnico: Os riscos biológicos no âmbito da NR-32, MTE (BRASIL, 2008).

Conforme o grau de patogenicidade os agentes microbianos (MO) são classificados em:

Classe de risco 1: MO que apresentam baixo risco individual para o trabalhador e para a coletividade, com baixa probabilidade de causar doença ao ser humano. Exemplo: MO empregados na indústria de alimentos, vírus da: cinomose canina, diarreia viral bovina, entre outros.

Classe de risco 2: MO que apresentam risco individual moderado para o trabalhador e com baixa probabilidade de disseminação para a coletividade. Podem causar doenças ao ser humano, para as quais existem meios eficazes de profilaxia ou tratamento. Exemplo: *Leptospira interrogans*, vírus da rubéola, entre outros.

Classe de risco 3: MO que apresentam risco individual elevado para o trabalhador e com probabilidade de disseminação para a coletividade. Podem causar doenças e infecções graves ao ser humano, para as quais nem sempre existem meios eficazes de profilaxia ou tratamento. Exemplo: vírus da raiva, vírus da febre amarela, *Mycobacterium tuberculosis*, *Histoplasma*

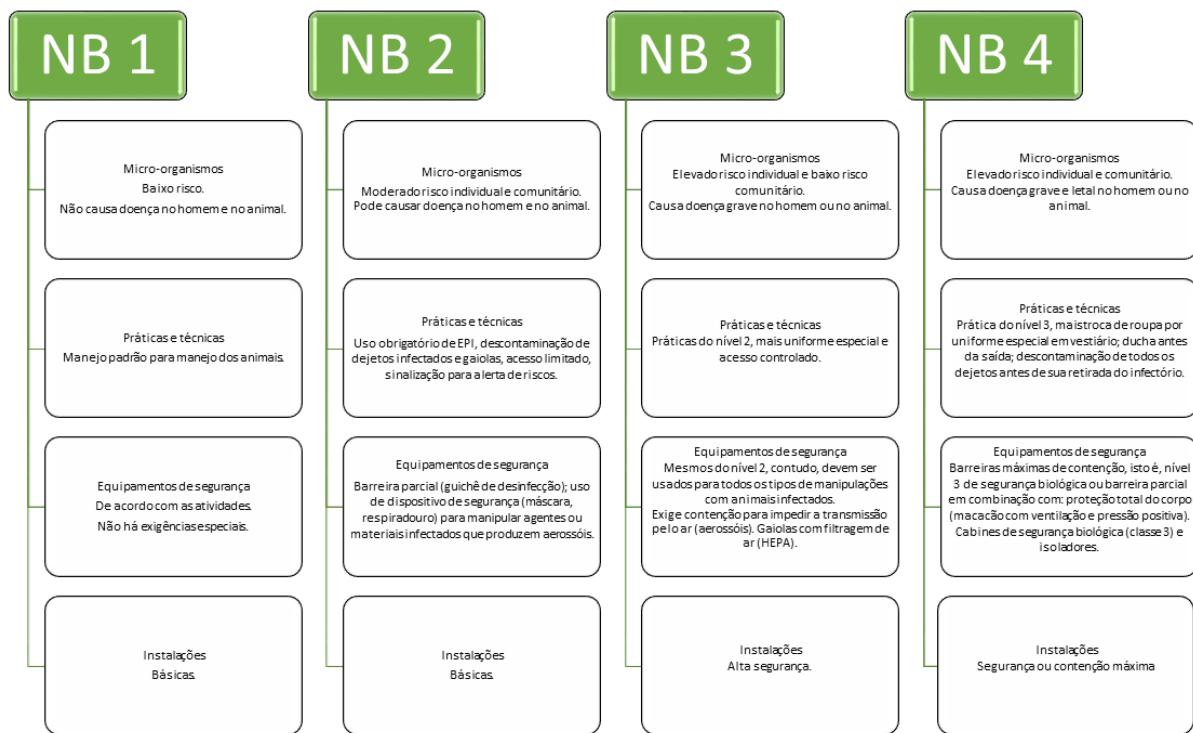
capsulatum, entre outros.

Classe de risco 4: MO que apresentam risco individual elevado para o trabalhador e com probabilidade elevada de disseminação para a coletividade. Apresenta grande poder de transmissibilidade de um indivíduo a outro. Podem causar doenças graves ao ser humano, para as quais não existem meios eficazes de profilaxia ou tratamento. Exemplo: vírus causadores de febres hemorrágicas, incluindo os vírus Ebola, Marburg, Criméia - Congo.

Fonte: Adaptado de Botton et al. (2019) e Guia Técnico: Os riscos biológicos no âmbito da NR-32, MTE (BRASIL, 2008).

As características de cada um dos níveis de biossegurança recomendados para os biotérios que utilizam animais infectados com algum agente microbiano ou parasitário estão apresentadas na Figura 8.

Figura 8 – Principais características dos níveis de biossegurança recomendados no uso de animais infectados com agentes microbiológicos e parasitários.



Fonte: Adaptado de Andrade et al. (2002), Sangioni et al (2013) e Botton et al. (2019).

Ressalta-se que as recomendações de biossegurança em biotério devem aliar as legislações, os princípios das BPL e procedimentos de operação padrão (POP). Adicionalmente, devem incluir o gerenciamento de resíduos, proporcionar o bem-estar e um manejo adequado dos animais de laboratório (Figura 9). Estes itens constituem uma etapa fundamental para o estabelecimento da qualidade, reproduzibilidade e confiabilidade nos experimentos realizados em qualquer tipo de biotério.

Figura 9 – A biossegurança em biotérios deve aliar: legislação, procedimentos de operação padrão (POP) e as boas práticas laboratoriais (BPL), bem como abranger o gerenciamento de resíduos e proporcionar manejo seguro e bem-estar dos animais de laboratório.



Cuidados importantes para o trabalho seguro em biotérios

- Boas Práticas em Biotérios -

- 1 - Todos os indivíduos devem ter consciência dos riscos existentes.
- 2 - Em relação ao ambiente de trabalho, alguns odores animais são agressivos para seres humanos. Ex.: amoníaco (NH₃) - A concentração é influenciada por muitos fatores como: ventilação, umidade relativa, número de animais por gaiola, alimentação, etc.
- 3 - Nas salas de experimentação com agentes de risco biológico é comum o uso de substâncias químicas. Algumas produzem dor de cabeça, cansaço e irritabilidade, podem ser altamente explosivas.
- 4 - Todos os indivíduos que trabalham com animais sejam estes infectados ou não, devem ter treinamentos específicos.
- 5 - Monitoramento cuidadoso da saúde dos animais e dos técnicos a fim de se evitar doenças que podem ser transmitidas do homem para os animais e vice-versa.
- 6 - A higiene pessoal constitui uma importante barreira contra infecções.
O hábito de lavar as mãos antes e após manipular qualquer animal, reduz o risco de disseminar doenças, bem como autoinfecções.
- 7 - É obrigatório o uso de EPI:
Luvas para qualquer procedimento nos biotérios.
Vestimenta (uniforme) completa.
- 8 - Fumar, comer ou beber não é permitido dentro dos biotérios ou em qualquer outra área em que possam existir micro-organismos.
- 9 - Qualquer tipo de ferimento na pele do técnico, ou estudante, ou pessoal de apoio, deve ser devidamente protegido antes de se iniciar a manipulação de animais e agentes patogênicos.
- 10 - As roupas de laboratório usadas em áreas de risco devem ser esterilizadas (autoclavadas) antes de serem lavadas.

- 11 - Se agentes altamente infecciosos ou nocivos são usados, o animal deve ser isolado em unidade de fluxo laminar ou mesmo em isoladores, nos quais o ar que entra e sai é convenientemente filtrado, através de filtros especiais (HEPA).
- 12 - Necropsias de animais infectados com organismos altamente contagiosos devem ser efetuadas em gabinetes ventilados, que permitam a filtragem do ar.
- 13 - O material biológico (proveniente de necropsia, carcaças de animais infectados, etc.) deve ser identificado e autoclavado, devidamente recolhido e deve-se providenciar um destino final adequado.
- 14 - Todo o material químico deve ser devidamente armazenado, rotulado, transportado e destinado ao descarte (resíduos).
- 15 - Avaliação sorológica (anticorpos) periódica dos indivíduos envolvidos nas atividades, considerando o agente de risco.
- 16 - Gaiolas devem ser apropriadamente descontaminadas, preferencialmente por autoclave, antes da limpeza e lavagem.
- 17 - Equipamentos e superfícies de trabalho devem ser descontaminadas com desinfetante apropriado, em uma rotina básica, após o término do trabalho com materiais infecciosos e especialmente após derrame, gotejamento ou outra forma de contaminação com material infeccioso.
- 18 - Capelas de segurança biológica (fluxo de ar laminar), contenções físicas e/ou equipamentos de proteção individual (respiradouros, máscaras faciais) devem ser usados sempre que procedimentos com alto potencial de formação de aerossóis são realizados.
- 19 - Aventais, jalecos ou uniformes são vestimentas de proteção usadas nas áreas de animais, devendo ser retiradas antes de sair.
- 20 - Os biotérios devem ter um programa de segurança que inclui equipamentos de combate a incêndio, instruções para o uso correto de equipamentos e treinamento de primeiros socorros.
- 21 - Todo o pessoal que trabalha com animais deve saber manipular corretamente todas as espécies envolvidas (contenção), para a segurança e saúde deles próprios, bem como dos animais.

22 - Educação continuada em biossegurança. Os técnicos devem receber, anualmente, reforço de treinamento ou treino adicional quando houver mudanças de procedimentos.

Os biotérios também necessitam manter um programa de educação continuada em biossegurança e contemplar um plano de gerenciamento dos resíduos, incluindo:

- Conhecimento da legislação ambiental, limpeza pública e vigilância sanitária relativos aos resíduos.
- Definições, tipos, classificação e o potencial de risco dos resíduos gerados no local.
- Sistema de gerenciamento adotado no biotério.
- Maneiras possíveis de reduzir a geração de resíduos e reutilizar os materiais.
- Ciência das responsabilidades e tarefas de cada integrante da equipe de trabalho.
- Identificação das classes e grupos de resíduos.
- Dados sobre os sistemas de transportes e de coleta dos resíduos.
- Informações para o uso adequado dos equipamentos de proteção (EPI e EPC).
- Proteção dos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente no biotério.
- Cuidados com a higiene pessoal e dos ambientes laborais.
- Treinamentos para a tomada de providências em caso de acidentes e situações de emergência.
- Noções básicas de gerenciamento dos resíduos no município onde o biotério está situado.
- Conhecimentos básicos sobre contenção de contaminação, sobretudo, biológica e química.

Considerações finais

Deve-se considerar que apesar das pesquisas de novas metodologias alternativas terem evoluído nos últimos tempos, não há, ainda, como abolir por completo o uso de animais em alguns campos específicos da ciência. Entretanto, deve-se estar ciente que para o emprego dos animais há exigências éticas e legais que devem ser seguidas pelos profissionais/pesquisadores envolvidos, uma vez que para a utilização de animais esta deve ser minuciosamente planejada a fim de que qualquer sofrimento e desconforto sejam eliminados ou, pelo menos, evitados sempre que possível.

Ressalta-se que é extremamente importante que existam regulamentações eficazes para a criação, a manutenção e o uso de animais nas atividades de ensino e de pesquisa. No entanto, na academia e noutros segmentos da sociedade também há a preocupação com os aspectos que possam proibir a pesquisa usando animais e impedir o avanço científico e tecnológico, com reflexos diretos na saúde pública. Para isso, existem leis de bem-estar e a biossegurança para a proteção dos animais e dos indivíduos envolvidos nas atividades de pesquisa e ensino.

Referências

- ANDRADE, A.; PINTO, S. C.; OLIVEIRA, R. S. (Org.). **Animais de Laboratório: criação e experimentação**. Rio de Janeiro, Fiocruz, 2002. 388p.
- BRASIL. **Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008** (Lei Arouca) - Estabelece procedimentos para o uso científico de animais; Cria o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA e exige a constituição de Comissões de Ética no Uso de Animais. 2008.
- BRASIL. Riscos biológicos - Guia Técnico: **Os Riscos Biológicos no Âmbito da Norma Regulamentadora Nº 32**. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Secretaria da Inspeção do Trabalho (SIT). Brasília. 2008. 70 p. Disponível em: http://www.mte.gov.br/seg_sau/guia_tecnico_cs3.pdf. Acesso em: 09 de out. 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Biossegurança em Laboratórios Biomédicos e de Microbiologia**. Fundação Nacional da Saúde, Brasília, 2001. 290p.
- BOTTON, S. A.; SANGION, L. A.; PEREIRA, D. I. B. Biossegurança aplicada à virologia básica e molecular. In: SIMÕES, R. S. Q. **Virologia humana e veterinária**. Rio de Janeiro: Thieme Revinter, 2019. p. 11-51.
- HIRATA, M. H.; MANCINI-FILHO, J. B. **Manual de biossegurança**. Barueri, São Paulo, Manole; 2002. 495p.
- LAPCHIK, V. et al. **Cuidado e Manejo de Animais de Laboratório**. São Paulo: Atheneu, 2009.
- MASTROENI, M. F. **Biossegurança aplicada a laboratórios e serviços de saúde**. São Paulo, São Paulo, Atheneu, 2005. 338p.
- MORALES, M. M.. Métodos alternativos à utilização de animais em pesquisa científica: mito ou realidade? **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 60, n. 2, p. 33-36, 2008.

POLITI, F. A. S.; PIETRO, R. C. L. R.; SALGADO, H. R. N. Caracterização de biotérios, legislação e padrões de biossegurança. **Rev. Ciênc. Farm. Básica Appl.**, v. 29, n. 1, p. 17-28, 2008.

SANGIONI L. A et al. Princípios de Biossegurança Aplicados aos Laboratórios de Ensino Universitário de Microbiologia e Parasitologia. **Ciênc. Rural.**, v. 43, n. 1, p. 91-99, 2013.

SARMENTO, E. O. Biossegurança e Experimentação Animal. **Revista CFMV**, Ano XI - n. 36, p. 9-14, 2005.

SESTI, L. **Biosseguridade na moderna avicultura:** O que fazer e o que não fazer. 2005. Disponível em: <<https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/biosseguridade-avicultura-t36655.htm>>. Acesso em 09 out. 2019.

TEIXEIRA, P.; VALLE, S. **Biossegurança:** uma abordagem multidisciplinar. 2 ed. Rio de Janeiro, Brasil: Fiocruz, 2010.

Vivência da reprodução na perspectiva de casais sorodiferentes para o HIV

Tassiane Ferreira Langendorf

Ívis Emilia de Oliveira Souza

Stela Maris de Mello Padoin

Cristiane Cardoso de Paula

Introdução

No Brasil o panorama epidemiológico da infecção pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV) que causa a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (aids) mostra que de 2007 a junho de 2019 foram notificados 300.496 casos dessa infecção, sendo 60.470 casos na região Sul. Na população de gestantes foram notificados 125.144 casos no mesmo período, apresentando uma leve tendência de aumento nos últimos anos, a qual pode ser justificada em decorrência da realização de teste rápido anti-HIV em todas as gestantes ao ingressarem na maternidade¹.

Essa estratégia/ação é parte da resposta brasileira à epidemia pelo HIV que está organizada de tal forma que garanta às pessoas vivendo com HIV (PVHIV) o acesso universal à prevenção da transmissão, ao tratamento da infecção e ao cuidado à saúde em todas as suas dimensões¹. Tal resposta possibilitou o êxito terapêutico, alcançado pela supressão viral e consequentemente a redução da morbimortalidade², sendo possível alcançar um aumento da expectativa de vida das pessoas infectadas, caracterizando esta como uma condição crônica de saúde. Que como tal exige respostas e ações contínuas e integradas do sistema de atenção à saúde, dos profissionais de saúde e dos usuários para o seu controle efetivo, eficiente e com qualidade que vão além do foco somente ligado a doença³.

Tornando-se uma condição crônica de saúde, outras necessidades surgem para as PVHIV, como as questões relacionadas à saúde e aos direitos sexuais e reprodutivos. Entretanto, a esfera da sexualidade é afetada pela epidemia, desafiando as mudanças no campo da prevenção, como a utilização de novas tecnologias para prevenção, dentre elas a profilaxia pré e pós exposição ao HIV e a supressão da carga viral a partir da adesão ao tratamento antirretroviral⁴.

Ainda no contexto dos direitos sexuais e reprodutivos e a epidemia do HIV, passa a existirem os relacionamentos conjugais entre pessoas com sorologias distintas e que suscitaram o surgimento de uma categoria que contemplasse suas especificidades. Diante disso, tem-se a construção do conceito de sorodiferença, a qual designa a nomenclatura de casais que são sorologicamente diferentes, ou seja, um é positivo e ou outro é negativo na testagem para o HIV.

A reprodução na situação de sorodiferença se refere aos casais em que apenas um dos parceiros é soropositivo. Essa condição aponta a necessidade de resposta menos preconceituosa da sociedade e a compreensão da demanda subjetiva desses casais no que se refere ao planejamento reprodutivo⁵, pois, algumas vezes, eles não acessam os serviços de saúde por medo de serem julgados. Entretanto, comprehende-se que a participação dos casais em ações de planejamento reprodutivo se configura como uma estratégia eficaz para responder suas necessidades reprodutivas, primando pela segurança da saúde dos parceiros e dos bebês⁶.

Diante disso, tendo como objeto de estudo a vivência do processo reprodutivo de casal heterossexual sorodiferente para o HIV, foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa de abordagem fenomenológica, pautada no referencial filosófico de Martin Heidegger⁷. A fenomenologia busca descrever o fenômeno, ou seja, comprehendê-lo. A descrição rigorosa é o que permite chegar a sua essência, possibilitando desvelar facetas da dimensão existencial⁸.

No mundo da vida do casal sorodiferente para o HIV, os fatos apontam os desdobramentos daquilo que é inerente a sua reprodução, como os aspectos clínicos, sociais e assistenciais vivenciados por estes casais. Porém, encoberto por estes fatos, que aparecem de imediato aos olhos de todo mundo e que são significados por quem passa pela vivência ou experiência, permanece velada a

essência que se desvela como facetas do fenômeno de como é para o casal vivenciar a reprodução na situação de sorodiferença para o HIV⁷.

Significados de vivenciar a reprodução na situação de sorodiferença para o HIV

A compreensão vaga e mediana diz respeito ao primeiro momento metódico proposto por Martin Heidegger. Refere-se à busca pelos significados, ao que pode ser percebido de imediato, remete aos fatos, ao que está dado e pode ser explicado⁹.

Os resultados que, de acordo com o referencial adotado, devem ser descritos exatamente como revelados pelos participantes da pesquisa, revelaram que no vivido da reprodução, os casais heterossexuais sorodiferentes para o HIV expressaram que tiveram medo de que o filho pudesse ter o vírus. Sentiram-se culpados pelo risco de passar o HIV, tiveram dúvida se o filho ia nascer soropositivo ou não, jamais querem correr o risco de passar por tudo de novo e se cuidam para não engravidar de novamente.

Os casais referem que sempre tiveram muito medo do filho contrair o vírus, mesmo com o médico explicando que seria feito todo um processo para isso não acontecer. E mesmo sendo mínima, sabem que há chance do filho contrair o vírus. Pensam que tudo o que estão fazendo para prevenir a transmissão do HIV para o filho pode dar errado e os casais tem medo de que o tratamento possa não dar certo. Sabem que os remédios podem evitar tudo, porém ficam desesperados quando o tratamento demora a começar.

Imaginar que podiam passar HIV para o filho foi preocupante, entraram em pânico, ficaram assustados, apavorados porque se trata da vida de um inocente que não pediu para vir ao mundo, imaginam o que é já vir com HIV. Afirmam que teriam a sensação de culpa e não iam conseguir ter paz se o filho nascesse soropositivo, sabem que não tem cura e que por um erro dos pais o filho não teria a opção de escolher entre ter ou não ter o HIV.

Dizem que não deveriam ter engravidado nesta situação, mas que em momento algum pensaram em tirar. Essa preocupação acompanha os casais

durante toda a gestação e continua depois que o filho nasce, pois precisam esperar para saber se ele vai ter ou não. Têm sempre aquela dúvida, nunca vão ter certeza que o filho não vai ser doente, mesmo fazendo todo o tratamento, mesmo tendo negativado todos os exames e com a liberação da pediatra. Ainda assim, vão ao posto de saúde e pedem o exame para o filho, para ter certeza, por medo.

Depois que o filho nasce não querem mais correr o risco de engravidar, pois jamais iam querer passar por tudo de novo, como os procedimentos, exames e tratamento que o filho precisou fazer. Também pensam que seria complicado arriscar ter outro filho e a qualquer momento poder perder ele por causa da doença, por isso expressam que é melhor não tentarem de novo.

Antigamente não sabiam do HIV, não tinha esse perigo, agora sabem que podem dar a luz a uma criança e ela estar contaminada. Não arriscam ter outro filho, pois não sabem se vão ter a mesma sorte que tiveram com este, que não tem a doença. Para não correr o risco de engravidar novamente fazem laqueadura, vasectomia ou usam camisinha para se cuidar.

Hermenêutica – sentidos desvelados a partir dos significados de vivenciar a reprodução na situação de sorodiferença para o HIV

A hermenêutica constitui o segundo momento metódico proposto por Martin Heidegger⁹. Nessa segunda etapa busca-se na compreensão vaga e mediana dos significados e mediante a análise interpretativa a possibilidade de desvelar facetas do fenômeno estudado – o vívido da reprodução de casais heterossexuais sorodiferentes para o HIV⁷.

Dessa forma, a análise hermenêutica desvelou que diante do acontecimento da gestação, o casal declara estar impotente por não ter o que fazer para evitar os riscos a que estão submetidos ao vivenciar a gestação na situação de sorodiferença, dentre eles o perigo de passar o HIV para o filho, desvelando-se a disposição do temor, conforme interpretação fundada no pensamento filosófico de Martin Heidegger⁹.

Colocar-se diante de si mesmo na disposição significa que o ser foge e se desvia do modo de disposição que está factualmente posto para si e que pode vir a

seu encontro a qualquer momento. A disposição traz consigo o caráter de abertura do mundo, permitindo que o ser possa ser atingido e tocado pelo que vem ao encontro. É nesta abertura que a ameaça, algo que sendo conhecido e próximo, é passível de tocar ou atingir o ser, porque vem ao encontro no modo de disposição do temor⁹.

Em uma das perspectivas do fenômeno do medo, a saber – de que se teme – é revelado aquilo que é amedrontador ao ser. Por amedrontador comprehende-se aquilo que vem ao encontro no mundo e que está próximo do ser que está amedrontado. Aquilo que é amedrontador e de que se tem medo possui o caráter de ameaça⁹.

Para o casal é amedrontador pensar, guiado pela informação ameaçadora de que não pode engravidar sendo sorodiferente pelo risco de passar o HIV, que pode ter um filho soropositivo. A infecção tanto pode acontecer e vir ao encontro do casal, como pode não acontecer e é desta maneira que o amedrontador se constitui e apresenta o caráter de ameaça.

O fenômeno do medo é constituído por modalidades variáveis e, a partir destas variações, há diferentes possibilidades de se ter medo. Estes momentos, como um modo de disposição do ser, são os referentes ao pavor, ao terror e ao horror, que desvelam como o ser é e se torna na disposição de ter medo⁹.

O que define as variações constitutivas do temor é aquilo que é conhecido ou não do ser e o modo como a ameaça vem ao encontro do ser, se de forma súbita e inesperada⁹.

Na perspectiva de ter medo ele mesmo, o que é amedrontador já é conhecido e, dessa forma, o ser está na disposição do medo. Nesta disposição, é ao ter medo que se esclarece o que é amedrontador e assim a ameaça é liberada. Ao ser liberada, a ameaça vem ao encontro, podendo atingir o ser que está amedrontado⁹.

O casal já sabe, por ter ouvido falar, que não pode ter filhos e amedrontado por esse falatório torna-se claro para ele que não pode engravidar. Mediante a isso, o risco de gestar na situação de sorodiferença é liberado como ameaça em que na verdade ainda não, mas a qualquer momento pode acontecer.

Amedrontado por saber que não pode ter filho e ameaçado pela possibilidade da gestação o casal está na disposição do medo considerando a perspectiva de ter

medo ele mesmo. Nesta perspectiva, ter medo abre o mundo para que aquilo que é amedrontador possa se aproximar⁹. Nessa abertura, a ameaça constituída pelo risco de gestar se aproxima e vem ao encontro do casal.

Esta aproximação compõe a estrutura do modo de encontro entre o ser e aquilo que o ameaça. Quando aquilo que ameaça é algo conhecido e se abate inesperadamente sobre o ser, o medo transforma-se em pavor. Este caracteriza o primeiro momento constitutivo do fenômeno do medo como algo familiar, ameaçador e súbito⁹.

Por já ter ouvido falar, é familiar e conhecido ao casal que não pode ter filhos e ao esclarecer que é disso de que se teme, a ameaça de poder engravidar na situação de sorodiferença é liberada. A ameaça vem ao encontro do casal de modo súbito quando ele, em raros casos busca a gestação ou inesperadamente, descobre a gestação. Diante do súbito acontecimento da gestação na situação de sorodiferença, desvela-se o pavor.

O casal está apavorado por imaginar que pode passar o HIV, pois entende que ter filho na situação de sorodiferença, e com isso a possibilidade dele ter o vírus, é como gerar a vida com a sentença de morte determinada por isso. Há sempre o fantasma do HIV assombrando o casal desde o momento em que descobre a gestação até depois do nascimento, pois mesmo fazendo o tratamento que deve ser feito não tem a absoluta certeza de que o filho não será infectado pelo vírus.

Após a inesperada descoberta da gravidez, o casal se depara com aquilo que é desconhecido para ele, a realização de um acompanhamento de saúde diferenciado durante e após a gravidez para evitar que o vírus seja transmitido para o bebê. Deste acompanhamento faz parte uma rotina de consultas com o obstetra em serviço de alto risco e com infectologista, realização periódica de exames laboratoriais, ingestão de antirretrovirais, definição da via de parto de acordo com os níveis dos linfócitos T CD4 e da carga viral, consultas na infectologia pediátrica, não amamentação e administração de antirretroviral para o filho.

Diante disso, a ameaça, que era algo conhecido pelo casal, torna-se não familiar. Quando a ameaça possui o caráter de totalmente não familiar, o medo transforma-se em horror, desvelando-se o segundo momento constitutivo do fenômeno do medo⁹.

Compreende-se que o casal se mostra no momento constitutivo do horror por ter que fazer todo um acompanhamento para a profilaxia da transmissão vertical do HIV, que é algo desconhecido para ele. Não é familiar porque não precisou fazer esse acompanhamento em gestações anteriores ou porque, nesta, o tratamento está sendo diferente.

Pelo horror perpassa a insegurança de fazer tudo aquilo que é dito e prescrito para o casal fazer e que não é conhecido. Com isso, não há a certeza de que todo o esforço para cumprir com o tratamento determinado terá o resultado esperado, que é evitar a ocorrência da infecção do filho pelo HIV.

No vivido da reprodução na situação de sorodiferença o casal está horrorizado ao enfrentar as ocupações cotidianas, desconhecidas, que envolvem a profilaxia da transmissão vertical do HIV e não ter certeza de que esta será eficaz. Assim, desvelou-se a transição do momento constitutivo do pavor para o horror⁹.

Apavorado pela gestação que se abateu subitamente sobre si e horrorizado pela realização de um tratamento desconhecido que não sabe se dará certo, o casal teme ao esperar para saber se o filho vai ter HIV ou não. Então, quando a ameaça vem ao encontro do ser, assumindo o caráter de pavor (o súbito) e ao mesmo tempo o caráter de horror (o desconhecido), o medo torna-se terror⁹.

Neste terceiro momento constitutivo do fenômeno do medo, o casal está aterrorizado aguardando o resultado/resposta da profilaxia da transmissão vertical do HIV, a qual precisou ser realizada em decorrência da gestação na situação de sorodiferença. No terror o casal se sente culpado por impor o risco de causar problemas à saúde do filho se a profilaxia não for eficaz. Aterrorizado, o casal não consegue ter paz enquanto não sabe o diagnóstico do filho.

Antes o casal não sabia sobre o HIV e não tinha perigo, mas agora tem medo e sabe que se engravidar o filho pode ser infectado pelo vírus. Pelo que viveu em decorrência da reprodução na situação de sorodiferença, o casal jamais quer correr o risco de passar por tudo de novo e se cuida para não engravidar.

Como perspectiva do fenômeno do medo, o de que se teme, que está próximo e vem ao encontro no mundo como algo que é amedrontador, detém o caráter de ameaça. Esta, em seu contexto e constituição, possui o modo de ser

prejudicial e algo conhecido do ser. A ameaça não se encontra em uma proximidade possível de ser dominada pelo ser, mas se aproxima⁹.

Esta aproximação na proximidade não dominável faz daquilo que é prejudicial uma ameaça, a qual pode chegar a qualquer momento ou não, revelando o de que se teme – o amedrontador. A possibilidade do prejudicial poder se ausentar e não se fazer tocar não minimiza nem soluciona o medo, em verdade, o constitui⁹.

Para o casal a possibilidade de engravidar novamente é amedrontadora, pois já sabe o que passou durante e após a gravidez na situação de sorodiferença para evitar que o filho fosse infectado pelo HIV. Esse entendimento faz da possibilidade de engravidar uma ameaça e, se mostrando como prejudicial, o casal jamais quer vivenciar tudo isso novamente.

Para não correr o risco de engravidar novamente o casal busca maneiras de se desviar daquilo que o amedronta. Com isso, utiliza métodos anticonceptivos, como o preservativo masculino e realiza ou busca recursos para poder fazer vasectomia e laqueadura tubária. Faz tudo isso, pois teme pelo filho ao pensar que ele poder ter HIV.

Ao temer pelo outro, o medo se mostra na perspectiva de pelo que se teme, na qual o ser pode temer no lugar do outro. Este também é um modo de disposição junto com os outros em que, não necessariamente o outro sente medo ou há convivência com este que está neste modo de disposição. Neste ter medo em lugar de, aquilo de que se teme não atinge diretamente quem teme junto com, mas de certa forma é amedrontado por estar na copresença de por quem se teme⁹.

Quando pensa que pode engravidar novamente, o casal sabe que há a possibilidade de transmitir HIV para o filho durante a gestação, parto e amamentação e não quer arriscar ter outro filho, pois pode não ter a mesma sorte que teve com este filho que não tem a doença. Diante disso, o casal teme em lugar do filho, amedrontado pela possibilidade do filho ter HIV.

Considerações finais

Frente aos significados e sentidos desvelados nessa investigação, destaca-se como desafio a efetivação dos direitos sexuais e reprodutivos desses casais,

buscando a garantia de que suas necessidades sejam atendidas, uma vez que estes direitos já estão incorporados às políticas públicas de atenção às pessoas que vivem com HIV. Para tanto, é importante que os serviços de saúde se configurem como espaços acolhedores ao casal e suas necessidades, tornando-se referência para busca de informações seguras.

Dessa forma, o casal poderá empoderar-se e exercer seus direitos ao decidir buscar orientação profissional para realizar o planejamento reprodutivo, seja para gestar ou não, e assim assumir sua posição como participante ativo neste processo, seguro daquilo que fala, conhece, faz e comprehende, minimizando o temor que se mostra arraigado nessa vivência.

Referências

1. Brasil. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico - HIV Aids. Número especial dez 2019. Brasília: Ministério da Saúde, 2019.
2. Brasil. Ministério da Saúde. Recomendações de terapia antirretroviral para adultos vivendo com HIV/aids no Brasil. Versão Preliminar. Brasília: Ministério da Saúde, 2012.
3. Mendes EV. As redes de atenção à saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2011. 549 p.
4. Ferraz D, Paiva V. Sexo, direitos humanos e AIDS: uma análise das novas tecnologias de prevenção do HIV no contexto brasileiro. Rev. bras. epidemiol. Sep. 2015. 18 (supl.1): 89-103.
5. Langendorf TF, Souza IEO, Padoin SMM, et al. Possibilidades de cuidado ao casal sorodiscordante para o HIV que engravidou. Rev Bras Enferm. 2017 nov-dez;70(6):1265-72.
6. Cook R, Hayden R, Weiss SM, Jones DL. Desire for fertility among HIV seroconcordant and discordant couples in Lusaka, Zambia. Cult Health Sex. 2014 Aug; 16(7):741–51.
7. Langendorf TF. O vívido da reprodução do casal heterossexual sorodiscordante para o HIV: possibilidades para o cuidado em enfermagem e na saúde reprodutiva. Rio de Janeiro. Tese [Doutorado em Enfermagem] – Escola de Enfermagem Anna Nery; 2015.

8. Paula CC, Cabral IE, Souza IEO, Padoin SMM. [Analytical movement - Heideggerian hermeneutics: methodological possibility for nursing research]. *Acta Paul Enferm[Internet]*. 2012 [cited 2016 May 18];25(6):984-9. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/> ape/v25n6/v25n6a25.pdf
9. Heidegger M. Ser e tempo. Tradução de Márcia Sá Cavalcante Schuback. 5^a ed. São Paulo (SP): Vozes, 2011.

JAI UFSM

Jornada Acadêmica Integrada
Compilação de artigos de 2019