

Paulo Cesar Piquini
(Org.)

JAI UFSM

Jornada Acadêmica Integrada
Compilação de artigos de 2020

FACOS - UFSM
Santa Maria, 2021

Paulo Cesar Piquini
(Org.)

Jornada Acadêmica Integrada
Compilação de artigos de 2020

FACOS - UFSM
Santa Maria
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

Reitor

Prof. Paulo Afonso Burmann

Vice-reitor

Prof. Luciano Schuch

Pró-reitor de Pós-graduação e Pesquisa

Prof. Paulo Renato Schneider

Pró-reitor de Graduação

Prof. Jerônimo Siqueira Tybusch

Pró-reitor de Extensão

Prof. Flavi Ferreira Lisboa Filho

Projeto Gráfico

Leonardo Martins Penna

Diagramação e formatação

José Carlos Vargas da Silva

J82j Jornada Acadêmica Integrada (35. : 2020 : Santa Maria, RS)
Jornada Acadêmica Integrada [recurso eletrônico] : compilação
de artigos de 2020 / [35ª Jornada Acadêmica Integrada] ; Paulo Cesar
Piquini (org.). – Santa Maria, RS : FACOS-UFSM, 2021.

1 e-book

ISBN n° 978-65-00-21761-2

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-CompartilhaIgual 4.0 Internacional.

FACOS - UFSM

Santa Maria, 2021

Prefácio

No ano de 2020, as contingências da pandemia de COVID-19 fizeram com que a 35ª Jornada Acadêmica Integrada UFSM, que ocorreu de 19 a 23 de outubro, fosse realizada num formato completamente virtual. Esse formato virtual permitiu, por sua vez, a participação de palestrantes que de outra forma não poderiam estar presentes pessoalmente na cidade de Santa Maria para o evento.

Foram proferidas ao todo 24 palestras, sendo 5 palestras plenárias e 19 palestras temáticas. As palestras plenárias ocorreram pela manhã, das 9 até as 10 horas e trinta minutos, sendo transmitidas via YouTube para todos os participantes do evento, que somavam cerca de 10 mil. As palestras temáticas ocorriam sempre as 16 horas, com três a quatro palestras simultâneas diárias sendo transmitidas também virtualmente via YouTube.

A presença de público nestas palestras foi bastante significativa, o que atestou o sucesso do formato, assegurando à organização do evento que esta estratégia pode ser repetida nos anos vindouros.

Os trabalhos dos alunos de graduação e pós-graduação foram todos apresentados virtualmente, utilizando a plataforma Google Meet, em 380 salas virtuais distribuídas durante todos os dias do evento, com duas sessões diárias de até duas horas cada, iniciando as 10 horas e 30 minutos no período da manhã e as 14 horas no período da tarde.

Este volume traz a público o conteúdo de algumas palestras proferidas durante a Jornada Acadêmica Integrada de 2020. Assim como o evento, que traz um painel da produção científica/tecnológica/artística da Universidade Federal de Santa Maria, com amostras de produções de dezenas de outras Universidades, o conteúdo desta publicação traz contribuições nas Grandes Áreas de Ciências Agrárias, como aquelas da Profa. Catarina Stefanello, e a do Prof. Celso Aita; na Grande Área de Ciências Sociais e Humanas, através dos capítulos produzidos pela Profas. Rosa Maria Blanca Cedillo e Maria Catarina Chitolina Zanini; na Grande Área de Artes e Música, com a produção do Prof. Daniel Plá; nas Grandes Áreas de Ciências Biológicas e da Saúde, com os textos das Profas. Sabrina Helena Ferigatto e Ivana Beatrice Mânica da Cruz, e na Grande Área de Ciências Exatas e da Terra, com os capítulos escritos pelo Prof. Sidnei Renato Silveira e pela Profa. Irene Teresinha Santos Garcia.

Este conjunto de textos certamente fará o leitor refletir e adquirir novos conhecimentos em uma ampla gama de assuntos atuais e relevantes

Desejo a todos uma ótima e agradável leitura.

Paulo Cesar Piquini

SUMÁRIO

TRABALHANDO COM PESQUISA APLICADA À AVICULTURA.....	6
<i>Catarina Stefanello</i>	<i>6</i>
USO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DA SUINOCULTURA COMO FONTE DE NITROGÊNIO À PRODUÇÃO DE GRÃOS E FORRAGEM.....	16
<i>Celso Aita, Rosemar de Queiroz, Heitor L. S. Bazzo, Pâmela Oruoski, Stefen B. Pujol.....</i>	<i>16</i>
PRÁTICA COMO PESQUISA NAS ARTES DA CENA, OU NÓS VAMOS INVADIR SUA PRAIA	52
<i>Daniel Reis Plá</i>	<i>52</i>
MATERIAIS PARA CÉLULAS FOTOCATALÍTICAS	65
<i>Irene T. S. Garcia.....</i>	<i>65</i>
<i>Julia C. O. Pazinato</i>	<i>65</i>
<i>Eduardo S. Vasconcelos²</i>	<i>65</i>
GENÔMICA FARMACOLÓGICA, NUTRICIONAL E TOXICOLÓGICA: IMPACTO NA SAÚDE E ENVELHECIMENTO.....	76
<i>Ivana Beatrice Mânica da Cruz</i>	<i>76</i>
A PRÁTICA ETNOGRÁFICA E SEUS DILEMAS: ÉTICA, ESCRITA E PUBLICAÇÕES	102
<i>Maria Catarina Chitolina Zanini.....</i>	<i>102</i>
IDENTIDADES IMPORTAM?.....	117
<i>Rosa Maria Blanca Cedillo.....</i>	<i>117</i>
BIOPOLÍTICA E PRODUÇÃO DE SUBJETIVIDADE EM UMA EXPERIÊNCIA PANDÊMICA.....	131
<i>Sabrina Helena Ferigato</i>	<i>131</i>
<i>Giovana Garcia Morato</i>	<i>131</i>
<i>Paula Fernanda de Andrade Leite</i>	<i>131</i>
COMO APLICAR METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM COM O APOIO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO	145
<i>Sidnei Renato Silveira.....</i>	<i>145</i>

TRABALHANDO COM PESQUISA APLICADA À AVICULTURA

Catarina Stefanello¹

A avicultura é uma das áreas do setor produtivo brasileiro que mais contribui para a geração de empregos, desenvolvendo cidades, trazendo renda para as famílias rurais e auxiliando na obtenção de recursos financeiros para o país. A produção avícola continua aumentando e se especializando nos últimos anos e a consolidação das exportações e da produção foram obtidas principalmente através da utilização da tecnologia, dos avanços em nutrição avícola, manejos, ambiência, melhoramento genético e a busca por melhor qualidade de carnes e ovos. Na última década, o Brasil tem se mantido como o maior exportador mundial de carne de frango e está entre os três maiores produtores.

Cadeia produtiva da carne de frango e de ovos

No ano de 2019 foram produzidas 13,245 milhões de toneladas de carne de frango no Brasil, 32% desta produção foi exportada para mais de 150 países, na grande maioria exportados como cortes ou aves inteiras, gerando 6,994 milhões de dólares (ABPA, 2020). A carne de frango é a carne mais consumida no Brasil e presente na mesa da maioria das famílias brasileiras, em que o consumo per Capita em 2019 foi de 42,84 kg (ABPA, 2020). Os três estados da região sul do Brasil se destacam por serem os maiores produtores e exportadores de carne de frango no país. A organização da cadeia produtiva da carne de frango é uma das principais características do setor, em que a troca de informações entre os elos deste setor produtivo é garantida pelo sistema de integração na avicultura de corte, o que possibilita um maior controle da produção, obtenção de melhores resultados,

¹ Prof^a. Adjunta do Departamento de Zootecnia da UFSM. Responsável pelo Laboratório de Avicultura (LAVIC-UFSM) - catarina.stefanello@ufsm.br

rastreabilidade da produção e melhor qualidade da carne produzida para atender os diferentes mercados consumidores.

A cadeia produtiva de ovos no Brasil foi responsável pela produção de mais de 49 bilhões de unidades de ovos em 2019, deste total 99,56% ficou no mercado interno e mais de 118 milhões de poedeiras foram alojadas. Os principais estados produtores de ovos no Brasil são: São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais e Pernambuco. Adicionalmente, o consumo de ovos per Capita no Brasil em 2019 foi de 230 unidades (ABPA, 2020). Muito trabalho tem sido feito em marketing, combate a mitos, melhora na qualidade, valorização e diversificação dos produtos e das embalagens de ovos com o objetivo de estimular o aumento do consumo de ovos no país; existe produção, qualidade e um grande potencial de consumo. A cadeia produtiva de ovos no Brasil se baseia no sistema de integração, entretanto também predominam as pequenas, médias e grandes empresas que realizam todas as etapas do processo produtivo, além de produtores de aves, de ovos ou indústria processadora, que podem atuar separadamente. A maior parte dos alojamentos de poedeiras no Brasil é realizada no sistema vertical ou em gaiolas convencionais, porém o alojamento de aves em sistemas livres de gaiola tem aumentado nos últimos anos, demandando comparações e avaliações de sistemas como o “cage free” ou o “free range” (HARTCHER; JONES, 2017).

Importância da pesquisa científica na avicultura

Muitas pesquisas científicas são realizadas em centros de pesquisas públicos e privados e instituições de ensino no Brasil objetivando melhorar a eficiência produtiva do setor avícola. Através do conhecimento científico e técnico gerado à partir destas pesquisas tem sido possível melhorar a produtividade, a eficiência alimentar e a qualidade dos produtos disponíveis no mercado. Por isso, é importante que os alunos de graduação e pós-graduação comecem a se inserir desde cedo em projetos de pesquisa que visam o desenvolvimento da avicultura, de forma que possam adquirir experiência e melhor preparo para o mercado de trabalho.

Os melhores resultados alcançados na avicultura brasileira são a consequência de muito trabalho em diversas áreas que se complementam com um objetivo comum

que é a melhoria da produtividade e da qualidade dos produtos gerados. Além disso, as informações divulgadas pelo setor avícola objetivam o combate de mitos como por exemplo, mito do hormônio na carne de frango, do colesterol no ovo e mitos relacionados a coloração da casca e da gema com a composição dos ovos.

A Figura 1 resume alguns itens importantes que utilizam muita pesquisa aplicada no desenvolvimento da produção de aves no mundo. Pesquisas constantes realizadas em melhoramento genético das aves permitem controle dos cruzamentos nas linhas puras, manutenção do patrimônio genético e seleção das características desejáveis. Há constante controle sanitário dos lotes de aves e maiores cobranças quanto à biossegurança e bem-estar animal, sobretudo porque o Brasil é o maior exportador de carne de frango e possui rigoroso controle dos lotes e da produção. Mais investimentos em tecnologia, instalações e equipamentos e controle ambiental das granjas tem sido exigidos para melhorar as condições de produção. Adicionalmente, constantes pesquisas são realizadas para determinar exigências nutricionais, atualizar exigências para aves de alta produção e rápido ganho, avaliar ingredientes e aditivos, bem como estudar os efeitos de diferentes processamentos de rações.

Figura 1. Fatores que contribuem para os melhores resultados em avicultura



Pesquisas científicas aplicadas à avicultura

As pesquisas científicas em avicultura podem resultar principalmente em publicações de metanálise ou então de artigos científicos completos na íntegra, envolvendo experimentos à campo. Os aspectos envolvidos na elaboração de publicações científicas de qualidade nacional e internacional envolvem alguns questionamentos sobre as etapas da pesquisa.

São etapas importantes para uma pesquisa aplicada (adaptado de QUIVY; CAMPENHOUDT, 1995; NAVES, 1998):

- 1) O que pesquisar? Escolher um tema de interesse, de preferência temas atuais em um ângulo pouco explorado ou inédito. Optar por pesquisas inovadoras;
- 2) Revisão de literatura: Buscar o máximo de informações sobre o que já foi publicado, o que ainda precisa ser estudado sobre o tema, qual seria o público alvo da pesquisa;
- 3) Definir e conhecer melhor o problema, ser crítico e cauteloso;
- 4) Definir quais são as hipóteses da presente pesquisa;
- 5) Ter objetivos claros;
- 6) Utilizar número de animais representativos de acordo com o objetivo da pesquisa;
- 7) Definir a equipe que irá auxiliar na pesquisa e se preciso fornecer treinamento para que todos executem bem suas funções; fazer bom uso das trocas de experiências entre discentes e orientador;
- 8) Definir os métodos que serão utilizados na pesquisa; escolher métodos-referência ou usuais e ter domínio sobre os métodos definidos;
- 9) Coletar os dados de maneira adequada; minimizar os erros e os efeitos que não são de tratamentos; controlar as variações; escolher adequadamente as medidas que serão avaliadas; escolher medidas complementares e que possam explicar bem o projeto sem deixar faltar avaliações que seriam fundamentais; ter repetições suficientes e distribuir adequadamente as unidades experimentais;

- 10) Analisar adequadamente os dados obtidos e buscar ferramentas da estatística e delineamento experimental;
- 11) Apresentar os resultados de forma objetiva e no melhor formato para a pesquisa;
- 12) Discutir os dados com detalhes;
- 13) Apresentar, escrever ou publicar relatórios, resumos, notas técnicas ou artigos científicos. É muito importante que os alunos de graduação se envolvam em pesquisas aplicadas.

Temas atuais de pesquisas científicas aplicadas à avicultura conduzidos na UFSM

É importante que todos os alunos e pesquisadores aproveitem e valorizem as estruturas de pesquisa já existentes em laboratórios e setores da UFSM, buscando sempre sua manutenção e as melhorias necessárias através dos recursos atraídos para a Instituição. A UFSM é uma Instituição de Ensino referência, muito valorizada por seus egressos e renomada por sua atuação nas áreas de pesquisa, ensino e extensão em avicultura.

Os projetos de pesquisa também necessitam ser aplicáveis pela indústria; atuar melhorando as relações interpessoais através da pesquisa; contribuir para o desenvolvimento local, regional ou científico e ser ferramenta de desenvolvimento pessoal e técnico da equipe de trabalho. A autora do texto recomenda que os estudantes de pós-graduação finalizem suas pesquisas e a escrita do artigo científico sem deixar publicações pendentes e cumprindo com suas obrigações. Também, que seja priorizada a troca de experiências entre diferentes grupos de trabalho ou Instituições de Ensino e que as publicações sejam em inglês e em periódicos internacionais com alto fator de impacto. Os principais temas atuais de pesquisas realizadas em avicultura serão descritos a seguir:

a) Determinação e atualização de exigências nutricionais:

Atualizar ou definir exigências nutricionais de matrizes de corte, poedeiras ou frangos de corte é necessário para a avicultura, visto que atender as exigências é

fundamental para o melhor desenvolvimento das aves e também para obter as recomendações de exigências de nutrientes para a formulação de rações. Um dos métodos mais utilizados na determinação de exigências nutricionais é o método de dose resposta, em que são utilizados níveis crescentes de um nutriente, objetivando determinar o nível de máxima resposta (SANTIAGO et al., 2020).

- b) Pesquisas científicas que objetivam a avaliação e registro de novos produtos a serem utilizados na indústria avícola:

As pesquisas de avaliação de níveis recomendados ou eficácia de produtos que estão sendo avaliados para registro são importantes para que laboratórios se tornem referência ao atender as premissas dos órgãos de registro nacionais e internacionais. Permitem que o grupo de pesquisa se aproxime de empresas da área e também atenda as exigências do mercado avícola (STEFANELLO et al., 2019).

- c) Avaliações de estado anormal da musculatura peitoral e qualidade da carne de frango:

As alterações no estado anormal do peito de frangos de corte tem como foco atual a ocorrência de peito madeira ou “wooden breast”. Até a divulgação do Ofício-Circular nº17/2019 (MAPA) em 13 de dezembro de 2019, o estado anormal da musculatura era denominado miopatia no Brasil. Este estado pode ser visualmente detectado no abate das aves ou processamento e sua presença, quando em grau severo, tem gerado condenações de peito ou decréscimo do valor comercial, destinando estes cortes para processados e industrializados. A maior ocorrência de wooden breast tem sido atribuída ao rápido crescimento dos frangos, associado ao maior ganho de peso e ao maior rendimento de peito. Muitos estudos avaliando curva de crescimento do frango, ambiência, seleção genética, nutrição e uso de aditivos têm sido conduzidos nos últimos anos (TROCINO et al., 2015; KUTTAPPAN et al., 2016; SIMÕES et al., 2020). O peito amadeirado resulta em alterações visuais, fibras musculares irregulares e com deposição de colágeno que resultam em maior perda por cozimento, menor retenção de água, miodegeneração polifásica e menor maciez da carne. Entretanto, vale lembrar que sua inocuidade é mantida (SIHVO et al., 2014; PETRACCI et al., 2019).

Uma limitação dos estudos dedicados à compreensão dos fatores que desencadeiam o peito madeira é a descoberta precoce do surgimento da miopatia e os fatores associados ao seu surgimento. Além do desempenho produtivo, do perfil de enzimas plasmáticas e de avaliações histomorfológicas dos tecidos, alguns métodos de avaliação *in vivo* tem sido recomendados para predizer os graus de miopatia e sua ocorrência, como a utilização de imagens de ultrassom (SIMÕES et al., 2020). Dessa forma, também é possível realizar avaliações individuais, sem necessidade de abater os animais ou então reduzindo a utilização de animais em pesquisas.

- d) Maior utilização da tecnologia da informação, aplicativos de conectividade e robôs:

Maior atenção tem sido dada para melhorar a comunicação entre produtores de aves e as empresas integradoras ou cooperativas que fomentam o setor avícola. Assim, gerando respostas mais rápidas, possibilitando o acompanhamento diário dos lotes de aves, melhorando a transmissão das informações necessárias e avaliando o desenvolvimento dos lotes de aves através de equipamentos que funcionam automaticamente. Muitas ferramentas também reduzem a necessidade de pessoas trabalhando internamente nas granjas e auxiliando na biossegurança. Possibilitam também que robôs façam imagens em tempo real, permitindo a visualização do comportamento, status sanitário ou bem-estar das aves dentro dos aviários, sem que estes sejam alterados pela presença humana.

- e) Utilização de enzimas exógenas para aves:

As enzimas exógenas têm sido amplamente estudadas em avicultura e muita atenção tem sido dada aos níveis, combinações, formas físicas e às novas gerações de enzimas que tem surgido no mercado. A principal enzima utilizada na avicultura é a fitase, no entanto se percebe um aumento da utilização de carboidrases em dietas para aves. A utilização de enzimas exógenas varia de acordo com os ingredientes utilizados, ou seja, quais substratos para as enzimas estão presentes nas rações. Consequentemente, benefícios são esperados, visto que as enzimas atuam

complementando enzimas endógenas ou fornecendo enzimas que não são secretadas pelo trato gastrointestinal das aves. Como consequência, pode haver redução dos custos de formulação ou melhor aproveitamento dos nutrientes e energia das rações (STEFANELLO et al., 2015, 2016, 2017, 2019).

f) Utilização de aditivos e saúde intestinal das aves:

A diminuição da utilização de promotores de crescimento em rações para aves é uma realidade e com isso atualmente há uma maior necessidade de avaliar aditivos naturais que possam auxiliar na melhoria da saúde intestinal das aves. Aditivos como ácidos orgânicos, óleos essenciais, probióticos e prebióticos tem sido mais avaliados atualmente por possibilitarem melhor equilíbrio do microbioma intestinal, melhor absorção de nutrientes e redução de efeitos negativos de patógenos. As avaliações envolvem principalmente o desempenho produtivo, digestibilidade de nutrientes, aproveitamento da energia, uso de marcadores para avaliar permeabilidade intestinal, morfometria intestinal e escores de lesões, expressão de genes associados à absorção de nutrientes (STEFANELLO et al., 2020) e também avaliações de microbioma intestinal.

Considerações finais

Diversos fatores têm sido relacionados aos melhores resultados produtivos da avicultura, em que muitos conhecimentos já foram obtidos através da pesquisa; entretanto, sempre haverá espaço para a realização de pesquisas inovadoras, aplicadas, completas ou que possuam aplicabilidade técnico-científica ou comercial. Os alunos são estimulados a participar de projetos de pesquisa objetivando desenvolver novas habilidades, adquirir experiência e estudar temas inovadores que contribuam para o seu crescimento técnico e também auxiliem a buscar recursos para a UFSM através de trabalhos exemplares e a divulgação das nossas pesquisas.

Referências

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2020**. 2020. Disponível em: <<https://abpa-br.org/mercados/#relatorios>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de Pesquisa. Série educação a distância. QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L. V. **Manuel de recherche en sciences sociales**. 2. ed. Paris: Dunod. 1995.

HARTCHER, K. M.; JONES, B. The welfare of layer hens in cage and cage-free housing systems. **World's Poultry Science Journal**, v. 73, n. 4, p. 767-782, 2017. doi.org/10.1017/S0043933917000812.

KUTTAPPAN, V. A.; HARGIS, B. M.; OWENS, C. M. White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry: a review. **Poultry Science**. v. 95, p. 2724-2733, 2016. doi:10.3382/ps/pew216.

NAVES, M. M. V. Introdução à pesquisa e informação científica aplicada à nutrição. **Revista de Nutrição**, v. 11, n. 1, p. 15-36, 1998. doi.org/10.1590/S1415-52731998000100002.

PETRACCI, M.; SOGLIA, F.; MADRUGA, M.; CARVALHO, L.; IDA, E.; ESTÉVEZ, M. Wooden breast, white striping, and spaghetti meat: causes, consequences and consumer perception of emerging broiler meat abnormalities. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v. 18, p. 565-583, 2019. doi:10.1111/1541-4337.12431.

SANTIAGO, G.; VIEIRA, S. L.; STEFANELLO, C.; SIMÕES, C. T.; KINDLEIN, L.; MARIA, D.D.; IBAIRRO, P. Dietary choline affects field performance and broiler leg deviations. **Livestock Science**. v. 240, 104127, 2020. doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104127.

SIHVO, H. K.; IMMONEN, K.; PUOLANNE, E. Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the *Pectoralis major* muscle of broilers. **Veterinary Pathology**. v. 51, p. 619-623, 2014. doi.org/10.1177/0300985813497488.

SIMÕES, C. T.; VIEIRA, S. L.; STEFANELLO, C.; KINDLEIN, L.; FERREIRA, T. Z.; FAVERO, A.; XAVIER, B. An in vivo evaluation of the effects of feed restriction regimens on wooden breast using ultrasound images as a predictive tool. **British Poultry Science**. v. 61, n. 5, 2020. doi: 10.1080/00071668.2020.1764909.

STEFANELLO, C.; ROSA, D. P.; DALMORO, Y. K.; SEGATTO, A. L.; VIEIRA, M. S.; MORAES, M. L.; SANTIN, E. Protected blend of organic acids and essential oils improves growth performance, nutrient digestibility, and intestinal health of broiler chickens undergoing an intestinal challenge. **Frontiers in Veterinary Science**. v. 6: n. 491, 2020. doi.org/10.3389/fvets.2019.00491.

STEFANELLO, C.; VIEIRA, S. L.; SANTIAGO, G. O.; KINDLEIN, L.; SORBARA, J. O. B.; COWIESON, A. J. Starch digestibility, energy utilization and growth performance of broilers fed corn-soybean basal diets supplemented with enzymes. **Poultry Science**. v. 94, p. 2472-2479, 2015. doi.org/10.3382/ps/pev244.

STEFANELLO, C.; VIEIRA, S. L.; RIOS, H. V.; SIMÕES, C. T.; FERZOLA, P. H.; SORBARA, J. O. B.; COWIESON, A. J. Effects of energy, α -amylase, and β -xylanase on growth performance of broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**. v. 225, p. 205-212, 2017. doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.01.019.

STEFANELLO, C.; VIEIRA, S. L.; CARVALHO, P. S.; SORBARA, J. O. B.; COWIESON, A. J. Energy and nutrient utilization of broiler chickens fed corn-soybean meal and corn-based diets supplemented with xylanase. **Poultry Science**. v. 95, p. 1881-1887, 2016. doi.org/10.3382/ps/pew070.

STEFANELLO, C.; VIEIRA, S. L.; SOSTER, P.; SANTOS, B. M.; DALMORO, Y. K.; FAVERO, A.; COWIESON, A. J. Utilization of corn-based diets supplemented with an exogenous α -amylase for broilers. **Poultry Science**. v. 98, p. 5862-5869, 2019. doi.org/10.3382/ps/pez290.

TROCINO, A.; PICCIRILLO, A.; BIROLO, M.; RADAELLI, G.; BERTOTTO, D.; FILIOU, E.; PETRACCI, M.; XICCATO, G. Effect of genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens. **Poultry Science**. v. 94, p. 2996-3004, 2015. doi.org/10.3382/ps/pev296.

USO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DA SUINOCULTURA COMO FONTE DE NITROGÊNIO À PRODUÇÃO DE GRÃOS E FORRAGEM

*Celso Aita¹, Rosemar de Queiroz, Heitor L. S. Bazzo, Pâmela Oruoski,
Stefen B. Pujol*

Resumo

A suinocultura é uma atividade de grande importância econômica e social para o Brasil, especialmente para a região Sul. Todavia, ela gera também grandes quantidades de dejetos líquidos, os quais contêm a mistura de fezes, urina e sobras de água e ração, e precisam de um manejo adequado para reduzir o seu potencial poluidor do ambiente. Embora o uso agrícola como fonte de nutrientes às culturas seja o principal destino dados aos dejetos, o seu uso sem critérios técnicos adequados pode resultar na contaminação da água com nitrato (NO_3^-) e da atmosfera, através de emissões gasosas de nitrogênio (N) nas formas de amônia (NH_3) e óxido nitroso (N_2O), que é um dos principais gases de efeito estufa. A alta complexidade do ciclo do N, os impactos negativos do manejo inadequado do N sobre o ambiente e o alto custo dos fertilizantes nitrogenados, fazem com que esse nutriente seja aquele que demanda maior atenção por parte da pesquisa, no sentido de otimizar a ciclagem do N dos dejetos de suínos na agricultura. Neste capítulo serão abordadas diferentes estratégias de uso dos dejetos líquidos de suínos nas culturas do milho, aveia e trigo, visando maximizar o potencial fertilizante dos dejetos e, ao mesmo tempo, mitigar as emissões de NH_3 e N_2O para a atmosfera. Será dada ênfase à **injeção subsuperficial** dos dejetos líquidos no solo em sistema de plantio direto, ao uso de **inibidor de nitrificação**, à **aplicação parcelada** dos dejetos e ao **uso associado** dos dejetos com ureia nas culturas.

¹ Microbiologia do Solo / Departamento de Solos / UFSM.

1 Produção e principais características dos dejetos líquidos de suínos

O elevado padrão genético e o confinamento total dos animais em todas as fases do ciclo de produção são duas características marcantes da suinocultura brasileira. Nesse sistema de criação, ocorre a produção de grandes volumes de dejetos líquidos, os quais são constituídos pela mistura de fezes e urina, além de sobras de alimentos e de água, tanto dos bebedouros como da higienização das instalações. Tais dejetos também recebem a denominação de chorume ou esterco líquido. Neste capítulo, a denominação utilizada será a de dejetos líquidos de suínos (DLS).

A produção de DLS varia em função da fase de criação dos animais e das condições das instalações. A produção média de sete litros de dejetos por animal e por dia, encontrada por Konzen et al. (1997), tem sido utilizada para o dimensionamento das estruturas a serem utilizadas para o armazenamento dos dejetos líquidos. Em um estudo mais recente, conduzido nas instalações de 15 suinocultores da região Oeste de Santa Catarina pela EMBRAPA Suínos e Aves de Concórdia, SC, e publicado como Instrução Normativa nº 11 pela Fundação do Meio Ambiente de SC (Tavares et al., 2014), os autores encontraram uma produção média diária de 4,5 L de dejetos por animal em fase de terminação. Essa menor produção de dejetos encontrada foi atribuída à modernização das instalações dos suinocultores, com menor uso de água na sua higienização e pelo uso de bebedouros mais eficientes, com menor perda de água.

O rebanho de suínos dos três estados da região sul do Brasil é estimado em 20 milhões de cabeças (IBGE, 2019) o que pode resultar em uma produção diária de dejetos líquidos que varia na faixa de 140 a 90 milhões de litros (em média $115.000 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$), se a mesma for estimada a partir da produção de 7,0 L de dejetos animal⁻¹ dia⁻¹ (KONZEN et al., 1997) ou de 4,5 L de dejetos animal⁻¹ dia⁻¹ (TAVARES et al., 2014), respectivamente. Portanto, o volume de dejetos líquidos produzidos na suinocultura é extremamente elevado. Para o uso desse material orgânico como fertilizante é necessário estocá-lo por 60 a 120 dias antes de aplicá-lo no campo, o

que é feito, principalmente, em esterqueiras anaeróbicas, as quais podem ser cobertas ou não (Figura 1).

A dieta fornecida aos suínos é rica em energia e nutrientes. O aproveitamento pelos animais desses nutrientes é baixo e, por isso, a maior parte dos mesmos é excretada nas fezes e urina, conforme ilustram os resultados da tabela 1 para os três principais macronutrientes, que são o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K).

O baixo aproveitamento pelos suínos dos nutrientes fornecidos na sua dieta, implica na produção/excreção de DLS contendo quantidades significativas de nutrientes, como comprovam os resultados obtidos por Scherer et al. (1996) após a análise dos DLS de 96 amostras coletadas em esterqueiras anaeróbicas do Oeste catarinense (Tabela 2).

Figura 1. Esterqueira anaeróbica descoberta e revestida com geomembrana, para o armazenamento de dejetos líquidos de suínos.



Algumas considerações importantes podem ser feitas a partir dos resultados apresentados na tabela 2. Um dos principais aspectos a destacar se refere à ampla variação na concentração de todos os atributos dos dejetos, a qual pode ser atribuída à variação na alimentação fornecida aos animais e, principalmente, às quantidades diferenciadas de água, diluindo mais ou menos os dejetos. Os principais fatores que interferem no grau de diluição dos DLS envolvem a perda variável de água dos bebedouros, o uso diferenciado de água para a higienização das instalações e o uso ou não de cobertura nas esterqueiras para evitar a entrada de água das chuvas.

A grande variabilidade nas características dos dejetos, com destaque para os teores de N, P e K, evidenciam a necessidade de analisar os DLS antes do seu uso como fertilizante. A recomendação da dose de dejetos a utilizar nas culturas, tendo como base os teores médios de nutrientes, deve ser evitada. Isso porque ela poderá resultar em subdosagens, com prejuízos na produtividade, ou em doses excessivas, com aumento no potencial de poluição ambiental.

Tabela 1. Nutrientes fornecidos na dieta dos suínos e a proporção que é retida no organismo e excretada nos dejetos.

Distribuição	Quantidade de nutrientes		
	Nitrogênio ¹	Fósforo ¹	Potássio ²
	----- kg -----		
Fornecido no alimento	100	100	100
Retido no organismo	30	26	6
Excretado nos dejetos	70	74	94

¹Lovatto et al. (2005).

²Oliveira (1993).

Um dos nutrientes que tem merecido maior atenção nos DLS é o N, em função do teor encontrado nos DLS e da elevada demanda desse nutriente pelas culturas, com destaque para as gramíneas. Além disso, algumas formas gasosas de N, como a amônia (NH₃) e o óxido nitroso (N₂O), podem contaminar a atmosfera, enquanto a forma inorgânica de nitrato (NO₃⁻) pode contaminar tanto a água dos mananciais de superfície quanto do lençol freático. Observa-se na tabela 3 que de 49,0 a 86,4% do

N total dos DLS armazenados em esterqueiras anaeróbicas se encontram na forma inorgânica, como N amoniacal ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$). O valor médio da proporção de N amoniacal no momento em que os DLS foram aplicados no campo foi de 72,9% (Tabela 3).

Tabela 2. Principais características dos dejetos líquidos de suínos.

Característica	Unidade	Varição	Média ¹
N total	kg m ⁻³	0,5 - 8,5	2,9
N-NH ₄ ⁺	% do N total	20,0- 80,1	60,0
P ₂ O ₅	kg m ⁻³	0,1 - 8,8	2,3
K	kg m ⁻³	0,2 - 4,9	1,5
Matéria Seca	%	0,1 - 8,1	3,0
pH		6,8 - 8,2	7,5

¹Médias calculadas a partir das análises realizadas em 96 amostras de esterqueiras de diferentes locais (Scherer et al., 1996).

Tabela 3. Teores de nitrogênio (N) nos dejetos líquidos de suínos utilizados em diversos experimentos (n=18) de campo conduzidos na UFSM desde 2002.

Estudos	Cultivo/Safra	Teor de N nos dejetos			
		N total	N amoniacal	N orgânico	N amoniacal/ N total
		-----	kg N m ⁻³	-----	-- % --
Reis et al. (2020)	Milho-2019/20	5,46	3,50	1,96	64,1
Aita et al. (2019)	Aveia/2012	3,66	2,72	0,94	74,3
	Aveia/2012-b	3,90	2,80	1,10	71,8
	Aveia/2013	4,05	2,90	1,15	71,6
	Trigo/2013	3,76	2,75	1,01	73,1
Queiroz et al. (2018)	Milho-2015/16	4,10	2,70	1,40	65,9
	Trigo/2016	2,20	1,90	0,30	86,4
Gonzatto et al. (2017)	Milho-2011/12	3,00	2,50	0,50	83,3
	Milho-2012/13	3,38	2,40	0,98	71,0
	Milho-2013/14	3,30	2,60	0,70	78,8
	Milho-2014/15	2,80	2,00	0,80	71,4
	Trigo/2015	2,60	1,80	0,80	69,2
Aita et al. (2015)	Milho-2010/11	2,80	2,00	0,80	71,4
	Trigo/2011	2,50	2,00	0,50	80,0
Aita et al. (2014)	Milho-2011/12	3,26	2,45	0,81	75,2
	Milho-2012/13	2,69	2,17	0,52	80,7
Gonzatto et al. (2013)	Milho-2010/11	2,67	1,98	0,69	74,2
Giacomini et al. (2009)	Milho-2002/03	2,53	1,24	1,29	49,0
Média (± desvio padrão)		3,3 (±0,8)	2,4 (±0,5)	0,9 (±0,4)	72,9 (±8,3)

Esse teor elevado de N amoniacal nos DLS se deve à mineralização do N orgânico pelos microrganismos na ausência de oxigênio (O_2) das esterqueiras anaeróbicas. Nessa condição, o N amoniacal produzido não é nitrificado, uma vez que as bactérias nitrificadoras, que oxidam NH_3 até NO_3^- , dependem da presença de O_2 . A elevada proporção de N amoniacal nos DLS é um aspecto positivo, já que as plantas podem iniciar a assimilação desse N mineral logo após a aplicação dos DLS no solo. Por outro lado, a NH_3 é uma forma gasosa de N que pode ser emitida para a atmosfera sob condições favoráveis, como em temperaturas elevadas e ventos fortes. Assim, com a aplicação dos DLS na superfície do solo, como é feito no sistema de plantio direto (SPD), as perdas de N por volatilização de NH_3 podem ser elevadas, resultando em poluição da atmosfera e em redução do potencial fertilizante dos DLS como fonte de N às culturas.

2 Uso dos dejetos líquidos de suínos como fertilizante em plantio direto

A partir da década de 90, o SPD ganhou impulso na agricultura sul brasileira como um sistema capaz de mitigar as perdas de água, solo e nutrientes decorrentes da erosão do solo observada, geralmente, em áreas sob plantio convencional (PC). Já em 2006 o SPD era utilizado em cerca de 80% da área cultivada no Sul do Brasil (AMADO et al. 2006), tanto em culturas de verão, como o milho e a soja, quanto de inverno, como o trigo.

Até o surgimento e a consolidação do SPD, a recomendação para o uso dos DLS consistia na sua incorporação ao solo o mais rapidamente possível após a sua aplicação. Essa prática era recomendada com o objetivo principal de proteger o N amoniacal dos DLS, reduzindo a sua perda por volatilização de NH_3 . Todavia, a incorporação de qualquer insumo é incompatível com o SPD, onde a linha de semeadura das culturas é o único local onde ocorre mobilização do solo. Assim, a abordagem de diferentes aspectos que será feita nesse capítulo envolve o uso dos DLS em SPD. Para isso, serão considerados basicamente os resultados de dissertações, teses e artigos científicos produzidos pelo nosso grupo de pesquisa na

última década, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo (PPGCS) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

2.1 Resposta das culturas

Em função da elevada demanda em N e da sua importância para a suinocultura, o milho é a principal cultura de verão fertilizada com os DLS. No entanto, como a produção de dejetos é um processo contínuo e a capacidade de armazenamento dos mesmos nas propriedades é limitado, há necessidade de aplicar os DLS também no inverno. Pastagens como a aveia e culturas produtoras de grãos, com destaque para o trigo, são os principais destinos dos DLS no inverno.

A resposta do milho e do trigo ao uso dos DLS como fertilizante em SPD é ilustrada pelos resultados apresentados na tabela 4. Observa-se o elevado potencial fertilizante dos DLS nas duas culturas, com aumento na produtividade de grãos, em relação ao tratamento testemunha sem fertilização, de 4,4 Mg ha⁻¹ (92%) no milho e 1,0 Mg ha⁻¹ (56%) no trigo (GONZATTO et al., 2017) e de 0,9 Mg ha⁻¹ (11%) no milho e 1,6 Mg ha⁻¹ (80%) no trigo (SCHIRMANN et al., 2013). O menor aumento na produtividade do milho encontrado por SCHIRMANN et al. (2013) se deve ao fato da cultura ter sido implantada em SPD, em sucessão à aveia preta, que foi a primeira cultura implantada na área após o seu preparo convencional para a incorporação do calcário para correção da acidez do solo. O aumento na mineralização do N da matéria orgânica do solo (MOS), proporcionado pela mobilização do solo e pela calagem, explicam a elevada produtividade do milho (8,1 Mg ha⁻¹) mesmo sem o uso de fertilizante e justificam a menor resposta da cultura à aplicação dos DLS. Portanto, a magnitude da resposta das culturas à aplicação dos DLS está relacionada à capacidade de suprimento de nutrientes, especialmente de N, por parte do solo, o que depende de suas características, de seu manejo e do seu histórico de uso.

Tabela 4. Produtividade de grãos e acúmulo de nitrogênio pelo milho e trigo com o uso de dejetos líquidos de suínos e adubação mineral (NPK) em plantio direto. Resultados extraídos de Gonzatto et al. (2017) e Schirmann et al. (2013).

Tratamentos	Gonzatto et al. (2017) ¹			Schirmann et al. (2013) ²		
	Produtividade	Nitrogênio		Produtividade	Nitrogênio	
	de grãos	acumulado ³	recuperado	de grãos	acumulado	recuperado
	-- Mg ha ⁻¹ --	-- kg ha ⁻¹ --	-- % --	-- Mg ha ⁻¹ --	-- kg ha ⁻¹ --	-- % --
MILHO						
Testemunha	4,8	79,1	-	8,1	106,4	-
NPK ⁴	9,2	155,4	57,8	9,7	146,2	47,0
Dejetos suínos ⁵	9,2	153,1	46,4	9,0	126,0	12,9
TRIGO						
Testemunha	1,8	45,1	-	2,0	47,0	-
NPK	3,0	95,3	43,6	4,3	108,7	55,1
Dejetos suínos	2,8	83,1	26,2	3,6	95,3	38,0

¹ Resultados médios de quatro cultivos (2011/2012 a 2014/2015).

² Resultados médios de um cultivo de milho (2010/2011) e um de trigo (2011).

³ N total acumulado na parte aérea das plantas (palha + grão).

⁴ Adubação mineral recomendada pela CQFS (2004) para as culturas.

⁵ A dose de dejetos foi estabelecida conforme recomendação da CQFS (2004), considerando que 80% do N total aplicado com os dejetos será disponibilizado durante o ciclo da cultura.

A Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS, 2004; 2016) considera que 80% do N, 90% do P e 100% do K contidos nos DLS são disponibilizados durante o ciclo da cultura a ser implantada após a aplicação dos mesmos. Esse foi o critério utilizado para estabelecer as doses de DLS a serem utilizadas no milho e no trigo (Tabela 4). Os resultados obtidos indicam que esses índices de liberação dos três macronutrientes dos DLS, propostos pela CQFS (2004; 2016), estão adequados, uma vez que as produtividades das duas culturas foram próximas entre o tratamento com DLS e com a adubação mineral recomendada (NPK). Todavia, a recuperação pelas culturas do N aplicado foi sempre inferior nos DLS em relação à adubação mineral. Na média das duas culturas e dos dois estudos realizados, a recuperação do N foi de 50,7% com a adubação mineral e de 30,9% com os DLS. Essa menor recuperação do N dos DLS pode ser explicada pelo momento em que os mesmos são aplicados

no solo. Enquanto na adubação mineral o N é fracionado, aplicando-se 1/3 na semeadura e 2/3 em cobertura, nos DLS todo o N é aplicado na semeadura. Com isso, o potencial de perdas de N, especialmente por volatilização de NH_3 e lixiviação de NO_3^- , é maior com o uso dos DLS do que com a adubação mineral.

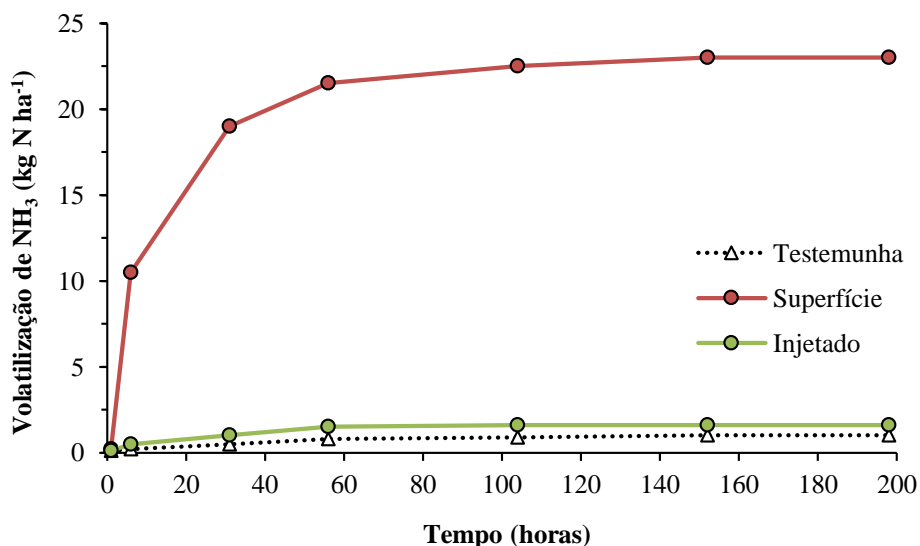
2.2 Impactos ambientais negativos

Apesar dos benefícios do SPD no controle da erosão, o uso dos dejetos de animais nesse sistema pode impactar negativamente o ambiente. Isso porque a aplicação dos DLS sobre os resíduos culturais pode favorecer a perda de carbono e nutrientes por escoamento superficial e de N por volatilização de NH_3 . Outro problema ambiental decorrente da aplicação dos DLS na superfície do solo e sem incorporação, como ocorre no SPD, se refere à emissão de maus odores. Esses três impactos potencialmente negativos sobre o ambiente, decorrentes do uso dos DLS em SPD, serão discutidos brevemente a seguir.

2.2.1 Perda de nitrogênio por volatilização de amônia (NH_3)

A volatilização de NH_3 é um processo físico-químico, controlado pelas condições ambientais e pelo pH do solo. A proporção elevada de N na forma amoniacal nos DLS (Tabela 3) e a aplicação dos DLS na superfície do solo em SPD podem resultar em perdas elevadas de N para a atmosfera na forma de NH_3 , conforme ilustram os resultados da figura 2. Observa-se que, nas primeiras seis horas, a quantidade de N- NH_3 que volatilizou foi de $10,5 \text{ kg N ha}^{-1}$, o que corresponde a 46% do N- NH_3 que volatilizou em todo o período de avaliação ($23,0 \text{ kg N ha}^{-1}$), que foi de 198 horas. Decorridas aproximadamente 30 horas da aplicação dos DLS, cerca de 20% do N amoniacal aplicado no solo com os DLS ($19,0 \text{ kg N ha}^{-1}$) já haviam sido emitidos para a atmosfera na forma de NH_3 .

Figura 2. Volatilização de amônia (NH_3) sem aplicação de dejetos (Testemunha) e após a aplicação de dejetos líquidos de suínos na superfície (Superfície) ou injetado (Injetado) no solo.



Fonte: Dados extraídos de Aita et al. (2019b).

Um aspecto a destacar na figura 2 se refere à cinética do processo de volatilização de NH_3 com a aplicação dos DLS em SPD. Embora possa variar entre os estudos, na maior parte deles, a quase totalidade da volatilização ocorre nas primeiras horas após a aplicação dos DLS. Isso evidencia que a proporção do N amoniacal dos dejetos que será volatilizada depende muito das condições ambientais presentes nas primeiras horas após a distribuição dos DLS na superfície do solo. Solos excessivamente compactados e/ou úmidos, que dificultem a infiltração da fração líquida dos DLS no solo, aliado às temperaturas elevadas e ventos fortes nas primeiras horas devem potencializar a volatilização de NH_3 com o uso dos DLS em SPD.

A magnitude das perdas de N por volatilização de NH_3 depende dos fatores que afetam a emissão dessa forma gasosa de N. Quanto mais elevados forem o pH do solo e dos dejetos, a temperatura do ar e do solo e a velocidade dos ventos, maior será a proporção do N amoniacal dos DLS que será emitida como NH_3 do solo para a atmosfera. Por isso, a importância em observar as condições climáticas no momento da aplicação dos DLS. A aplicação dos DLS no final do dia pode mitigar a volatilização

de NH_3 , uma vez que a maior parte do N amoniacal está contido na fração líquida dos DLS, a qual poderá infiltrar no solo durante a noite, protegendo a NH_3 da volatilização.

A volatilização de NH_3 tem impactos negativos tanto do ponto de vista agrônomo quanto ambiental. Agronomicamente, a volatilização de NH_3 reduz a disponibilidade de N no solo e, portanto, representa uma redução do potencial dos DLS como fonte de N às culturas. Ambientalmente, a NH_3 volatilizada retornará da atmosfera para o solo através das chuvas, podendo impactar negativamente ambientes distantes do local de onde volatilizou, já que a nitrificação do N amoniacal resulta em acidificação gradativa dos ecossistemas. Além disso, a NH_3 volatilizada poderá resultar na produção e emissão indireta de N_2O para a atmosfera, um dos principais gases de efeito estufa (GEE). Isso porque, ao retornar ao solo, a NH_3 será oxidada até NO_3^- , podendo gerar N_2O na nitrificação e, principalmente, durante a desnitrificação do NO_3^- produzido. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, do inglês Intergovernmental Panel on Climate Change) indica que 1% da quantidade de N- NH_3 que foi volatilizada poderá resultar em N_2O após o retorno da NH_3 da atmosfera para o solo (GILLENWATER et al., 2006).

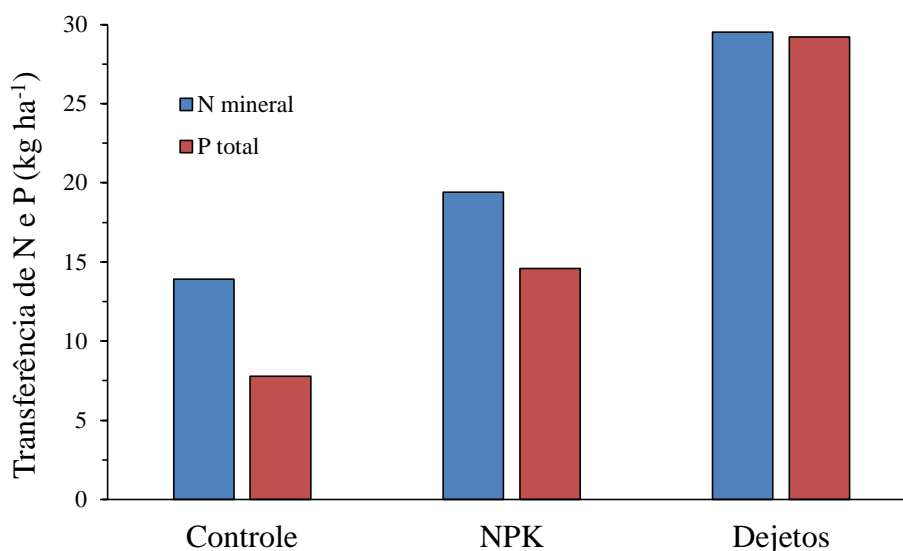
2.2.2 Perda de nutrientes por escoamento superficial

Um dos impactos ambientais potencialmente mais negativos da aplicação dos DLS em SPD consiste na possibilidade de transferência de C e de nutrientes dos DLS aos mananciais de superfície. Esse processo pode causar a eutrofização desses mananciais, o que favorece o desenvolvimento de microrganismos fotossintéticos, com destaque para as algas. O crescimento excessivo e a morte de parte dessa população microbiana aumentam a quantidade de carbono disponível, o que promove o crescimento de microrganismos heterotróficos e o rápido consumo do O_2 disponível na água, comprometendo a vida dos organismos aeróbicos desses ecossistemas aquáticos.

Os resultados da Figura 3 (CIANCIO, 2015) ilustram as perdas acumuladas de nitrogênio inorgânico e de P por escoamento superficial após a aplicação dos DLS em SPD, em um estudo de longa duração realizado na Universidade Federal de Santa Maria.

Entre os macronutrientes, o P e o N, principalmente na forma de nitrato (NO_3^-), são os que apresentam maior potencial para impactar negativamente os ecossistemas aquáticos. Como esses nutrientes necessitam do escoamento superficial da água das chuvas para serem transportados, é importante observar a previsão de chuvas antes de aplicar os DLS no campo. Há uma relação direta entre as quantidades de nutrientes perdidos via escoamento com a intensidade das chuvas e uma relação inversa dessa perda com o período de tempo transcorrido entre a aplicação dos DLS e a ocorrência das chuvas (CIANCIO, 2015).

Figura 3. Perdas acumuladas de N mineral ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) e de fósforo (P total) por escoamento superficial sem aplicação de dejetos (Controle) e com aplicações bianuais de dejetos líquidos de suínos (Dejetos) e fertilizante mineral (NPK) em plantio direto.



Fonte: Adaptado de Ciancio (2015); aplicações em oito cultivos (três de milho, um de feijão e quatro de aveia preta) no período de 2009/2010 a 2012/2013.

2.2.3 Emissão de maus odores

Os DLS apresentam teores elevados de N orgânico, cuja decomposição por microrganismos estritamente anaeróbicos presentes nas esterqueiras gera uma série de compostos orgânicos voláteis responsáveis pelo mau cheiro acentuado dos DLS. Os principais compostos responsáveis pela emissão de odores desagradáveis são o metilfenol, o escatol e o etilfenol (PARKER et al., 2013), além do gás sulfídrico (H_2S)

e da NH_3 (SARDÁ, 2009). A emissão desses compostos voláteis nas primeiras horas após a aplicação dos DLS causa enorme desconforto, afetando tanto as pessoas que habitam em locais próximos às lavouras conduzidas em SPD e que foram fertilizadas recentemente com os DLS, como aquelas que circulam por esses locais.

3 Estratégias para mitigar os impactos negativos dos dejetos líquidos de suínos em plantio direto

Para preservar os inúmeros benefícios que o SPD trouxe em termos do controle da erosão e, portanto, para a sustentabilidade da produção agrícola da região Sul do Brasil, é preciso encontrar estratégias que sejam capazes de mitigar os principais impactos negativos decorrentes do uso dos dejetos nesse sistema de preparo do solo. Esse tem sido o foco principal dos trabalhos de nosso grupo de pesquisa na UFSM na última década. A seguir são apresentados e discutidos brevemente os principais resultados obtidos nas diferentes estratégias em estudo. Será dada ênfase às medidas mitigatórias da volatilização de NH_3 e, principalmente, da emissão de N_2O , em função do elevado potencial de aquecimento global (PAG) dessa forma gasosa de N.

3.1 Injeção subsuperficial dos dejetos líquidos de suínos no solo

A maneira mais eficaz para proteger da volatilização o N amoniacal dos DLS, na forma gasosa de NH_3 , consiste em promover o contato da NH_3 com o solo, o que pode ser facilmente obtido com a incorporação dos dejetos no solo logo após a sua aplicação, através de aração e/ou gradagem. Todavia, essas práticas mobilizam o solo e não são compatíveis com o SPD. Uma alternativa para mitigar a volatilização da NH_3 dos dejetos consiste na injeção subsuperficial dos DLS em SPD.

Embora a prática de injetar dejetos líquidos de bovinos e suínos no solo seja comum nos EUA e na Europa, especialmente em pastagens perenes, ela ainda é muito pouco utilizada em nível de campo no Brasil. Em um trabalho de parceria conduzido na última década envolvendo o nosso grupo de pesquisa da UFSM, alguns professores/pesquisadores do curso de Agronomia da Universidade de Passo Fundo (UPF) e técnicos da Empresa de implementos agrícolas MEPEL Máquinas e

Equipamentos da cidade de Estação, RS (www.mepel.ind.br), foram feitas algumas adaptações em um distribuidor de dejetos líquidos, que resultaram no distribuidor de adubo orgânico líquido com incorporação (DAOL-i®) (Figura 4). O referido equipamento, que permite a injeção subsuperficial (7 a 10 cm aproximadamente) dos DLS na presença de resíduos culturais na superfície do solo em SPD, é composto de um pistão hidráulico responsável por inserir no solo um conjunto de 8 hastes de injeção tipo facão guilhotina (discos de corte e haste sulcadora), localizado na parte traseira do equipamento; hastes sulcadoras de 2,0 cm de espessura, que possuem ponteira substituível e são espaçadas de 35 cm entre si.

O efeito da injeção dos DLS no solo na redução da volatilização de NH_3 é ilustrado pelos resultados da figura 2, onde se observa que a proporção do N amoniacal aplicado ao solo com os DLS e que foi volatilizado como NH_3 em 198 horas diminuiu de 23% na aplicação superficial para apenas 1,6% com a injeção subsuperficial dos DLS. Portanto, a injeção dos DLS no solo em SPD pode praticamente eliminar a emissão de NH_3 para a atmosfera, aumentando a quantidade de N disponível no solo às plantas e reduzindo os impactos ambientais potencialmente negativos decorrentes da NH_3 volatilizada. Ao preservar maior quantidade de N inorgânico no solo pela injeção, é provável que a dose de N via dejetos possa ser reduzida, possibilitando ampliar a área fertilizada com os DLS.

Figura 4. Equipamento desenvolvido pela empresa MEPEL Máquinas e Equipamentos (a) para a distribuição de adubos orgânicos líquidos por meio da injeção (DAOL-i®) subsuperficial desses dejetos no solo em sistema de plantio direto (b).



A injeção dos DLS em SPD pode reduzir a praticamente zero a perda de N por volatilização de NH_3 , conforme comprovado pelos resultados da figura 2, além de mitigar a transferência de C e nutrientes aos mananciais via escoamento superficial e a emissão de maus odores, aspectos estes que ainda não foram avaliados pela nossa equipe. Todavia, é importante destacar que a injeção dos DLS no solo é uma prática que não pode ser adotada em todas as situações. As principais limitações à injeção ocorrem em terrenos pedregosos e com declividade elevada, além de ser necessário um trator com potência suficientemente grande para poder tracionar o DAOL-i®, quando o equipamento está em operação, injetando os DLS no solo.

Apesar destes benefícios da injeção dos DLS em SPD, essa prática altera algumas condições, em relação à aplicação dos DLS na superfície do solo, com destaque para o aumento no interior dos sulcos de injeção dos teores de C e N disponíveis e também da quantidade de água presente na fração líquida dos DLS. Essas três condições favorecem a ação de algumas bactérias heterotróficas anaeróbicas facultativas que têm a habilidade metabólica de usar o NO_3^- comoceptor final de elétrons na cadeia respiratória em ambientes deficientes em O_2 . Esse ambiente anóxico, no interior dos sulcos de injeção, pode ser criado especialmente nos primeiros dias após a aplicação dos dejetos pela combinação de dois fatores. Um dos fatores atua diretamente, já que o aumento da umidade reduz o O_2 disponível e o outro é indireto, já que o consumo de O_2 é favorecido pelo aumento da atividade respiratória aeróbica da população microbiana heterotrófica, que irá consumir O_2 durante o catabolismo do C disponível dos DLS no interior dos sulcos de injeção. Nesse ambiente rico em NO_3^- e C, as bactérias desnitrificadoras reduzem o NO_3^- presente até formas gasosas de N, tendo o N elementar (N_2) como produto final e o N_2O como um dos produtos intermediários desse processo. O N_2O apresenta um PAG cerca de 265 vezes superior ao gás referência, que é o dióxido de carbono (CO_2) (IPCC 2014). Além disso, o N_2O pode reagir com o ozônio (O_3) atmosférico, contribuindo para a destruição dessa camada que protege todas as formas de vida da terra dos raios ultravioleta (UV).

O aumento na produção e emissão de N_2O com a injeção dos DLS no solo tem sido observado na maior parte dos trabalhos realizados em diferentes condições de solo e de clima, como por exemplo na UFSM, pelo nosso grupo de pesquisa

(Tabela 5). Tanto no verão, na cultura do milho, quanto no inverno, no trigo e na aveia, a injeção subsuperficial dos DLS sempre resultou em aumento na emissão de N_2O , em relação à aplicação dos mesmos na superfície do solo, que é o modo tradicional de uso dos DLS em áreas de SPD na região sul do Brasil. Na média de todas as culturas avaliadas, a injeção aumentou a emissão de N_2O em $2.310 \text{ g N ha}^{-1}$ (98,5%), em relação à aplicação dos DLS na superfície do solo. Além das condições mencionadas anteriormente, que favorecem a produção de N_2O no interior dos sulcos, essa maior emissão de N_2O observada com a injeção se deve a menor disponibilidade de NO_3^- às bactérias desnitrificadoras com a aplicação dos DLS na superfície do solo, já que nesse modo de aplicação dos DLS ocorrem perdas significativas de N por volatilização de NH_3 (Figura 2).

Tabela 5. Emissão de N_2O com o uso de adubação mineral (NPK) e dejetos líquidos de suínos, aplicados em superfície ou injetados no solo, nos cultivos de milho, aveia e trigo em plantio direto. Resultados extraídos de Aita et al. (2014; 2019) e Queiroz et al. (2021).

Tratamentos	Aita et al. (2014) ¹	Aita et al. (2019) ²		Queiroz et al. (2021 ³) ³		Média geral
	Milho	Trigo	Aveia	Milho	Trigo	
----- N ₂ O emitido (g N ha ⁻¹) -----						
Testemunha	647	492	152	325	175	358
NPK	1.200	1.305	382	1.270	1.050	1.04 1
Dejetos em superfície	2.628	4.747	1.058	1.300	1.985	2.34 4
Dejetos injetados	6.198	7.873	2.062	3.480	3.655	4.65 4

¹ Resultados médios de quatro cultivos de milho.

² Resultados médios de três cultivos de aveia e um de trigo.

³ Resultados médios de dois cultivos de milho e dois de trigo.

* Dados ainda não publicados.

Outro resultado interessante a destacar na tabela 5 envolve a comparação da emissão de N_2O entre os tratamentos com aplicação de DLS e o tratamento com

adubação mineral (NPK). Comparando inicialmente os dois tratamentos com aplicação dos fertilizantes na superfície do solo (NPK e dejetos em superfície), onde variaram apenas o tipo de fertilizante (ureia x dejetos) e a forma de aplicação de ambos, com os dejetos sendo aplicados integralmente na semeadura das culturas e a ureia sendo parcelada (1/3 do N aplicado na semeadura e 2/3 em cobertura), observa-se que, na média de todas as culturas, a emissão de N_2O do tratamento com dejetos superou o tratamento com NPK em 2,3 vezes. Esse resultado evidencia que, mesmo aplicando quantidades equivalentes de N, o tipo de fertilizante nitrogenado aplicado e a forma com que o mesmo é adicionado ao solo impactam as emissões de N_2O .

Com relação ao tipo de fertilizante, os dejetos contêm água e C orgânico, o qual é usado como substrato pelas bactérias desnitrificadoras, aumentando a produção de N_2O em relação à ureia. Quanto à forma de aplicação dos fertilizantes, o fracionamento do N da ureia favorece a sincronia com a demanda de N das culturas em relação aos dejetos, onde todo o N é aplicado no momento da semeadura, quando ainda não há demanda de N pelas culturas. Portanto, sobra mais NO_3^- no solo para ser desnitrificado com a aplicação dos dejetos em dose única do que com a ureia, que é fracionada. Quando os dejetos foram injetados no solo, a emissão média de N_2O superou a ureia em 4,5 vezes.

Esse conjunto de resultados evidencia que a injeção subsuperficial dos DLS em SPD praticamente elimina a perda de N por volatilização de NH_3 observada quando os dejetos são aplicados na superfície do solo. Todavia, essa prática cria condições que favorecem a produção e emissão de N_2O , em relação à aplicação e manutenção dos dejetos na superfície do solo. Portanto, é importante buscar alternativas tecnológicas que possibilitem manter o benefício da injeção na redução da volatilização de NH_3 , sem aumentar a emissão de N_2O .

3.2 Parcelamento da dose de dejetos

A prática habitualmente utilizada envolvendo o uso agrícola dos DLS como fertilizante consiste em aplicar na semeadura das culturas toda a dose de DLS recomendada. Nesse modo de aplicação dos dejetos, uma grande quantidade de N amoniacal é aplicada ao solo em um momento onde ainda não há a presença de

plantas em crescimento para a absorção desse N. A elevada taxa de conversão do N amoniacal dos DLS até NO_3^- pelas bactérias nitrificadoras, associada a fatores ambientais favoráveis, como temperaturas elevadas e excesso de chuvas pode resultar em perdas de N por lixiviação de NO_3^- e também em emissões elevadas de N_2O para a atmosfera. É importante destacar que a produção de N_2O no solo pode ocorrer tanto durante a desnitrificação, quando na ausência de O_2 , como também durante a nitrificação, sob condições de baixa disponibilidade de O_2 , em um processo denominado de nitrificação desnitrificante.

Com base no exposto, é possível formular a hipótese de que o parcelamento da dose de DLS, aplicando parte da dose na semeadura e outra em cobertura, reduza a emissão de N_2O , apesar das dificuldades operacionais para executar essa prática, em função da presença das plantas quando da aplicação dos DLS em cobertura. Os resultados obtidos em experimentos conduzidos na UFSM pelo nosso grupo de pesquisa com o milho e no trigo não permitem a confirmação dessa hipótese (Tabela 6).

Observa-se na tabela 6 que com o parcelamento da dose dos DLS aplicados na superfície do solo (AITA et al., 2015), tanto na semeadura quanto em cobertura no milho, a emissão de N_2O aumentou em 15,6% em relação à aplicação dos DLS apenas na semeadura. Já no trigo, o parcelamento da dose de DLS reduziu a emissão de N_2O em aproximadamente 49%.

Quando os dejetos foram parcelados diferentemente, injetando 50% da dose na semeadura e aplicando os outros 50% da dose na superfície do solo, em cobertura (QUEIROZ et al., 2021), o parcelamento reduziu a emissão de N_2O em 47,7% no milho, porém reduziu em apenas 7,4% a emissão desse gás no trigo.

Tabela 6. Emissão de N_2O com dois modos de aplicação de dejetos líquidos de suínos em dose única (100%) ou parcelada (50% + 50%) nos cultivos do milho e do trigo em plantio direto. Resultados extraídos de Aita et al. (2015) e Queiroz et al. (2021).

Aplicação dos dejetos		Aita et al. (2015) ¹		Queiroz et al. (2021) ²	
Modo	Momento	Milho	Trigo	Milho	Trigo
----- N_2O emitido ($g\ N\ ha^{-1}$) -----					
Em superfície	100% Semeadura	3.600	3.430	-	-
	50% Semeadura + 50% Cobertura	4.160	1.750	-	-
Injeção no solo	100% Semeadura	-	-	3.480	3.650
	50% Semeadura + 50% Cobertura ³	-	-	1.820	3.380

¹ Resultados médios de um cultivo de milho e um de trigo.

² Resultados médios de dois cultivos de milho e dois de trigo.

³ 50% da dose injetada no solo na semeadura e 50% da dose aplicada em cobertura, na superfície do solo.

* Dados ainda não publicados.

Portanto, esses resultados não permitem concluir que o parcelamento da dose de DLS seja uma estratégia eficiente para mitigar as emissões de N_2O com o uso dos DLS em SPD. A produção de N_2O pelas bactérias desnitrificadoras parece estar muito mais ligada às condições ambientais presentes no momento da aplicação dos DLS no solo do que do modo em que os DLS são aplicados, se em dose única ou parcelada.

3.3 Uso de inibidor de nitrificação

O N amoniacal ($NH_3 + NH_4^+$) pode atingir até 70% do N total dos DLS e é rapidamente nitrificado no solo, como mostram os resultados de Aita et al. (2007) que, ao aplicarem $160\ kg\ ha^{-1}$ de N amoniacal com os DLS em plantio direto, constataram que todo esse N foi oxidado até NO_3^- nos primeiros 20 dias após a aplicação dos DLS. Nesse curto período, de aproximadamente duas semanas, em que a demanda de N pelas culturas é praticamente nula, todo o N inorgânico dos DLS já se encontra na

forma mais instável de N no solo, que é o NO_3^- , o que pode resultar em perda de N e poluição ambiental, principalmente por lixiviação de NO_3^- e desnitrificação.

Uma das estratégias para retardar a conversão do N amoniacal dos DLS em NO_3^- consiste no uso de produtos para inibir a ação das bactérias nitrificadoras. Esses produtos são denominados de inibidores de nitrificação e têm ação bacteriostática. Ao ocuparem o sítio ativo da enzima amônia monooxigenase (AMO), os inibidores impedem que a AMO atue na oxidação da NH_3 até NO_2^- na primeira etapa da nitrificação. Os produtos mais utilizados em nível mundial com esse objetivo são a dicianodiamida (DCD), a nitrapirina e o 3,4-dimetil pirazolfosfato (DMPP), os quais são biodegradáveis e, por isso, sua ação é apenas temporária.

Um dos produtos mais utilizados para inibir a nitrificação em dejetos de animais é a DCD, tanto em áreas onde há concentração de urina de vacas em lactação como em áreas fertilizadas com dejetos líquidos de suínos e bovinos. Busca-se retardar o máximo possível o aparecimento de NO_3^- no solo, até que haja o crescimento ativo do sistema radicular das plantas para absorver esse ânion. A medida que passa o tempo após a aplicação dos dejetos também diminui a quantidade de C disponível no solo, reduzindo a atividade das bactérias desnitrificadoras, que utilizam o C à biossíntese e como fonte de energia e o NO_3^- como receptor final de elétrons na sua cadeia respiratória. Portanto, mesmo tendo NO_3^- no solo após acabar o efeito dos inibidores, a desnitrificação poderá ser limitada pela deficiência em C disponível.

O inibidor DCD ainda não é comercializado no Brasil e, por isso, ainda não é utilizado em nível de campo pelos agricultores. Na última década, nosso grupo de pesquisa iniciou os estudos com a adição desse inibidor aos DLS em SPD e em condições subtropicais, visando mitigar as emissões de N_2O . Alguns resultados desses estudos envolvendo a aplicação superficial e a injeção dos DLS no solo, associados ou não à DCD, são mostrados na tabela 7.

Os resultados da tabela 7 indicam que a adição da DCD aos DLS reduziu as emissões de N_2O em todos os anos e em todas as culturas avaliadas. Quando os DLS foram aplicados na superfície do solo a redução média na emissão de N_2O com a DCD foi de aproximadamente 30%. Com a injeção dos DLS no solo, a redução média na emissão de N_2O proporcionada pela DCD foi de 47%. A maior eficiência da DCD quando os dejetos foram injetados no solo se deve às condições favoráveis à

desnitrificação no interior dos sulcos de injeção e também às perdas de N por volatilização de NH_3 quando os DLS são aplicados na superfície do solo. Portanto, como sobrou menos N inorgânico no solo com a aplicação superficial, menor foi a eficiência da DCD nesse modo de aplicação dos DLS.

Tabela 7. Emissão de N_2O em função do modo de aplicação (em superfície ou injetado no solo) de dejetos líquidos de suínos, com e sem o inibidor de nitrificação dicianodiamida (DCD), nos cultivos de milho, aveia e trigo em plantio direto. Resultados extraídos de Aita et al. (2014; 2015; 2019) e Bazzo et al. (2021).

Modo de aplicação	Inibidor de nitrificação	Aita et al. (2014) ¹ Milho	Aita et al. (2019) ² Aveia	Trigo	Bazzo et al. (2021) ³ Milho	Trigo	Aita et al. (2015) ³ Milho	Trigo	Média geral
----- N_2O emitido (g N ha^{-1}) -----									
Em superfície	Sem DCD	2.629	1.184	4.747	-	-	3.600	3.430	3.118
	Com DCD	1.899	714	3.967	-	-	3.210	1.180	2.194
Injeção no solo	Sem DCD	6.198	2.062	7.873	7.520	2.106	-	-	5.152
	Com DCD	2.093	790	4.896	4.180	1.676	-	-	2.727

¹ Resultados médios de quatro cultivos de milho.

² Resultados médios de três cultivos de aveia e um de trigo.

³ Resultados médios de um cultivo de milho e um de trigo.

* Dados ainda não publicados.

Uma comparação interessante que pode ser feita a partir dos resultados da tabela 7 envolve o tratamento com aplicação dos DLS na superfície do solo sem DCD com o tratamento em que os DLS foram injetados no solo juntamente com a DCD. Observa-se que injetando os DLS com DCD, a emissão média de N_2O foi 12,5% menor do que aquela ocorrida no tratamento com aplicação dos DLS na superfície do solo sem DCD, que é o modo usual com que os DLS são aplicados nas lavouras em SPD no Sul do Brasil. Portanto, a adição do inibidor de nitrificação DCD aos DLS no momento da sua injeção no solo é uma estratégia promissora tanto do ponto de vista agrônomo quanto ambiental, já que ela permite mitigar tanto a volatilização de NH_3

quanto a emissão do N_2O . Com o uso do inibidor, a emissão desse potente GEE é próxima ou até mesmo inferior a aquela observada no tratamento com o modo tradicional de uso dos DLS em SPD, que consiste em aplicar os DLS na superfície do solo, sobre os resíduos culturais, e sem o uso do inibidor.

3.4 Uso associado dos dejetos com ureia e inibidor de nitrificação

Além da possibilidade apresentada e discutida anteriormente, de parcelar a quantidade de N a ser aplicada apenas com DLS, aplicando 50% da dose na semeadura e 50% em cobertura, outra estratégia, de mais fácil execução, consiste em parcelar a dose de N associando DLS e ureia. Essa estratégia, em que os DLS são aplicados na semeadura das culturas, enquanto a ureia é aplicada em cobertura, foi testada recentemente pelo nosso grupo de pesquisa, apenas com a injeção subsuperficial dos DLS no solo, injetando-se 50% da dose de N com os DLS na semeadura e aplicando-se os outros 50% com ureia em cobertura. Os resultados encontrados indicam que essa estratégia foi eficiente na redução da emissão de N_2O (Tabela 8). Em relação ao tratamento em que 100% da dose de DLS foi injetada no solo na semeadura do milho e do trigo, a associação dos DLS com a ureia reduziu a emissão acumulada de $N-N_2O$ nas duas culturas de 7.135 para 3.875 g ha^{-1} (46%).

O melhor resultado em termos de redução na emissão de N_2O com o uso associado de DLS e ureia foi obtido quando a dose de 50% do N via DLS foi injetada no solo na semeadura, juntamente com inibidor de nitrificação DCD, com o restante do N sendo aplicado com a ureia em cobertura. Nessa estratégia de uso do N, a emissão de N_2O foi 3,2 vezes menor do que onde as culturas foram fertilizadas com 100% da dose de DLS injetada no solo no momento da semeadura. Mesmo com 50% do N tendo sido injetado no solo, o uso da DCD possibilitou uma redução na emissão de $N-N_2O$ em 1.650 g ha^{-1} em relação ao tratamento com injeção da mesma quantidade de DLS, porém sem DCD. Além disso, a emissão de N_2O com injeção dos DLS tratados com DCD na semeadura foi próxima daquela observada onde todo o N foi aplicado como ureia, no tratamento NPK. Assim, pode-se concluir que a adição da DCD em apenas 50% da dose de N com os DLS e a complementação do N via ureia em cobertura é a estratégia mais efetiva para mitigar as emissões de N_2O nas culturas do milho e do trigo.

Tabela 8. Emissão de N_2O com a aplicação de NPK e em diferentes estratégias de uso dos dejetos líquidos de suínos, quando os mesmos são injetados no solo no milho e no trigo em plantio direto. Resultados extraídos de Queiroz et al. (2021¹).

Tratamentos		N ₂ O emitido ¹		Total anual
Semeadura	Cobertura	Milho	Trigo	
		----- g N-N ₂ O ha ⁻¹ -----		
Controle	Controle	325	175	500
NPK ²	Ureia	1.270	1.050	2.320
Dejetos injetados ³	-	3.480	3.655	7.135
Dejetos injetados ⁴	Ureia	1.640	2.235	3.875
Dejetos injetados + DCD ⁵	Ureia	1.110	1.145	2.255

¹ Resultados médios de dois cultivos de milho e dois de trigo.

² 1/3 do N aplicado na semeadura, juntamente com P e K e 2/3 do N em cobertura.

³ 100% do N aplicado com os dejetos na semeadura das culturas.

⁴ 50% do N aplicado com os dejetos na semeadura e 50% do N aplicado em cobertura com ureia.

⁵ 50% do N aplicado com os dejetos na semeadura, juntamente com 10 kg ha⁻¹ do inibidor de nitrificação dicianodiamida (DCD), e 50% do N aplicado em cobertura com ureia.

* Dados ainda não publicados.

4 Efeito das estratégias de uso dos dejetos líquidos de suínos na produtividade e no acúmulo de nitrogênio das culturas

Do ponto de vista ambiental, um dos principais desafios da pesquisa brasileira consiste em encontrar estratégias de uso dos DLS que permitam mitigar a transferência de NO_3^- aos mananciais de superfície via escoamento e ao lençol freático via lixiviação como também mitigar as emissões gasosas de N e poluidoras da atmosfera, com destaque para a volatilização de NH_3 e a emissão de N_2O . Todavia, do ponto de vista agrônomo e econômico, é preciso avaliar também o impacto de tais estratégias sobre a resposta das culturas em termos de produtividade e acúmulo de N. A seguir são apresentados alguns resultados de nosso grupo de pesquisa nesse aspecto.

4.1 Modo de aplicação dos dejetos no solo

Na média de quatro cultivos, a produtividade de grãos e o acúmulo de N no milho aumentaram de 9,2 Mg ha⁻¹ e 153,1 kg N ha⁻¹ na aplicação superficial para 10,3 Mg ha⁻¹ (12%) e 185,1 kg N ha⁻¹ (21%) com a injeção subsuperficial dos DLS no solo, respectivamente (GONZATTO et al., 2017; Tabela 9). No trabalho de Queiroz et al. (2021), a injeção dos DLS aumentou a produtividade de grãos de milho em 11% e o acúmulo de N em 12%, em relação à aplicação superficial dos DLS (Tabela 9). Na média dos dois estudos, a injeção aumentou a produtividade de grãos em aproximadamente 1 Mg ha⁻¹ e o acúmulo de N em 23 kg ha⁻¹. Esse aumento observado na produtividade e no acúmulo de N no milho com a injeção dos DLS no solo é compatível com o efeito positivo desse modo de uso dos DLS na redução da perda de N por volatilização de NH₃ (Figura 2). A injeção dos DLS, ao preservar maior quantidade de N no solo, aumenta a disponibilidade desse nutriente, resultando em maior recuperação pelo milho do N aplicado com os DLS.

No trigo, o efeito da injeção dos DLS no aumento da produtividade de grãos e no acúmulo de N foi menor do que no milho. Só houve efeito no estudo de Gonzatto et al. (2017), mas o aumento proporcionado pela injeção dos DLS, em relação à aplicação superficial, foi de apenas 4% na produtividade de grãos e 12% no acúmulo de N. Esse menor efeito positivo da injeção dos DLS no trigo se deve, provavelmente, a menor temperatura do período outono/inverno, em relação ao verão, o que resulta em menor perda de N por volatilização de NH₃ quando os DLS são aplicados na superfície do solo. Por isso, a diferença é pequena na performance do trigo entre os dois modos de aplicação dos DLS no solo.

O efeito positivo da injeção dos DLS sobre as culturas, aumentando a produtividade de grãos e o acúmulo de N, sobretudo no milho, deve ser analisado sob dois enfoques. Se por um lado a injeção dos DLS no solo aumenta a perda de N por emissão de N₂O, em relação à aplicação superficial (Tabela 5), por outro lado essa prática reduz para níveis próximos a zero a perda de N na forma de NH₃ (Figura 2). Portanto, pode-se inferir que, com a injeção dos DLS no solo, a quantidade de N mineral preservado no solo pela redução da volatilização de NH₃ foi maior do que aquela perdida por desnitrificação. É importante enfatizar que o N₂O é apenas um gás

intermediário desse processo microbiano, cujo produto final é o N_2 , que também é emitido para a atmosfera. Portanto, a redução da volatilização de NH_3 com a injeção dos DLS no solo dever ter sido quantitativamente maior do que o aumento na emissão total das formas gasosas de N pela desnitrificação nos sulcos de injeção dos DLS.

Tabela 9. Produtividade de grãos e acúmulo de N no milho e no trigo em função do modo de aplicação dos dejetos líquidos de suínos (superfície x injeção) em plantio direto. Resultados extraídos de Gonzatto et al. (2017) e Queiroz et al. (2021).

Modo de Aplicação	Gonzatto et al. (2017) ¹			Queiroz et al. (2021) ²		
	Produção de grãos	N		Produção de grãos	N	
		acumulado ³	recuperado		acumulado	recuperado
	-- Mg ha ⁻¹ --	-- kg ha ⁻¹ --	-- % --	-- Mg ha ⁻¹ --	-- kg ha ⁻¹ --	-- % --
<u>MILHO</u>						
Em superfície	9,2	153,1	46,4	7,0	106,7	38,8
Injeção no solo	10,3	185,1	66,8	7,8	119,7	49,6
<u>TRIGO</u>						
Em superfície	2,8	83,1	26,2	2,3	56,9	29,4
Injeção no solo	2,9	93,1	33,6	2,2	56,7	30,7

¹ Resultados médios de quatro cultivos de milho e dois de trigo.

² Resultados médios de três cultivos de milho e três de trigo.

³ N total acumulado na parte aérea das plantas (palha + grão).

* Dados ainda não publicados.

4.2 Parcelamento da dose de dejetos e uso associado de dejetos com ureia

Com o parcelamento da quantidade de N recomendada às culturas, tanto de fontes orgânicas quanto minerais, a expectativa é de que aumente a eficiência de uso do N destas fontes pelas plantas. Isso porque as perdas de N são potencialmente reduzidas quando o N é fornecido em sincronia com a demanda de N das culturas. Comparando a aplicação superficial de 100% da dose de DLS na semeadura com o parcelamento da dose, aplicando 50% na semeadura e 50% em cobertura, observa-se que a aplicação parcelada aumentou a produtividade de grãos do milho em 4,7% e a do trigo em 5,6% (Tabela 10). Já o acúmulo do N aumentou com o parcelamento da dose de DLS em 6,3% no milho e em 15,1% no trigo (Tabela 11).

Com a injeção subsuperficial dos DLS no solo, o parcelamento da dose de DLS também foi mais eficiente do que a aplicação de 100% da dose na semeadura. Com a injeção de 50% da dose de DLS na semeadura e a aplicação de 50% na superfície do solo em cobertura, o milho produziu 5,1% mais grãos e acumulou 6,4% mais N do que a aplicação única de 100% da dose na semeadura. No trigo, o aumento na produtividade de grãos e no acúmulo de N com o parcelamento dos DLS foi de 4,5 e 16,9%, respectivamente. A melhor estratégia de uso dos DLS foi quando 50% da dose foi injetada no solo na semeadura juntamente com a DCD e os demais 50% do N foram aplicados com a ureia, em cobertura e na superfície do solo. Nesse tratamento, o aumento na produtividade de grãos e no acúmulo de N no milho, em relação ao tratamento com 100% da dose de DLS injetados no solo na semeadura, foi de 7,7 e 9,3%, respectivamente. No trigo, o aumento nessas duas variáveis foi de 13,6% e 33,5%, respectivamente (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10. Efeito do modo e do momento de aplicação de dejetos líquidos de suínos em dose única (100%) ou parcelada (50% + 50%) na produtividade de milho e trigo em plantio direto. Resultados extraídos de Schirmann et al. (2013) e Queiroz et al. (2021).

Aplicação dos dejetos		Fonte de N em cobertura	Schirmann et al. (2013) ¹		Queiroz et al. (2021 ^{*)} ²	
Modo	Momento		Milho	Trigo	Milho	Trigo
----- Grãos (Mg ha ⁻¹) -----						
Em superfície	100% Semeadura	-	10,5	3,6	-	-
	50% Semeadura + 50% Cobertura	Dejeto	11,0	3,8	-	-
Injeção no solo	100% Semeadura	-	-	-	7,8	2,2
	50% Semeadura + 50% Cobertura ³	Dejeto	-	-	8,2	2,3
	50% Semeadura + 50% Cobertura ³	Ureia	-	-	7,9	2,3
	50% Semeadura +DCD ⁴ + 50% Cobertura ³	Ureia	-	-	8,4	2,5

¹ Resultados médios de um cultivo de milho e um de trigo.

² Resultados médios de três cultivos de milho e três de trigo.

³ O N em cobertura, adicionado com os dejetos ou com a ureia, foi aplicado na superfície do solo, sem incorporação.

⁴ DCD = inibidor de nitrificação dicianodiamida, aplicado junto com os dejetos na semeadura.

* Dados ainda não publicados.

O efeito positivo observado na redução da emissão de N₂O (Tabela 8) e no aumento da produtividade de grãos (Tabela 10) e acúmulo de N das culturas (Tabela 11), indica que a melhor estratégia para o uso dos DLS como fertilizante em SPD consiste em injetar na semeadura 50% da dose de N via DLS, juntamente com a DCD, e complementar a dose de N aplicando os outros 50% da dose de N como ureia, na superfície do solo. Ao mitigar as perdas de N por volatilização de NH₃, através da

injeção dos DLS no solo, e pela desnitrificação, através do uso da DCD, essa estratégia permite maximizar o potencial fertilizante nitrogenado dos DLS e reduzir o impacto ambiental negativo dos mesmos, em relação a sua aplicação na superfície do solo, como é feito tradicionalmente em SPD.

Tabela 11. Efeito do modo e do momento de aplicação de dejetos líquidos de suínos em dose única (100%) ou parcelada (50% + 50%) no acúmulo de N nas plantas (palha + grão) de milho e trigo em plantio direto. Resultados extraídos de Schirmann et al. (2013) e Queiroz et al. (2021).

Aplicação dos dejetos		Fonte de N em cobertura	Schirmann et al. (2013) ¹		Queiroz et al. (2021 ²) ²	
Modo	Momento		Milho	Trigo	Milho	Trigo
----- N acumulado (kg ha ⁻¹) -----						
Em superfície	100% Semeadura	-	178,1	95,3	-	-
	50% Semeadura + 50% Cobertura	Dejeto	189,4	109,7	-	-
Injeção no solo	100% Semeadura	-	-	-	119,7	56,7
	50% Semeadura + 50% Cobertura ³	Dejeto	-	-	127,4	66,3
	50% Semeadura + 50% Cobertura ³	Ureia	-	-	121,4	65,1
	50% Semeadura +DCD ⁴ + 50% Cobertura ³	Ureia	-	-	130,9	75,7

¹ Resultados médios de um cultivo de milho e um de trigo.

² Resultados médios de três cultivos de milho e três de trigo.

³ N em cobertura, adicionado com os dejetos ou com a ureia, foi aplicado na superfície do solo, sem incorporação.

⁴ DCD = inibidor de nitrificação dicianodiamida, aplicado junto com os dejetos.

* Dados ainda não publicados.

4.3 Uso do inibidor de nitrificação dicianodiamida (DCD)

Embora existam diversos produtos com ação já comprovada quanto a sua capacidade em inibir a nitrificação, será focado aqui apenas o efeito na produtividade e acúmulo de N das culturas do inibidor diacianodiamida (DCD). Isso porque a DCD tem sido o inibidor mais utilizado em estudos com dejetos líquidos de animais, tanto de bovinos (Aita et al., 2018) quanto de suínos (AITA et al., 2014; 2019).

O efeito positivo do inibidor DCD foi relativamente pequeno e foi maior no acúmulo de N das culturas (Tabela 12) do que na produtividade de grãos (Tabela 13) e de maior magnitude no milho do que no trigo.

Tabela 12. Nitrogênio acumulado pelo milho e trigo em função do modo de aplicação dos dejetos líquidos de suínos e do uso ou não do inibidor de nitrificação dicianodiamida (DCD), em plantio direto. Resultados extraídos de Gonzatto et al. (2017), Schirmann et al. (2013) e Bazzo et al. (2021).

Modo de Aplicação	Inibidor de nitrificação	Gonzatto ¹ et al. (2017)	Schirmann ² et al. (2013)	Bazzo ² et al. (2021*)	Média
----- N acumulado (kg ha ⁻¹) -----					
<u>MILHO</u>					
Em superfície	Sem DCD	153,1	126,0	-	139,6
	Com DCD	151,0	141,8	-	146,4
Injeção no solo	Sem DCD	185,1	-	165,6	175,4
	Com DCD	190,1	-	218,5	204,3
<u>TRIGO</u>					
Em superfície	Sem DCD	83,1	95,3	-	89,2
	Com DCD	87,6	101,4	-	94,5
Injeção no solo	Sem DCD	93,1	-	107,2	100,2
	Com DCD	104,1	-	112,7	108,4

¹ Resultados médios de quatro cultivos de milho e dois de trigo.

² Resultados médios de um cultivo de milho e um de trigo.

* Dados ainda não publicados.

A performance da DCD também foi maior com a injeção dos DLS do que com a sua aplicação na superfície do solo (Tabela 12). Na média dos estudos realizados, o uso da DCD com a aplicação dos dejetos em superfície aumentou o acúmulo de N em 6,8 (4,9%) e 5,3 kg N ha⁻¹ (5,9%) no milho e no trigo, respectivamente. Já com a injeção dos DLS no solo, o uso da DCD aumentou o acúmulo médio de N em 28,9 kg N ha⁻¹ (16,5%) no milho e em 8,2 kg N ha⁻¹ (8,2%) no trigo.

Tabela 13. Produção de grãos de milho e trigo em função do modo de aplicação dos dejetos líquidos de suínos e do uso ou não do inibidor de nitrificação dicianodiamida (DCD), em plantio direto. Resultados extraídos de Gonzatto et al. (2017), Schirmann et al. (2013) e Bazzo et al. (2021).

Modo de Aplicação	Inibidor de nitrificação	Gonzatto ¹ et al. (2017)	Schirmann ² et al. (2013)	Bazzo ² et al. (2021*)	Média
----- grãos (Mg ha ⁻¹) -----					
<u>MILHO</u>					
Superfície	Sem DCD	9,2	9,0	-	9,1
	Com DCD	8,9	9,6	-	9,3
Injetado	Sem DCD	10,3	-	11,4	10,9
	Com DCD	10,7	-	12,2	11,5
<u>TRIGO</u>					
Superfície	Sem DCD	2,8	3,6	-	3,2
	Com DCD	2,9	3,9	-	3,4
Injetado	Sem DCD	2,9	-	3,8	3,4
	Com DCD	3,3	-	3,9	3,6

¹ Resultados médios de quatro cultivos de milho e dois de trigo.

² Resultados médios de um cultivo de milho e um de trigo.

* Dados ainda não publicados.

Quanto à produtividade de grãos, ela aumentou 2,2% no milho e 6,2% no trigo com a DCD aplicada juntamente com os DLS na superfície do solo. Com a injeção dos DLS, o aumento na produtividade das culturas pelo uso da DCD foi de 5,5% no milho e 5,9% no trigo. Esse conjunto de resultados indica que a DCD melhora qualitativamente as culturas, aumentando o seu teor proteico, porém com pouco impacto positivo na produtividade de grãos. Portanto, o aumento em termos de produtividade não é suficiente para justificar economicamente o uso do inibidor e seu uso deve ser incentivado apenas do ponto de vista ambiental, já que ele reduz significativamente a emissão de um dos principais GEE, que é o N_2O (Tabela 7).

Duas razões principais podem ser evocadas para justificar o efeito positivo relativamente pequeno sobre a produtividade de grãos e acúmulo de N da adição do inibidor de nitrificação DCD aos DLS no momento da aplicação destes no solo. Embora o inibidor tenha reduzido significativamente as emissões do N_2O , a perda desse gás, que é um produto intermediário da desnitrificação, é quantitativamente pequena (Tabela 7). Portanto, o fato do inibidor não ter afetado de modo mais positivo a produtividade e o acúmulo de N pelas culturas, indica que, provavelmente, a perda de N através do produto final da desnitrificação, que é o N_2 , também tenha sido pequena. Outra razão provável é que a quantidade de N recomendada ao trigo e ao milho via DLS esteja superestimada e a quantidade de N remanescente no solo após as perdas de N por desnitrificação seja suficiente para atender a demanda de N das culturas. Por isso, a importância em testar o efeito do inibidor de nitrificação DCD também em subdoses de DLS. Esse tema está sendo objeto de estudo atualmente pelo nosso grupo de pesquisa, em experimentos de campo.

5 Considerações finais

O elevado teor de N amoniacal dos dejetos líquidos de suínos, o pH normalmente elevado dos dejetos e a aplicação destes na superfície do solo em plantio direto são condições que favorecem a perda de N por volatilização de amônia (NH_3), com prejuízos econômicos e ambientais. Nossos resultados de pesquisa da última década na UFSM evidenciam que a injeção subsuperficial dos dejetos no solo em plantio direto constitui uma tecnologia eficiente para mitigar a volatilização de NH_3 ,

preservando o N inorgânico dos dejetos no solo, o que aumenta o acúmulo de N e a produtividade de gramíneas, principalmente do milho. Por outro lado, as condições presentes no interior dos sulcos de injeção dos dejetos, como o aumento nas concentrações de carbono, nitrogênio e água, favorecem a ação das bactérias desnitrificadoras que, ao utilizarem o nitrato (NO_3^-) comoceptor final de elétrons, aumentam a produção de um dos principais gases de efeito estufa, que é o óxido nitroso (N_2O). Por isso, a adição do inibidor de nitrificação dicianodiamida (DCD) aos dejetos no momento da injeção destes ao solo mostrou ser uma estratégia necessária para manter os benefícios da injeção na redução da volatilização de NH_3 e, ao mesmo tempo, reduzir a produção e emissão de N_2O para a atmosfera. Além do uso de inibidor de nitrificação, outras estratégias de uso dos dejetos líquidos para mitigar as emissões de N_2O e favorecer o acúmulo de N e a produtividade das culturas também foram avaliadas pelo nosso grupo de pesquisa. Os melhores resultados foram obtidos com o parcelamento da dose de N recomendada às culturas, associando dejetos, inibidor de nitrificação e ureia. Nessa estratégia, 50% da dose de N recomendada é injetada no solo na semeadura, juntamente com o inibidor de nitrificação, enquanto os outros 50% do N são aplicados com ureia em cobertura, na superfície do solo.

Referências

- AITA, C.; CHANTIGNY, M. H.; GONZATTO, R.; MIOLA, E. C. C.; ROCHETTE, P.; PUJOL, S. B.; SANTOS, D. B.; GIACOMINI, D. A.; GIACOMINI, S. J. Winter-Season Gaseous Nitrogen Emissions in Subtropical Climate: Impacts of Pig Slurry Injection and Nitrification Inhibitor. **Journal of Environmental Quality**. v. 48, n. 5, p. 1414-1426, 2019.
- AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A. P. Nitrificação do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em solo sob sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 95-102, 2007.
- AITA, C.; GONZATTO, R.; MIOLA, E. C. C.; SANTOS, B. D.; ROCHETTE, P.; ANGERS, D. A.; CHANTIGNY, M. H.; PUJOL, S. B.; GIACOMINI, D. A.; GIACOMINI, S. J. Injection of Dicyandiamide-Treated Pig Slurry Reduced Ammonia Volatilization without Enhancing Soil Nitrous Oxide Emissions from No-Till Corn in Southern Brazil. **J. Environ. Qual.** v. 43, p. 789, 2014.
- AITA, C.; PUJOL, S. B.; QUEIROZ, R.; GONZATTO, R.; MIOLA, E. C. C.; BAZZO, H. L. S.; GIACOMINI, S. J.; SCHIRMANN, J. Uso agrícola de dejetos de animais como fertilizante: emissões gasosas de nitrogênio e medidas mitigatórias. Capítulo 5, p. 99-

126, In: PALHARES, J. C. P. **Produção animal e recursos hídricos**: tecnologias para manejo de resíduos e uso eficiente dos insumos. Brasília, DF: Embrapa, 2019b.

AITA, C.; SCHIRMANN, J.; PUJOL, S. B.; GONZATTO, R.; GIACOMINI, D. A.; DONEDA, A. Reducing nitrous oxide emissions from a maize-wheat sequence by decreasing soil nitrate concentration: effects of split application of pig slurry and dicyandiamide. **European Journal of Soil Science**, v. 66, n. 2, p. 359-368, 2015.

AITA, C., TONETTO, F., GONZATTO, R., PUJOL, S. B., SCHIRMANN, J., DEPOI, J. S., MEZZALIRA, A. P., HOCHSCHEID, M., ZIRBES, E., GIACOMINI, S. J., 2018. Nitrous oxide emissions in a wheat/corn succession combining dairy slurry and urea as nitrogen sources. **Rev. Bras. Cienc. do Solo**. v. 42, p. 1-14, 2018.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P. C.; SPAGNOLLO, E.; CAMPOS, B. C.; VEIGA, M. Potential of carbon accumulation in zero tillage soils with intensive use and cover crops in Southern Brazil. **Journal Environmental Quality**, v. 35, p. 1599-1607, 2006.

BAZZO, H. L. S.; AITA, C.; QUEIROZ, R., et al. Resultados da Tese de Doutorado em Ciência do Solo, do primeiro autor, que ainda estão sendo trabalhados para publicação em 2021.

CIANCIO, N. H. R. **Fontes orgânicas e mineral**: produção de culturas, alteração nos atributos químicos do solo e transferência de formas de nitrogênio e de fósforo. 2015. 92 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, 2015.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 394p., 2004.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC – CQFS – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: SBCS-Núcleo Regional Sul, 376p., 2016.

GIACOMINI, S. J.; Aita, C.; Jantalia, C. P.; URQUIAGA, S. Aproveitamento pelo milho do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em plantio direto e preparo reduzido do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (1977. Impressa), v. 44, p. 761-768, 2009.

GILLENWATER, M.; SAARINEN, K.; AJAVON, A. N. Precursors and indirect emissions. In: EGGLESTON, H. S.; BUENDIA, L.; MIWA, K.; NGARA, T.; TANABE, K. (Ed.). **IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories**. Japan, 2006.

GONZATTO, R.; AITA, C.; BÉLANGER, G.; CHANTIGNY, M. H.; MIOLA, E. C. C.; PUJOL, S. B.; DESSBESEL, A.; GIACOMINI, S. J. Response of no-till grain crops to pig slurry application methods and nitrification inhibitor. **Agronomy Journal**, v. 109, n. 4, p.1-10, 2017.

GONZATTO, R.; MIOLA, E. C. C.; DONEDA, A.; PUJOL, S. B.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Volatilização de amônia e emissão de óxido nitroso após aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo cultivado com milho. **Ciência Rural**, v. 43, n. 9, p. 1590-1596, set. 2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Produção da Pecuária Municipal 2019**, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária. Pesquisa da Pecuária Municipal 2019, Rio de Janeiro, v. 47, p. 1-8, 2019.

IPCC, 2014: **Climate Change 2014**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p., 2014.

KONZEN, E. A. et al. Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho. Sete Lagoas, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 1997. 31 p. (Circular Técnica, 25).

QUEIROZ, R.; AITA, C.; BAZZO, H. L. S., et al. Resultados da Tese de Doutorado em Ciência do Solo, da primeira autora, que ainda estão sendo trabalhados para publicação em 2021.

QUEIROZ, R.; DESSBESELL, A.; BAZZO, H. L. S.; PAUST, K. S.; FIGUEIRÓ, A. J. S.; AITA, C. Emissão de N₂O em Argissolo sob plantio direto: Efeito do Modo de Aplicação dos Dejetos de Suínos e de Inibidor de Nitrificação. **XII Reunião Sul Brasileira de Ciência do Solo**, 2018.

REIS, M. B.; ALMEIDA, P. G.; QUEIROZ, R.; BAZZO, H. L. S.; PUJOL, S. B.; AITA, C. Inibidor de Nitrificação Adicionado a Dejetos de Suínos Afeta o Acúmulo de Nitrogênio e a Produtividade do Milho. **XIII Reunião Sul Brasileira de Ciência do Solo**, 2020.

SARDÁ, G. L. **Compostagem como alternativa de tratamento de dejetos suínos e a redução da emissão de gases poluentes**. 2009. 96p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, 2009.

SCHERER, E. E.; AITA, C.; BALDISSERA, I. T. **Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante**. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 46 p. (Boletim Técnico, 79).

SCHIRMANN, J.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; PUJOL, S. B.; GIACOMINI, D. A.; GONZATTO, R.; OLIVO, J. Inibidor de nitrificação e aplicação parcelada de dejetos de suínos nas culturas do milho e trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 271-280, 2013.

TAVARES, J. M. R.; BELLI FILHO, P.; COLDEBELLA, A.; OLIVEIRA, P. A. V. The water disappearance and manure production at commercial growing-finishing pig farms. **Livestock Science**, v. 169, p. 146-154, 2014.

PRÁTICA COMO PESQUISA NAS ARTES DA CENA, OU NÓS VAMOS INVADIR SUA PRAIA

Daniel Reis Plá¹

Ao longo dos anos em que atuo na universidade uma das questões que frequentemente aparecem nas conversas entre pares e alunos é a de qual o papel das artes dentro da academia? Qual é o conhecimento específico que esta área oferece e quais os meios e modos em que ele pode ser compartilhado sem que se perca o rigor acadêmico e aquilo que é singular ao campo?

Essa discussão tem sido frequente também entre o grupo de professores que tem organizado a Jornada Acadêmica Integrada Performativa (JAI Performativa) junto a Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa (PRPGP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Somos um grupo interdisciplinar com professores das áreas de teatro, dança e música buscando encontrar alternativas para apresentações de trabalhos em nossos campos de atuação, mais condizentes com nossos objetos e práticas de pesquisa.

Este texto nasce dessas conversas e da palestra de mesmo título que proferi durante a 35ª JAI em outubro de 2020. Nele busco apresentar a prática como pesquisa (NELSON, 2013; SPATZ, 2015) como uma abordagem possível para pensarmos a pesquisa em artes da cena, de modo especial o teatro, no ambiente universitário.

Escolhi trazer no título deste artigo parte da letra de uma música do grupo brasileiro Ultraje a Rigor intitulada “Nós vamos invadir sua praia”, lançada no álbum de estreia do grupo em 1985. Fiz essa escolha por duas razões. A primeira porque misturar de modo quase promiscuo o saber acadêmico a um elemento da cultura pop me fala um pouco da multiplicidade de influências que a pesquisa em arte assume. Há em algumas dessas pesquisas um flerte com o iconoclasmo, um certo frequentar espaços tidos como pouco adequados a um tipo de estudo que visa ultrapassar o

¹ Departamento de Artes Cênicas - UFSM

senso comum. O que não significa abdicar da objetividade e assertividade necessárias a produção de um conhecimento que seja útil e compartilhável com outros interessados no mesmo campo de estudo.

Escolhi essa música também por ela me remeter à sensação que tenho ao pensar na pesquisa em arte ou pesquisa artística dentro da universidade. Num momento como alguém que olha outros mais privilegiados se banhando na praia, em outro como alguém que vai à uma praia cujos frequentadores não o reconhecem como um igual. Não irei entrar em detalhes da diferença entre pesquisa em arte ou pesquisa artística, mas indico o livro de Silvio Zamboni (2006), no qual ele oferece uma divisão que considero muito eficiente para entender de modo geral as possibilidades da pesquisa no campo das artes.

A área de Artes entrou no sistema da pós-graduação do Brasil em 1974 com a abertura do mestrado na ECA-USP. Em 1996, vinte e dois anos depois, existiam quinze cursos de pós-graduação em todo o país e apenas dois com doutorado. Foi em 2003 que se iniciou a expansão da área de artes, ampliando-se a oferta de bolsas e recursos, momento em que ela contava com vinte e dois cursos. Em 2018 a área chega ao número de sessenta e oito Programas de Pós-Graduação espalhados pelo país.

Esses números apontam para um crescimento da área de artes, mas também para uma disparidade entre as diferentes áreas. A título de comparação, apenas uma área das três pertencentes às engenharias possuía, ainda em 2013, o número de cento e sessenta e nove programas de pós-graduação. No mesmo ano a área de artes possuía trinta e nove cursos. Em 2018, a área da educação possuía duzentos e quarenta e seis programas em contraste ao sessenta e oito em artes, já mencionados no parágrafo anterior. Pensar essa disparidade sob um viés histórico pode ajudar a entender o lugar da arte na universidade e quiçá o porquê, ainda hoje, os cursos de arte serem menos considerados em alguns contextos mais formais de pesquisa².

² Um exemplo que trago dessa situação de desvalorização é o que vivenciamos em 2020 por razão da pandemia de SARS COVID19. O governo brasileiro realizou cortes profundos nas verbas destinadas à pesquisa em arte e, em alguns casos, a avaliação dos projetos dependia de sua proximidade a áreas como saúde, educação, engenharia, entre outros. Ou seja, depois de mais duas décadas de conquistas no campo, voltamos a ter nossos trabalhos avaliados a partir de contextos estranhos à nossa área de conhecimento.

O primeiro aspecto para o qual a diferença numérica aponta é a da existência de uma disparidade de forças. Quanto maior a área, maior a sua representatividade, ou seja, mais influência ela tem sobre os critérios que definem quais programas de pós-graduação serão aprovados, para onde as bolsas serão direcionadas, quais os critérios de concessão de financiamento. Em resumo, qual a produção acadêmica que vale. A força de cada área se relaciona também à antiguidade das áreas dentro da academia, pois se liga diretamente ao número de publicações existentes a respeito do assunto. Ou seja, quanto mais tradicional, maior o peso da área, e assim, mais dono da praia se é.

Inicialmente, pela carência de cursos de pós-graduação na área de artes, era comum que pesquisadores nesse campo fossem buscar sua formação em outras áreas. Assim, por muito tempo os pesquisadores em teatro, dança, circo e performance buscaram a educação física, a antropologia, as ciências sociais, as letras e linguística, a educação ou outras áreas menos comuns, como uma alternativa a seus estudos. Como consequência, muitas das abordagens metodológicas aplicadas aos processos de pesquisa em arte se davam a partir do viés de outros campos do conhecimento. A escassez de programas próprios criava uma realidade na qual não eram os pesquisadores em arte que definiam o conjunto de referenciais próprios à área, os temas relevantes, as categorias mais importantes, ou os procedimentos metodológicos para coleta de dados e informações, registro e interpretação.

Isso aponta para um aspecto importante ao se pensar as artes na academia. Cada campo tem um conjunto de perguntas que lhe são mais relevantes, ligadas justamente a natureza daquele conhecimento, e quando um campo se sobrepõe a outro, penso que podemos falar de um certo colonialismo epistemológico ou acadêmico. Ou ainda, um colonialismo do olhar.

Falo do olhar pois ao se debruçar sobre um objeto qualquer, cada campo irá destacar determinados aspectos, e ao observar o funcionamento desses aspectos a partir de um viés próprio a cada área, questionamentos surgem, para os quais se buscam respostas a partir de um determinado padrão de condutas e ferramentas cujo objetivo é entender aquele fenômeno.

A física e a química podem olhar o mesmo objeto, porém evidenciam diferentes aspectos dele; o mesmo se pode dizer da antropologia, das ciências sociais, da

educação. As perguntas definem o olhar, e o olhar define uma resposta, e cada resposta sugere novos questionamentos, criando uma linha de continuidade, uma tradição. Dessa forma, a relevância das perguntas é definida pela tradição própria de cada área. E é o conjunto de questionamentos e soluções encontrados ao longo do tempo pelos pesquisadores de um campo de conhecimento específico que define o que é relevante ou não. Assim, por muito tempo, na universidade, as perguntas não eram definidas pelos artistas, e tampouco os parâmetros de análise.

Desse modo, para falar da arte como campo de conhecimento legítimo na universidade, e considerando sua inserção recente no ambiente universitário, entendo ser necessário olhar o campo da pesquisa artística além do universo acadêmico. Irei me ater aqui a tradição teatral, que é o campo no qual atuo.

A busca por conceitos e parâmetros coerentes e objetivos que permitam a reflexão crítica sobre o conhecimento artístico não é algo que se inaugurou no contato com a academia. Já no início do século XX, Constantin Stanislavski bebia tanto na área da psicologia, quanto na literatura e nos estudos orientais para estabelecer uma metodologia de preparação dos atores com base na definição de conceitos e práticas singulares ao campo da arte. Seu objeto de investigação era o trabalho do ator sobre si mesmo, significando aqui sua preparação técnica, mas também um tipo de educação ética e estética. Desse modo ele buscou investigar a natureza humana por meio das ferramentas proporcionadas pela arte.

Nessa direção, Stanislavski buscou definir termos e procedimentos que pudessem servir de referência para a construção de um tipo de conhecimento tipicamente teatral, estabelecendo um objeto de estudo e ferramentas para investigação e análise do material. Ainda que ele tenha documentado seu processo investigativo em um conjunto de obras que servem de referência até os dias de hoje, tais obras tiveram como fio condutor e finalidade a prática. Mais que isso, a prática em si era um relato de suas conclusões. Mesmo a sua escrita, realizada em formatos variados como o de romances e cartas, era coerente com o modo teatral com o qual ele explorava o campo da criatividade, da ética e psicologia humanas.

Fazendo um salto histórico, cito também o diretor e pesquisador italiano Eugênio Barba, que definiu um campo de estudo denominado Antropologia Teatral o qual influenciou milhares de artistas e pesquisadores ao longo dos últimos quarenta

anos. Destaco sua ligação com Jerzy Grotowski, outro pioneiro da pesquisa teatral cujas investigações iniciaram na Polônia ao final da década de 50 do século passado, a quem acompanhou na década de 1960. Esse destaque se dá em função de sugerir um tipo de coerência conceitual-metodológica ao longo do tempo, uma vez que o pesquisador polonês se considerava continuador da pesquisa de Stanislavski no campo das ações físicas. Dessa forma, Barba se insere numa linhagem de artistas-pesquisadores que se debruçaram sobre a criação de conceitos e terminologias, procedimentos metodológicos e ferramentas de análise dos fenômenos teatrais, os quais são marcos importantes até os dias atuais.

Barba, em suas investigações, buscou no estudo das diferentes formas espetaculares, regularidades reproduzíveis, princípios que retornam, os quais estariam na base do trabalho do ator e da atriz. Nessa direção ele se orientou por algumas palavras-chave ligadas a uma reflexão mais ampla do fazer e conhecer teatral: Revolta; Ritual, Vazio; Transcendência. Mas também se utilizou de outras palavras, ligadas a problemas comuns a maioria das práticas teatrais: Impulso, força, organicidade, energia, ritmo, fluxo entre outras (BARBA, 2014, p. 31).

A pesquisa de Barba se dá inicialmente pela observação e análise dos corpos em situação de espetáculo numa abordagem multicultural, seguindo-se a processos que o autor define como inculturação e aculturação, a depender se partem da dilatação daquelas técnicas psicofísicas que cada um absorve ao longo de seu processo de educação em um grupo e cultura específicos; ou da acomodação de procedimentos e técnicas estrangeiros ao próprio corpo, como um meio de expansão das possibilidades de movimento e expressão (BARBA, 1995, p. 189).

O objeto de investigação de Barba é o corpo e sua expressão, bem como suas ligações delicadas com os estados mentais e emocionais. Algo comum tanto a Stanislavski quanto a Grotowski. A investigação se dá a partir de determinados princípios que aplicados a uma prática, permitem um tipo de conhecimento que se dá no corpo e a partir do corpo. Não há conflito entre teoria e prática aqui, haja vistas a extensa produção teórica produzida por Barba, mas há sim uma centralidade da prática como fundamento de toda a pesquisa. Para ter contato com ambas as investigações – tanto de Stanislavski quanto de Barba – não basta a leitura do texto,

mas é necessário experimentar o procedimento no próprio corpo e observar os resultados na singularidade de cada sistema psicofísico.

É possível observar em Barba a continuidade da investigação de alguns princípios já apresentados por Stanislavski. Não se tratam de procedimentos fixos, e tampouco os resultados se repetem, mas há aqui uma tradição de estudos que se viabiliza por meio do que alguns chamam *training* ou preparação do ator/atriz. A pesquisa se dá, assim, a partir de ações que ao serem exploradas em sala de trabalho definem uma investigação, e que ao se adaptarem a novos contextos e corpos, permite o surgimento de um novo conhecimento. Esse saber é, então, registrado em reflexões que dialogam com as práticas e textos gerados e compartilhados ao longo das décadas de investigação por diferentes artistas, pedagogos teatrais e teóricos.

Falo, então, de uma tradição de investigadores que diante de perguntas objetivas oferecidas pela observação cuidadosa dos fenômenos teatrais se dedicaram a experimentação de princípios e procedimentos, gerando respostas e novas perguntas. Essa tradição atravessa os anos por meio do compartilhamento de exercícios, de produções artísticas, de protocolos e ferramentas de criação, do registro das etapas da investigação e de suas conclusões por meio da escrita, dos espetáculos, das desmontagens e demonstrações técnicas, entre outros meios disponíveis atualmente.

Ainda que os investigadores citados – Stanislavski, Grotowski e Barba – não tenham seu campo de atuação principal na universidade, parece-me que o modo como eles desenvolveram suas investigações artísticas não é tão distante daquilo que podemos identificar como a tradição científica preservada em nossas instituições de ensino superior.

Digo isso pois entendo que ambas as tradições de pesquisa - científica e artística - se constituem das perguntas que cada artista-pesquisador herda, de questões criadas a partir dessa herança e das respostas singulares que cada investigador dá a elas em diferentes momentos. E, acrescento em adição ao que falei, constitui-se de todas as novas perguntas relevantes que surgem a partir de cada resposta. Falando dessa tradição, Grotowski afirma que:

Stanislavski estava sempre a caminho. Fez as perguntas fundamentais no campo da profissão. Tratando-se das respostas, vejo melhor nossas diferenças. Mas tenho um grande respeito, e penso nele frequentemente quando vejo a confusão que se pode criar (...). Os verdadeiros alunos nunca são alunos. Um verdadeiro aluno de Stanislavski era Meyerhold. Ele não aplicava o 'sistema' escolasticamente. Dava sua própria resposta. (GROTOWSKI, 1999, p. 18-19). (Tradução minha).

Se seguirmos a concepção de Robin Nelson (2010), é justamente a ação sistematizada voltada a produção de novos conhecimentos que define o que é uma pesquisa, acadêmica ou não. E eu acrescentaria a afirmação de Ben Spatz (2015), quando inclui à produção de saberes a sua transmissão. Stanislavski, Barba e Grotowski são, do meu ponto de vista, exemplos de pesquisa guiada pela prática (HASEMAN, 2015), o que Robin Nelson (2013) chama de prática como pesquisa³, e que se apresenta como uma terceira possibilidade aos já consagrados tipos de pesquisa acadêmica: quantitativa e qualitativa.

São principalmente esses dois tipos de pesquisa que definiram ao longo da história aquilo que era aceitável em termos de investigação científica. A pesquisa quantitativa tem, em geral, uma abordagem em terceira pessoa, ou seja, existe uma separação entre sujeito e objeto e uma busca por regularidades que levam a conclusão de leis e generalizações aplicáveis a uma gama extensa de situações, em geral expressas por meio de modelos matemáticos e estatísticos.

Alguns pesquisadores alinhados com esse modelo defendem a possibilidade de anular qualquer interferência do sujeito sobre os resultados esperados, garantindo a imparcialidade desses. Assim, a conclusão espelharia a realidade mesma das coisas, um mundo independente de nós e que se abre por completo ao nosso entendimento, desde que haja um método. Se não conseguimos explicar algo, é porque não encontramos os dados necessários e o modelo adequado para sua tradução em números.

A pesquisa quantitativa é responsável em grande parte por nossos progressos tecnológicos. É ela que define a eficácia de uma vacina, que nos permite viajar de avião ou ir ao espaço, que promove o funcionamento de nossos aparelhos eletrônicos,

³ Optei pelo uso das duas terminologias – Prática como Pesquisa e Prática guiada pela pesquisa – como sinônimos já que entendo que ambas se referem a um mesmo tipo de abordagem dos objetos de pesquisa.

inclusive dos que mantêm vivas aquelas pessoas muito doentes. É ela que sustenta muitas políticas públicas, a partir da análise estatística das populações.

Já a pesquisa qualitativa compartilha em certa medida desse mesmo ideal de regularidade, algumas vezes se valendo de ferramentas quantitativas, especialmente a estatística, para dar maior suporte a suas afirmações. Esse tipo de investigação possui uma ampla variedade de métodos e ferramentas para capturar as propriedades do que foi observado, interpretando dados e informações de modo a promover uma maior compreensão do fenômeno. A separação entre o observador e o observado é muitas vezes borrada, pois entende-se que o pesquisador parte de uma intencionalidade que define não só o recorte de sua pesquisa, mas em certa medida o sentido em que as informações serão interpretadas. Em pesquisas como as de observação participante, por exemplo, os limites entre o pesquisador e a comunidade pesquisada tornam-se muito fluidos. Aqui, não são os números o principal meio de representação, mas a palavra, as categorias e conceitos em sua articulação.

Em ambas as abordagens, quantitativa e qualitativa, o resultado da pesquisa, o modo como é apresentado, são diferentes do objeto em si. Temos explicações de um fenômeno que por princípio se distancia do pesquisador. Ou falando de outra forma, o resultado representa o objeto, mas não é o próprio objeto⁴.

A prática como pesquisa, ou pesquisa guiada pela prática, por sua vez, se aproxima da pesquisa qualitativa em múltiplos aspectos, algumas vezes se valendo de ferramentas metodológicas dela. A pesquisa qualitativa, com sua multiplicidade de métodos, oferece ao pesquisador guiado pela prática contribuições valiosas para o encaminhamento de suas investigações e apresentação dos resultados. Como na pesquisa qualitativa, a prática como pesquisa parte de um pensamento indutivo, apoiando-se na experiência empírica particular para definir conceitos e ideias mais abrangentes. A relação das práticas de pesquisa em arte com abordagens metodológicas como a cartografia, a crítica genética, as etnografias, ou com a fenomenologia em suas variadas vertentes, tem sido profícua.

⁴ Talvez isso não seja verdade em alguns tipos de etnografia e especialmente na auto etnografia, ou ainda em metodologias como a cartografia. Mas falo aqui de um modo mais geral, consciente do risco de estar generalizando uma temática complexa e fascinante.

Se na pesquisa quantitativa os números servem para representar o funcionamento do objeto pesquisado, e na qualitativa, as palavras buscam dar conta da representação ou explicação do fenômeno, na prática como pesquisa, além da busca por descrever ou representar o objeto, a própria ação é o enunciado. É ela, a ação, o princípio de onde parte a pesquisa, é ela que define os procedimentos adotados, e ao final ela é, também, a enunciação do resultado.

Segundo Haseman (2015), pesquisadores guiados pela prática partem muitas vezes de um processo empírico, mergulhando na investigação prática, atentos ao que emerge. Nesse processo evidencia-se o caráter multidisciplinar do campo de conhecimento em arte, flexibilizando filiações metodológicas ou fidelizações teóricas.

De acordo com Robin Nelson (2013), a Prática como pesquisa envolve um projeto de pesquisa no qual a prática é o principal método de investigação e em que, no campo das artes, a prática é submetida como evidência dos resultados.

Entendo que a prática como pesquisa nas artes da cena possui três campos de atuação: o campo do ofício, no qual nos dedicamos ao aprimoramento das ferramentas próprias a ele; o campo da tradição, ou seja, os escritos e experimentos realizados, que servem de referência para que tenhamos certo grau de perspectiva e estranhamento sobre nossa própria prática; e o campo do diálogo entre o treinamento de cada um dentro dos ofícios de artista e de pesquisador, e aquilo que recebemos das tradições acadêmica e artística, que permite descobrir ou evidenciar aspectos e possibilidades das artes da cena menos perceptíveis anteriormente. O novo que emerge não é necessariamente um objeto ou técnica, mas pode ser um novo olhar sobre uma prática já estabelecida ou questões já tradicionais do campo.

Muitas vezes, na universidade, a pesquisa em arte é vista a partir do resultado, esperando-se que se realize a apresentação da peça, da coreografia, ou da performance, como evidência do trabalho. Em muitas ocasiões me deparei com colegas de áreas distantes das artes que desconheciam a existência de um processo quase científico na pesquisa em arte, fundamentado em hipóteses, procedimentos metodológicos e bibliografia definidos. Entendo que isso se deve a singularidade do processo de pesquisa em arte – por isso o ‘quase científico’ anterior-, e também porquê muitos entendem que a arte se fundamenta na fruição, e de certa forma no entretenimento.

Entretanto, ao falar de pesquisa em arte, entendo ser necessário olhar para o conjunto de ações que se dão no processo de elaboração do resultado, ou seja, atentar-se para os procedimentos, princípios, questões, filiações estéticas e teóricas que foram fundamentais para a chegada num dispositivo artístico específico. Isso porquê esses processos e influências que levaram ao resultado são, em suma, o próprio processo de pesquisa, que pode ser partilhado e colocado sob análise dos pares.

Desse modo, quando se trata do compartilhamento das pesquisas guiadas pela prática, não estou necessariamente falando do resultado, somente. Antes, a busca é de evidenciar aqueles elementos da prática que geraram aquele resultado.

Na pesquisa em artes da cena não é incomum partir de um conjunto de questionamentos ou de questões mais gerais, ao invés de uma hipótese mais definida

Ou ainda, muitas vezes se parte de um olhar, de uma intencionalidade, que se define em questões mais precisas durante a prática. Nesse processo o artista-pesquisador bebe de diferentes fontes e disciplinas a partir das necessidades que o fazer apresenta. São as questões objetivas do ofício de *performer* que muitas vezes definem os autores e procedimentos metodológicos a que se irá recorrer. A ação é o ponto de partida da pesquisa, é ela que define os conceitos e metodologias a serem adotados, e ao final, é ela o principal resultado da investigação. Um resultado que não é feito de números ou palavras- embora não prescinda destes- mas de atos que atuam sensorialmente sobre aqueles que tem acesso à pesquisa.

Dito isso, tratando da transmissão e compartilhamento de resultados na pesquisa em arte, afirmo que o foco na prática não prescinde necessariamente do relato da experiência em formatos mais tradicionais: artigos, teses, livros. Entretanto, tratando-se da escrita, em muitos casos borram-se as fronteiras entre forma e conteúdo, entre enunciação e referente. Temos assim experimentos aproximados aos chamados livros de artistas, escritas performativas (Midgelow, 2013), experiências que aproximam a escrita acadêmica do romance, materiais multimídias, entre outros tantos dispositivos possíveis.

Midgelow em seu artigo *Sensualities: Experiencing/Dancing/Writing* (2013), sugere que a escrita ou registro não implica somente numa descrição ou explicação

da prática, mas busca no registro uma ressonância com a prática. Como diz Ciane Fernandes (2012),

Neste sentido, não precisamos fazer prática ao invés da escrita, pois nossa escrita emerge da/com a prática, é criada e estruturada a partir dela, e, portanto, valoriza e gera mais prática teórica. A pesquisa no campo do sensível lida necessariamente com ambas - ciência e arte, inteligência e experiência, teoria e prática – ativando um terceiro nível de integração: sensibilidade inteligente ou sabedoria somática criativa (FERNANDES, 2012, p. 3).

Desse modo, agenciam-se conhecimentos encarnados por meio de registros diversos. A teoria emerge do fazer, e este também é alimentado pela teoria. Sendo a teorização, ela mesma, vista enquanto ação. A prática como pesquisa, ou pesquisa guiada pela prática, nos oferece modelos, inspirações, para falar do nosso campo a partir do próprio campo das artes da cena. Isso não nega outras tradições ou áreas do conhecimento, porém coloca o corpo como centro do processo, permitindo que diferentes temas, como poder, hierarquia, subjetivação, percepção, relação, sejam problematizados por meio da exploração do campo sensorial em sua conexão com diferentes fazeres e saberes, e com estados particulares de atenção e consciência.

Entendemos que a reflexão crítica e sua transmissão são o fundamento de qualquer pesquisa. Sob esse viés, é a dimensão da crítica, que se fundamenta na capacidade do pesquisador de estranhar seu próprio trabalho, que permite que o conhecimento a respeito de um objeto singular se abra, expanda. Entretanto, quando abordamos a pesquisa guiada pela prática nas artes da cena, essa reflexão se dá de modo particular, pois acontece a partir do corpo em ação e de seus saberes próprios, o que permite a cada um e uma perceber o mundo e a prática a partir de uma perspectiva singular. Aliado a isso existe todo um conjunto de conhecimentos e reflexões que atuam no processo de estranhamento da prática que citei acima.

A pesquisa guiada pela prática, ou ainda, a prática como pesquisa, nos parece uma alternativa para o campo da pesquisa em artes da cena na medida em que ela prioriza a abordagem em primeira pessoa, permitindo a inclusão do corpo em ação como fundamento da investigação, borrando as fronteiras entre o sujeito e o objeto. Isto nos parece útil no sentido de que há vezes, nesse campo, que nosso objeto de pesquisa – a peça, a coreografia – é um trabalho no qual nós mesmos participamos.

Assim, aspectos ligados ao ofício do artista da cena ganham perspectiva a partir de um olhar crítico aplicado a nossa própria ação, fundamentado no diálogo com a tradição de estudiosos e artistas que se debruçaram sobre nossos mesmos questionamentos. A arte, nesse contexto, acrescenta à sua natureza de objeto de fruição a de ser ação que articula questões do fazer e do viver em sentido ampliado.

Bibliografia consultada

BARBA, Eugenio; SAVARESE, Nicola. **A Arte Secreta do Ator**: Dicionário de Antropologia Teatral. Tradução de Luís Otavio Burnier (Supervisão). Campinas: HUCITEC, 1995.

BARBA, Eugenio. **Queimar a Casa**: origens de um diretor. Tradução de Patrícia Furtado de Mendonça. São Paulo: Perspectiva, 2014.

FERNANDES, Ciane. Movimento e Memória: Manifesto da Pesquisa Somático-Performativa. In: VII Congresso da ABRACE. **Anais**. Porto Alegre: ABRACE, 2012. Disponível em:
<https://www.publionline.iar.unicamp.br/index.php/abrace/issue/view/96>.

FREITAS, Pedro Luís de. **Tornar-se Ator**: uma análise do ensino de interpretação no Brasil. Campinas: Editora da UNICAMP, 1998.

GROTOWSKI, Jerzy. Respuesta a Stanislavski. **Revista Máscara**, México DF, v. 03, nº 11-12, pp.18-26, 1993.

HASEMAN, Brad. Manifesto pela Pesquisa Performativa. **Resumos do Seminário de Pesquisas em Andamento PPGAC/USP**. São Paulo: PPGAC-ECA/USP, 2015. pp 41-53.

MIDGELOW, Vida L. Sensualities: Experiencing/Dancing/Writing, **New Writing**, 2013, DOI: 10.1080/14790726.2012.693098. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.1080/14790726.2012.693098>.

NELSON, Robin. **Practice as Research in the Arts**: principles, protocols, pedagogies, resistances. London: Palgrave Macmillan, 2013.

SPATZ, Ben. **What a Body Can Do**: technique as knowledge, practice as research. New York: Routledge, 2015.



35ª JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA - 2020



VARELA, Francisco; THOMPSON, Evan; ROSCH, Eleanor. **A Mente Incorporada:** Ciências Cognitivas e Experiência Humana. Tradução Maria Rita Secco Hofmeister; Porto Alegre: Artmed, 2003.

ZAMBONI, Sílvio. **A Pesquisa em Arte:** Um paralelo entre arte e ciência. Campinas: Autores Associados, 2006.

MATERIAIS PARA CÉLULAS FOTOCATALÍTICAS

Irene T. S. Garcia¹

Julia C. O. Pazinato²

Eduardo S. Vasconcelos²

Introdução

O aquecimento global é uma realidade e várias estratégias são pontuadas para que o aumento da temperatura na Terra fique abaixo de 2 °C até 2100 (UNEP, 2017). Em 2017, o mundo emitiu 32,8 bilhões de toneladas de CO₂, devido ao uso de energias não renováveis. Os Estados Unidos e a China foram responsáveis por 14 bilhões de toneladas CO₂, ou 43% das emissões totais. Em 2019 o Brasil emitiu em média 406,1 milhões de toneladas de CO₂, e o setor de transporte foi responsável por 45,1% desse valor (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2020). Entre as estratégias para redução dos gases de efeito estufa (GEE) estão a redução do uso de combustíveis fósseis e queima da biomassa, uso de fontes não emissoras e, finalmente uso de tecnologias para abatimento de dióxido de carbono. Junto à necessidade da produção de energia limpa, também se soma a necessidade de utilizar energia proveniente de recursos renováveis. Dentro desse cenário, o uso da radiação solar tem papel fundamental em uma economia de baixa emissão de carbono. O aproveitamento da radiação por meio de células solares pode ocorrer tanto em células fotovoltaicas quanto em células fotocatalíticas. As primeiras convertem diretamente radiação luminosa em eletricidade. As células fotocatalíticas, também chamadas de células fotossintéticas, utilizam a radiação solar para reações químicas que precisam de aporte de energia.

¹ Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre/RS, Brazil – e-mail: irene.garcia@ufrgs.br

² Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre/RS, Brazil.

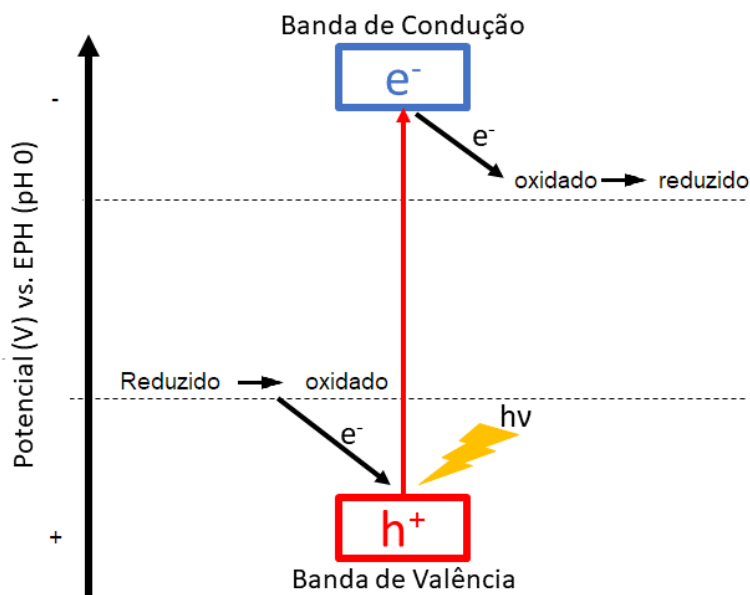
Na origem das células solares, está a primeira observação do fenômeno fotovoltaico, feita por Edmond Becquerel em 1839, e explicada em 1905 por Einstein. Fujishima e Honda (FUJISHIMA; HONDA, 1972), demonstraram a possibilidade do uso de radiação luminosa para realizar a hidrólise da água, utilizando uma célula fotoeletroquímica constituída de um fotoânodo de dióxido de titânio e um eletrodo de Pt. A ideia central dessas células é, partir de matéria-prima de baixo custo, substâncias inertes e poluentes para convertê-los, com a energia proveniente do sol, em combustíveis, produtos de maior valor agregado e substâncias não poluentes. Cabe mencionar que, além da fotocatalise, que utiliza somente a energia proveniente da radiação luminosa, a fotoeletrocatalise também faz parte dos processos promissores para a promoção de reações químicas. A fotoeletrocatalise integra a fotocatalise com a eletrocatalise e normalmente explora eletrodos semicondutores em vez de eletrodos condutores normais usados na eletrocatalise (XIE et al., 2016). Dessa forma, uma reação fotoeletrocatalítica apresenta menor consumo de eletricidade em comparação com a eletrocatalítica. O ideal é que o material possa ser ativado somente pela incidência de radiação solar, sem aplicação de uma tensão externa.

A busca de materiais fotocatalisadores que tenham bom desempenho na produção de hidrogênio, abatimento de dióxido de carbono e degradação de poluentes orgânicos se constitui um excelente campo de pesquisa para uma economia sustentável e de redução de carbono.

Princípios básicos envolvendo o processo de fotocatalise

Na fotocatalise heterogênea ocorre ativação de um semicondutor, por luz solar ou artificial, conforme representado na Figura 1. A ativação acontece quando a energia dos fótons, maior do que a energia de *band gap* do material, incide no sistema excitando os elétrons (e^-) da banda de valência (BV) para a banda de condução (BC). O movimento de elétrons deixa uma vacância positiva, chamada de lacuna ou *hole* (h^+), na BV. A formação desses pares elétron-lacuna (e^-/h^+) pode promover reações de redução e/ou oxidação de espécies químicas.

Figura 1-Representação da geração de pares elétron lacuna em um semiconductor com *band gap* e posição de banda de valência e de condução adequadas para reações de oxidação e redução.



As principais etapas de um processo fotocatalítico envolvem a excitação do semicondutor pela radiação, com geração do par elétron-lacuna, migração dos elétrons e lacunas à superfície do semicondutor e as reações de oxidação e redução das espécies adsorvidas na superfície ou de mediadores adicionados ao meio.

Requisitos de um material para aplicação em fotocatalise

Os materiais semicondutores utilizados em células solares precisam ter características específicas e, especificamente no caso de uso em células fotossintéticas, devem se caracterizar por apresentarem (XI et al., 2016; MARQUES et al. 2017):

- *band gap* na faixa de 1,3 a 2,8 eV, ou seja, absorver energia na faixa de 953,7 a 442,8 nm. Esse requisito é importante pois permite o melhor aproveitamento da radiação solar, que apresenta maior porcentagem de fótons emitidos nesta faixa de energia;

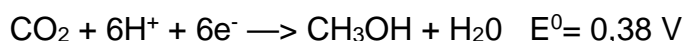
- ▶ elevado coeficiente de absorção da luz;
- ▶ períodos longos para recombinação dos pares e-/h⁺;
- ▶ bom transporte de cargas, para que seja fácil separar os elétrons das lacunas e que as cargas possam atingir a superfície em que ocorrerão as reações químicas;
- ▶ eficiência em altas temperaturas;
- ▶ elementos não tóxicos e de baixo custo;
- ▶ fácil processabilidade.

Outro aspecto importante é que os potenciais de redução das bandas de valência e de condução devem ser favoráveis à ocorrência da reação química desejada, ou seja:

$E_{BV} \text{ (vs. EPH)} > E \text{ das espécies a serem oxidadas}$

$E_{BC} \text{ (vs. EPH)} < E \text{ das espécies a serem reduzidas.}$

Questões como o sobrepotencial devem ser também consideradas. Abaixo temos os principais potenciais padrão de redução das principais reações de interesse ambiental, em pH 7 (XIE et al., 2016).



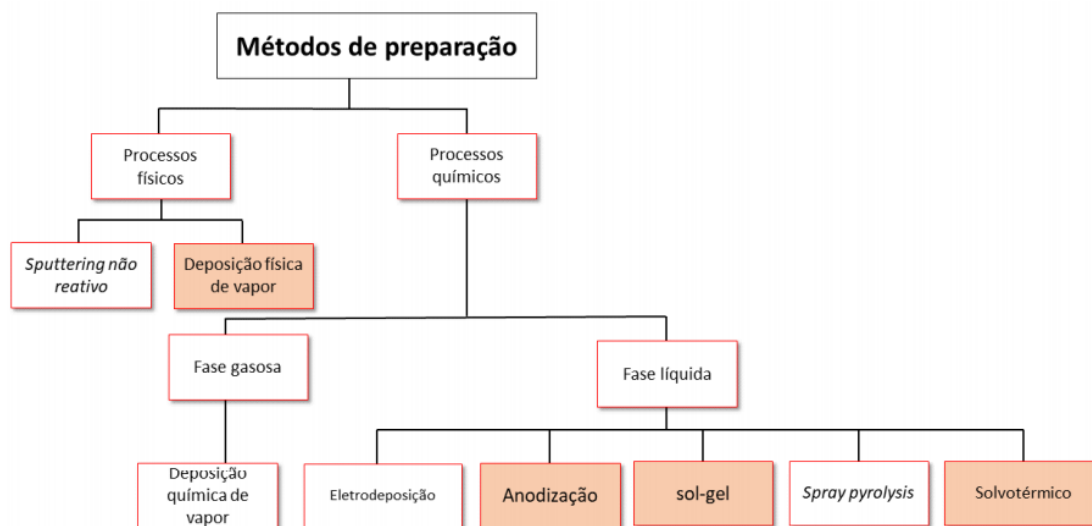
Além desses, o semiconductor deve apresentar elevada área superficial, deve favorecer a rápida cinética da reação de superfície e apresentar elevada estabilidade química no meio reacional. A estabilidade durante longos períodos, favorece o baixo custo de manutenção do sistema.

Desenvolvimento de materiais para células fotocatalíticas

Diferentes materiais são utilizados como fotocatalisadores: óxidos e nitretos metálicos, peroviskitas, porfirinas, semicondutores livres de metais e dicalcogenetos de metais de transição, são alguns exemplos. Dentre os óxidos metálicos, podemos citar o TiO_2 , WO_3 , Fe_2O_3 , ZnO , SnO e Ta_2O_5 , muitos outros óxidos são também estudados. O grande potencial dos óxidos de metais de transição é a baixa toxicidade desses materiais e a capacidade de modificações estruturais que acarretam em modificações na estrutura de bandas. Essas modificações podem ser obtidas através de diferentes técnicas. O TiO_2 é com certeza o óxido mais lembrado, desde os trabalhos de Fujishima e Honda em 1972, com o estudo da geração de hidrogênio e oxigênio através da oxidação da água em uma célula fotoeletroquímica (FUJISHIMA; HONDA 1972). Muitos pesquisadores se dedicaram a entender estes processos e muitos outros materiais passaram também a serem estudados (LEE et al., 2021). Uma das limitações do óxido de titânio é o fato de ser excitado somente na região ultravioleta do espectro, que corresponde somente a 7% dos fótons incidentes na superfície da terra.

O grande potencial da luz solar traz para o cenário, o óxido de tungstênio, um semicondutor capaz de absorver na região visível do espectro eletromagnético devido ao seu *band gap* com valor variável, dependendo do método de obtenção, mas próximo a 2,6 eV (CORRÊA et al., 2014). A Figura 2 ilustra as principais metodologias que podem ser aplicadas na preparação desses materiais.

Figura 2 - Métodos de obtenção de óxidos de metais de transição.

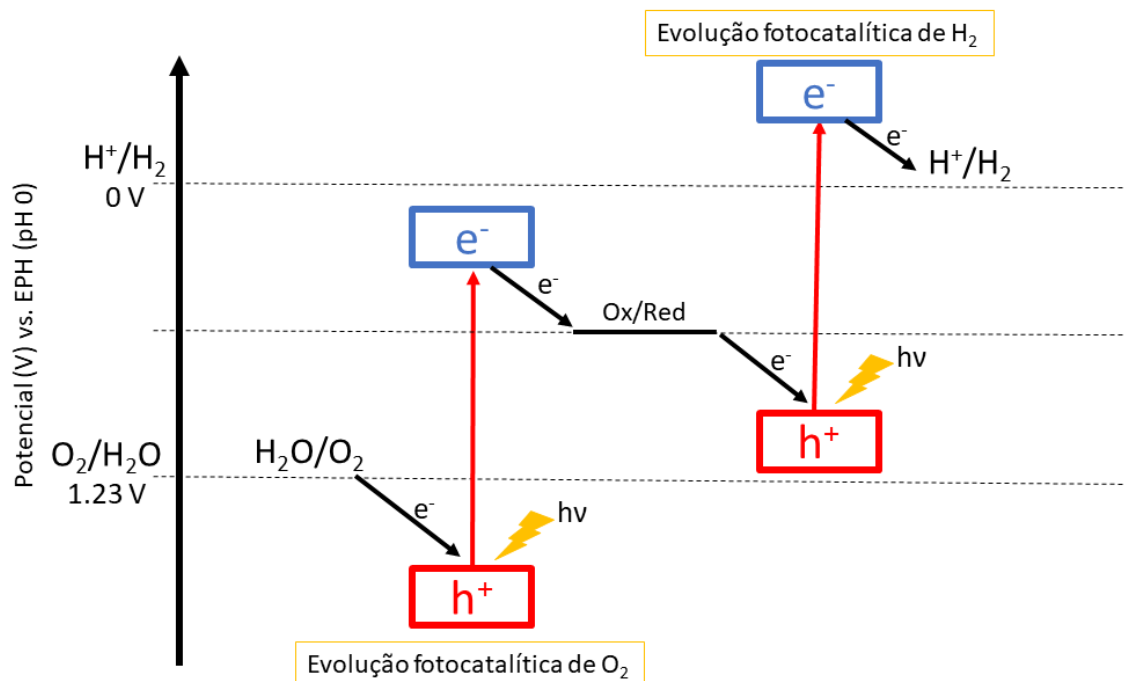


Em destaque encontram-se os métodos desenvolvidos por nosso grupo de pesquisa (CORRÊA et al., 2014), (GARCIA et al., 2015), (COSTA et al., 2015), (MOURA et al., 2018), (PAZINATO et al., 2019), (COSTA et al., 2021). Nos métodos químicos, exploramos o controle das características de superfície de materiais fotocatalíticos pelo uso de agentes estruturantes na síntese. Uma variedade de nanomateriais pode ser obtida, pela escolha do agente estruturante e ajuste de outros parâmetros, como concentração e temperatura, por exemplo.

Microcristais de óxido de tungstênio com morfologia multifacetada foram obtidos na forma de filmes por evaporação térmica por Garcia et al. e se mostraram resistentes à lixiviação em pH próximos a 7. A resistência à lixiviação permite o reaproveitamento do fotocatalisador, o que é um fator muito importante e pouco abordado (GARCIA et al., 2015).

Esse óxido de tungstênio, no entanto, apresenta desvantagem no que se refere à reação de clivagem da água, por possuir o mínimo da banda de condução em potencial mais positivo que o potencial de redução do hidrogênio. Uma estratégia para resolver esse problema é a adoção do chamado esquema Z, que consiste na junção de dois semicondutores, com posições de banda de valência e condução, conforme representado na Figura 3.

Figura 3 - Representação da estratégia chamada Esquema Z.



Outra classe importante de materiais são os nitretos metálicos dos quais podemos destacar o GaN, Ta_3N_4 e TaON. Uma desvantagem dos nitretos metálicos como fotocatalisadores é a baixa mobilidade de carga. Oxinitretos de GaN-ZnO possuem *band gap* menores que seus componentes puros. EDALATI et al., para tornar as vacâncias de nitrogênios favoráveis à fotocatalise, aplicaram no material um tratamento mecânico por meio de torção a alta pressão. Este processo fez com que um aumento na produção de hidrogênio fosse obtido, o que é explicado pelo aumento nos níveis de energia para as bandas de valência e condução, diminuindo ainda mais o *band gap* do composto e a recombinação do par e^-/h^+ (EDALATI et al., 2020).

O grande destaque é o grupo de materiais fotocatalíticos conhecidos como perovskitas, materiais do tipo ABX_3 , recebendo o mesmo nome do mineral que deu origem a esta classe de materiais, a perovskita ($CaTiO_3$), descoberta em 1839 por Gustav Rose e batizada em homenagem ao minerólogo russo L. A. Perovski ((1792-1856). Todo material que apresenta o mesmo tipo de estrutura do tipo $CaTiO_3$ é considerado uma perovskita (KATZ, 2020), (LI et al., 2020). Perovskitas inorgânicas e

organometálicas são estudadas para o aproveitamento da luz solar. As perovskitas inorgânicas são materiais do tipo ABX_3 , onde A é normalmente um metal do grupo I ou II, B um metal de transição e X um ânion, normalmente oxigênio. Nas perovskitas organometálicas, A cátion monovalente: metilamônio, $CH_3NH_3^+$, formamidínio, $CH(NH_2)_2^+$; Cs^+ ; Rb^+ , B cátion metálico divalente de metal de transição: Pb^{2+} ; Sn^{2+} e X é um ânion haleto, geralmente I^- , Br^- ou Cl^- (JEON, 2015) (MU, 2017) Um aspecto a destacar é que, embora as perovskita organometálicas sejam bastante estudadas para aplicações em células fotovoltaicas, por apresentarem um rendimento semelhante ao do silício cristalino, a pouca estabilidade dessas matérias ainda é um desafio para aplicações em fotocatalise.

Semicondutores não metálicos constituem outro importante grupo, sendo considerados materiais sustentáveis. Outra vantagem a ser considerada é a grande capacidade destes materiais em absorver radiação na região do visível do espectro eletromagnético. Um exemplo dessa classe é o nitreto de carbono grafítico, o g- C_3N_4 , um polímero semicondutor. A desvantagem desse tipo de material é que eles apresentam rápida velocidade de recombinação dos pares e^-/h^+ . Uma forma de melhorar este problema também passa pelo esquema Z, em que um material mais eletropositivo atua como aceitador dos elétrons foto gerados durante o processo fotocatalítico. Esquema Z foi utilizado por Li et al. para produzir um fotocatalisador a partir da combinação WO_3/gC_3N_4 para fotoredução do CO_2 . O WO_3 atuou como material de armadilha para melhorar a separação dos pares de elétrons gerados durante o processo (LI et al., 2020).

A dopagem de não metais com metais é também um modo de aumentar o tempo de recombinação.

Dentro da classe de materiais dito bioorgânicos ou híbridos, podemos destacar o estudo das porfirinas metálicas e também das ftalocianinas. Mota et al. fez uso da porfirina preenchida com Zn tetra-catiônico ancorada em uma matriz polimérica de ácido poliacrílico para degradação de diferentes poluentes orgânicos (MOTA et al., 2020). O estado físico desses materiais foi estudado por meio do uso de porfirinas de cobre (II) no estado fundido na reação de evolução de hidrogênio (REH). A reação conduzida em luz visível, na presença deste material, apresentou significativa redução do sobrepotencial necessário para a reação de REH quando comparado aos valores da porfirina não fundida (FLORES et al., 2020). A ftalocianina junto do cobre metálico,

formando um semicondutor orgânico de alta mobilidade (CuPc) acoplada ao nitreto de carbono grafítico (g-CN), aumenta a eficiência na separação de cargas geradas no fotocatalisador CN (YI et al., 2020). Uma excelente revisão das estratégias utilizadas para obtenção de fotocatalisadores para produção de hidrogênio é apresentada por Marques et al. (2017).

Por último, cabe citar a classe de materiais intitulada dicalcogenetos de metais de transição (TMDC). Um dicalcogeneto é um semicondutor bastante fino, chamado algumas vezes de folha por este motivo; possui fórmula MX_2 onde M é um metal de transição, geralmente tungstênio ou molibdênio e X um calcogênio (S, Se ou Te). Fazem parte dos materiais classificados como 2D, em que uma camada de metal M está entre duas camadas de calcogênio. Nanofolhas de MoS_2 foram estudadas para modificação de nanoestruturas de TiO_2 via método hidrotérmico. A heterojunção com o dicalcogeneto, resulta em melhoria na absorção da luz visível e também na separação de carga além de redução na taxa de recombinação (SINGH; SONI, 2020). Outra morfologia, nanoflocos de WSe_2 , foi utilizada na conversão eletroquímica do CO_2 em CO em líquido iônico (EMIM- BF_4). Utilizado com folha artificial de coleta de luz o WSe_2 foi capaz de oxidar a água na ausência de potencial externo (MOHAMMAD et al., 2016).

A área de fotocatalise todos os dias apresenta novos desafios, novas propostas e novos materiais a serem explorados. Mostramos de forma sucinta algumas das principais classes de materiais semicondutores utilizados na fotocatalise. Com o contínuo avanço das pesquisas, surgimento de novos materiais e novas demandas, esse número só tende a crescer.

Referências

- CORRÊA, D. S. et al. Tungsten oxide thin films grown by thermal evaporation with high resistance to leaching. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 25, n. 5, p. 822-830, 2014.
- COSTA, N. B. D. et al. Tungsten oxide thin films obtained by anodisation in low electrolyte concentration. **Thin Solid Films**. v. 578, p. 124-132, 2015.
- COSTA, N. B. D et al. Controlling the structural and optical properties of tungsten oxide films synthesized under environmentally friendly conditions. **Mat. Sci. Semicon Proc.** v. 122, p. 105476, 2021.

EDALATI, K. et al. Enhanced photocatalytic hydrogen production on GaN-ZnO oxynitride by introduction of strain-induced nitrogen vacancy complexes. **Acta Materialia**. v. 185, p. 149-156, 2020.

FLORES, A. M. H. et al. Fused porphyrin thin films as heterogeneous visible-light active photocatalysts with well-defined active metal sites for hydrogen generation. **ACS Appl. Energy Mater.** v. 3, n. 10, p. 9848-9855, 2020.

FUJISHIMA, A; HONDA, K. Electrochemical photolysis of water at a semiconductor electrode. **Nature**. v. 238, p. 37-38, 1972.

GARCIA, I. T. S. et al. Multifaceted tungsten oxide films grown by thermal evaporation. **Surf. Coat. Technol.**, v. 283, p. 177-183, 2015.

JEON, N. J. et al. Compositional engineering of perovskite materials for high-performance solar cells, **Nature**, v. 517, p. 476-481, 2015.

KATZ, E. A. Perovskite: name puzzle and German-Russian odyssey of discovery. **Helvetica Chimica Acta**, v. 103, n. 6, p. e2000061, 2020.

LI, D. et al. A review on scaling up perovskite solar cells. **Advanced Functional Materials**, p. 2008621, 2020.

LI, X. et al. Direct z-scheme WO₃/graphitic carbon nitride nanocomposites for the photoreduction of CO₂. **ACS Appl. Nano Mater.** v. 3, p. 1298-1306, 2020.

LEE, H. et al. Boosted photocatalytic hydrogen evolution by tuning inner pore size and co-catalyst thickness of the anodic TiO₂ nanotubes. **Catalysis Today**. v. 359, p. 3-8, 2021.

MARQUES, F. C. et al. Estratégias e materiais utilizados em fotocatalise heterogênea para geração de hidrogênio através da fotólise da água **Quim. Nova**, v. 40, n. 5, p. 561-571, 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, Resenha Energética Brasileira. Ano Base 2019, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético, 2020. Disponível em: http://antigo.mme.gov.br/documents/78404/0/Resenha+Energ%C3%A9tica+Exerc%C3%ADcio+2019_DIE_SPE_MME.pdf/f08616e4-ab88-749d-b24f-546313f4d0c0, acesso em outubro de 2020.

MOHAMMAD, A. et al. Nanostructured transition metal dichalcogenide electrocatalysts for CO₂ reduction in ionic liquid. **Science**. v. 353, p. 464-467, 2016.

MOTA, H. P. et al. Enhanced photocatalytic degradation of organic pollutants mediated by Zn(II)-porphyrin/poly(acrylic acid) hybrid microparticles. **Applied Catalysis B: Environmental**, v. 277, p. 119208, 2020.

MOURA, D. S. et al. Poly(vinyl alcohol) as a structuring agent for peroxotungstic acid. **Journal of Molecular Liquids**, v. 269, p. 92-100, 2018.

MU, C. et al., Quantitative Doping of Chlorine in Formamidinium Lead Trihalide (FAPbI₃-xCl_x) for Planar Heterojunction Perovskite Solar Cells, **Adv. Energy Mater.** v. 7, p. 1601297, 2017.

PAZINATO, J. C. O. et al. Insights on Structuration of Peroxotungstic Acid in Aqueous Media. **J. Braz. Chem. Soc.** v. 30, p. 752-763, 2019.

SINGH, J.; SONI, R. K. Two-dimensional MoS₂ nanosheet-modified oxygen defect-rich TiO₂ nanoparticles for light emission and photocatalytic applications. **New J. Chem.**, v. 44, p. 14936-14946, 2020.

UNEP **The Emissions Gap Report 2017**. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi. 2017.

YI, Y. et al. High mobility organic semiconductor for constructing high efficiency carbon nitride heterojunction photocatalysts. **J. Mater. Chem. C**. v. 8, n. 48, p. 17157-17161, 2020.

XIE, S. et al. Photocatalytic and photoelectrocatalytic reduction of CO₂ using heterogeneous catalysts with controlled nanostructures. **Chem. Commun.** v. 52, p. 35-59, 2016.

GENÔMICA FARMACOLÓGICA, NUTRICIONAL E TOXICOLÓGICA: IMPACTO NA SAÚDE E ENVELHECIMENTO

Ivana Beatrice Mânica da Cruz

Introdução

O envelhecimento biológico, que é considerado a última etapa do desenvolvimento humano, pode ser modulado por fatores aceleradores e desaceleradores que contribuem para a manutenção da saúde e funcionalidade ou a ocorrência precoce de disfunções e doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs). Entre as DCNTs mais prevalentes nos idosos estão as enfermidades cardiovasculares, neuropsiquiátricas, neurodegenerativas, osteomusculares e diversos tipos de câncer. Portanto, a elucidação dos mecanismos pelos quais estes fatores moduladores do envelhecimento biológico atuam é estratégica para que se possam desenvolver estratégias personalizadas e populacionais que contribuam para um envelhecimento bem sucedido e longevidade com qualidade de vida.

Neste texto, é feita uma revisão geral sobre o contexto atual das pesquisas relacionadas a biogerontologia destacando o potencial efeito interativo e sinérgico da nutrição e o seu papel na atenuação de efeitos negativos associados ao uso de fármacos e a exposição a poluentes ambientais. Para tanto, serão consideradas principalmente evidências obtidas a partir de estudos realizados pelo grupo de pesquisas Biogenômica do Desenvolvimento e Envelhecimento da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em colaboração com outros grupos de pesquisa da própria Instituição e de outras universidades brasileiras e internacionais.

Envelhecimento Populacional e seu Impacto Social

A Organização das Nações Unidas (ONU), estima que, uma em cada seis pessoas terá 65 anos ou mais em 2050. Este aumento anual no número de idosos, que caracteriza a “revolução da longevidade” está ocorrendo em todas as sociedades do mundo, em consequência da redução das taxas de fertilidade e mortalidade. Em termos demográficos, são considerados países envelhecidos são considerados aqueles que possuem 15% ou mais da sua população com idade igual ou maior que 65 anos (1). Alguns países ainda se encontram nos estágios iniciais do envelhecimento populacional, enquanto outros, mais desenvolvidos já estão em estágios muito avançados.

No Brasil, o processo de envelhecimento populacional está ocorrendo de modo bastante acelerado, se comparado com o vivido por países desenvolvidos que demoraram cerca de 100 anos de idade até atingir uma proporção de idosos maior que 15% da população (2). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estimou que, em 2020 o percentual de idosos com idade igual ou acima de 65 anos seria de 9.83%. Este percentual praticamente dobrou em comparação com os dados levantados no último Censo realizado em 2010. Na ocasião, apenas 4,4% da população estava incluída dentro desse grupo etário.

Entretanto, dada a grande heterogeneidade existente entre as diversas regiões e estados brasileiros a proporção de idosos é bastante diversificada. No caso, o Rio Grande do Sul (RS) é o Estado que possui maior percentual de idosos com 65 anos ou mais (13,13%) (3). Como o RS vem percebendo o impacto do envelhecimento populacional mais rápido que os demais estados brasileiros. Muitas atividades de extensão voltadas a pessoas idosas, pesquisas e programas de formação de recursos na área da gerontologia foram inicialmente implementadas no Estado, colaborando também para a produção de conhecimento sobre o tema em outras unidades federativas do Brasil.

Estas ações são necessárias considerando que o aumento no tempo de vida é consequência do progresso da sociedade humana. Nestes termos o documento da ONU previamente citado destaca que: “o envelhecimento populacional é uma história

de sucesso humano, um motivo para comemorar o triunfo da saúde pública, avanços médicos e econômicos e sociais desenvolvimento sobre doenças, lesões e mortes prematuras que limitaram a expectativa de vida humana ao longo da história” (1). Porém, o aumento no número de idosos na população impõe grandes desafios em todo mundo existindo necessidade de um maior conjunto de pesquisas que auxiliem na criação de estratégias que promovam saúde e longevidade com qualidade de vida para a população. No caso, estas estratégias devem retardar a ocorrência precoce da carga de disfunções, morbidades e dependência, ao mesmo tempo que também precisam desenvolver estratégias mais eficientes voltadas para a atenção e cuidado do idoso mais longo (≥ 80 anos).

De fato, na medida que disfunções não fatais vão aparecendo, essas acabam impactando negativamente a produtividade e qualidade de vida das pessoas, principalmente se tratando de idosos. Estas disfunções não fatais, mas que impactam a vida cotidiana são atualmente denominadas “deficiências”. O aumento das deficiências associado ao envelhecimento tem sido documentado por diversos estudos. Este é o caso da investigação que avaliou a ocorrência de 354 tipos de DCNTs, lesões e 3484 tipos de sequelas cognitivo-funcionais que podem ocorrer nos indivíduos com o passar da idade. O estudo abrangeu informações de 195 países e territórios. Os resultados mostraram que, ao longo do envelhecimento biológico, mulheres ocorre aumento na prevalência de distúrbios bucais e dor de cabeça, hemoglobinopatias e anemias hemolíticas. Já nos homens os distúrbios bucais e de dor de cabeça também passam a aumentar a prevalência na medida que ocorre o envelhecimento, bem como sequelas relacionadas a tuberculose. Em geral, os anos vividos com deficiência estiveram principalmente associados a ocorrência de dor lombar, distúrbios de dor de cabeça, e distúrbios depressivos crônicos (4).

Apesar do senso comum achar que a ocorrência de deficiências associadas a idade faz parte do envelhecimento biológico, e que as mesmas podem ser inevitáveis e ocorrer segundo a predisposição familiar, evidências científicas obtidas nos últimos 30 anos não apoiam esta premissa. Ao contrário, pesquisas biogerontológicas têm destacado, cada vez mais, a relevância de fatores ambientais relacionados ao estilo de vida e as condições socioeconômicas e culturais na modulação do envelhecimento biológico e longevidade. Estes estudos sugerem também que, tais fatores poderiam

agir diretamente no genoma e metabolismo bioquímico celular, desencadeando um efeito cascata que pode diminuir ou aumentar disfunções e o risco de DCNTs.

Assim, apesar da expectativa de vida no Brasil ser já bastante alta (cerca de 75 anos de idade), a expectativa de vida saudável não é. Estima-se que a partir dos 56 anos de idade 50% dos brasileiros já possuam uma deficiência ou DCNTs estabelecida. Nestes termos, muitos pesquisadores da área biogerontológica estão realmente preocupados em produzir conhecimento e tecnologias que permitam aumentar o tempo de vida saudável e não aumentar o tempo de vida em anos (7). Assim, evidências têm sugerido que o envelhecimento saudável é uma característica que pode ser distinta da chamada “longevidade excepcional”. Esta última, implica na sobrevivência de indivíduos após os 90-100 anos de idade. Por este motivo, identificar e entender a ação dos geronto-fatores sobre o envelhecimento e longevidade tem grande relevância científica, clínica e epidemiológica.

O papel dos geronto-fatores no envelhecimento, saúde e longevidade humana

A evolução de organismos multicelulares e sexuados está intimamente relacionada com a evolução do envelhecimento biológico e morte. Esta estratégia adaptativa evita que uma dada espécie esgote rapidamente os recursos do seu habitat e se extinga. Em mamíferos, incluindo o ser humano, mudanças associadas a idade são universalmente perceptíveis e irreversíveis. Por este motivo, o envelhecimento biológico passou a ser considerado como o último estágio do desenvolvimento biológico antes da morte. Assim, nos seres humanos considera-se que o início do desenvolvimento biológico ocorra no período pré-natal (fecundação e embriogênese) persistindo no período pós-natal que inclui infância, puberdade, fase adulta e velhice (5).

Entretanto, ao contrário os estágios iniciais do desenvolvimento, onde o tempo é relativamente rígido, o aparecimento de características associadas ao envelhecimento biológico é muito flexível e variável de indivíduo para indivíduo. Esta plasticidade do envelhecimento parece ser regida pelo fato de que este estágio pode ser acelerado ou desacelerado, de acordo com o aparecimento mais precoce ou mais

tardio de disfunções e DCNTs associadas. Entretanto, até o presente momento, considera-se que o envelhecimento biológico não pode ser efetivamente interrompido ou revertido. Ou seja, ele pode ser modulado por fatores intrínsecos (genético-hereditários) e ambientais incidindo assim positiva ou negativamente sobre a longevidade do indivíduo.

Este paradigma da biogerontologia moderna é fortalecido por estudos relacionados a herdabilidade da longevidade humana feitos através de análises de árvores genealógicas. Resultados de estudos obtidos ao longo do século XX sugeriram uma influência genético-familiar (herdabilidade) moderada sobre o tempo de vida do ser humano. Ou seja, em média apenas 25% da longevidade de um indivíduo seria influenciada pela sua herança familiar (6, 7). Porém, um estudo mais recente, que analisou 5,3 milhões de árvores genealógicas incluindo cerca de 13 milhões de pessoas indicou que a influência familiar na longevidade humana pode ser ainda mais baixa. No caso os pesquisadores estimaram que, apenas 16% dos genes humanos herdados teriam influência sobre a longevidade de um indivíduo (8).

Nestes termos, 84% do tempo de vida humano parece ser direta e indiretamente modulada por fatores ambientais que interagem com os genes ou com o genoma humano. Tais fatores parecem contribuir para a maior ou menor ocorrência de disfunções biológicas no qual, existem dois fatores biológicos chaves neste processo: o controle do metabolismo oxidativo (balanço entre os níveis de moléculas oxidantes e antioxidantes) e a eficiência da função imune. Com o envelhecimento existe uma tendência ao aumento de estados de estresse oxidativo que levam a danos nas estruturas e funções celulares e teciduais. Por outro lado, a função imune parece ser bastante afetada levando a um fenômeno denominado imunosenescência. Neste fenômeno podem ocorrer estados de inflamação crônica, que por sua vez contribuem para o desenvolvimento de um grande número de DCNTs, e são também retroalimentados por estas enfermidades. Além disto, a resposta imune a patógenos também pode ficar debilitada aumentando o risco dos idosos a infecção por patógenos e maior dificuldade de recuperação, uma vez que sejam infectados. A relevância da oxi-inflamação no processo de envelhecimento biológico é hoje reconhecida pelo termo em inglês *inflammaging* (9).

Apesar da inexorabilidade do envelhecimento estados oxi-inflamatórios associados a idade parecem ser fortemente modulados por fatores ambientais. Hoje se reconhece que, essa modulação ocorre não somente em termos bioquímicos, mas também em termos genômicos. Isto porque, cerca de 30 anos atrás a ideia de que fatores ambientais poderiam modular os genes e genoma humano era praticamente desconhecida.

Entretanto, com o desenvolvimento das pesquisas genômicas, que serão posteriormente comentadas em maior profundidade, pouco a pouco tem sido possível elucidar que fatores podem agir de modo positivo e ou negativo sobre o envelhecimento biológico. Aqui chamaremos estes de “geronto-fatores”. Entre estes destacam-se como geronto-fatores elementos nutricionais, farmacológicos e poluentes ambientais. Outros tipos de geronto-fatores que não serão abordados em maior profundidade neste texto incluem, por exemplo a exposição crônica ao estresse psicossocial e o sedentarismo.

Com o avanço na produção do conhecimento científico foi então possível estabelecer áreas de pesquisa conhecidas como genômica nutricional, genômica farmacológica e genômica toxicológica que explicam em grande parte como estes geronto-fatores atuam. Cada uma destas áreas possui dois componentes interligados.

O primeiro componente é genético, e reconhece que geronto-fatores, como a nutrição, ou uso de fármacos e a exposição a poluentes não atuam necessariamente de modo universal sobre as pessoas. Assim, algumas pessoas podem ser mais responsivas ou mais suscetíveis a estes fatores, do que outras. Esta diversidade de respostas está relacionada a ocorrência de interação destes fatores com variações genéticas que influenciam o metabolismo bioquímico e fisiológico de cada indivíduo. Esta interação gene-ambiente que determina respostas diferenciadas a geronto-fatores é investigada nos campos da nutrigenética, farmacogenética e toxicogenética. Pesquisas nestes campos têm possibilitado o desenvolvimento da chamada “medicina de precisão”, onde o diagnóstico e tratamento das pessoas pode ser feito de modo cada vez mais personalizado. Esta personalização visa aumentar a eficiência no manejo dietético e/ou farmacológico e a segurança, diminuindo a probabilidade de ocorrência de efeitos adversos (7).

O segundo componente genômico propriamente dito engloba pesquisas nutrigenômicas, farmaocogenômicas e toxicogenômicas relacionadas aos efeitos universais dos geronto-fatores sobre o material genético. Os mecanismos pelo qual estes fatores atuam envolve o aumento ou a diminuição de RNAs e proteínas pelas células são denominados de **mecanismos de regulação da expressão gênica**. Uma vez que, alguns genes devem funcionar apenas em estágios específicos do desenvolvimento humano, e posteriormente eles devem ficar inativos, existem mecanismos químicos que verdadeiramente silenciam estes genes. Estes são os chamados **mecanismos epigenéticos**. A identificação destes mecanismos genômicos é de grande relevância em nível de saúde pública, uma vez que possibilita o desenvolvimento de estratégias preventivas e de promoção de saúde. Aqui podem ser fornecidos dois exemplos relacionados a área da nutrigenômica. O primeiro envolve a suplementação de gestantes com ácido fólico para evitar a ocorrência de anomalias congênitas do tubo neural, como é o caso da anencefalia. O segundo envolve estratégias de controle na oferta de alimentos industrializados ricos em açúcar e gorduras e de refrigerantes nas escolas com o objetivo de diminuir a incidência de obesidade na população infantil, que é considerada um acelerador do envelhecimento biológico, já que aumenta o risco de outras DCNTs, em especial as doenças cardiovasculares (7).

Emergência de estudos genômicos associados a geronto-fatores no Brasil

Até 1990, pesquisas relacionadas a biogerontologia e genética do envelhecimento eram bastante incipientes no Brasil. Entretanto, algumas investigações utilizando a mosca-das-frutas, *Drosophila melanogaster* como modelo experimental emergiram entre 1990 a 2000 no Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Tais investigações subsidiaram a premissa de que, o desenvolvimento biológico, incluindo o tempo de vida poderia ser diretamente modulado pela interação de fatores genético-ambientais. Cabe aqui destacar que, os conceitos genômicos anteriormente comentados ainda não estavam consolidados.

As investigações iniciais foram feitas em populações de *Drosophila* geneticamente selecionadas para diferentes velocidades de desenvolvimento ovo adulto, tratadas com vitamina D3, que é um hormônio produzido somente por animais vertebrados e com o extrato da planta *Solanum malacoxylon* que também produz um análogo glicosídico da vitamina D3. Posteriormente, outra investigação mostrou que a suplementação do meio de cultura das mosca-das-frutas com maçã ampliou a sobrevivência e longevidade deste modelo experimental. Além deste modelo experimental, posteriormente foram conduzidos estudos envolvendo a interação genética das mosca-das-frutas com o pesticida paraquat. Efeito na modulação de enzimas de moscas adultas e velhas da espécie *Anastrepha fraterculus* expostas ao pesticida organofosforado fention também foi observado (10, 13). Se estas pesquisas tivessem sido feitas na atualidade, as mesmas representariam estudos relacionados a genômica nutricional, farmacológica e toxicológica.

Tais resultados subsidiaram a implantação de pesquisas relacionadas a interação genético-ambiental em populações de idosos com diferentes características etnoculturais, incluindo indivíduos de origem italiana (Veranópolis-RS) (14, 16), japonesa (residentes em diversos municípios do RS e Santa Catarina) (17, 18), idosos gaúchos (com etnia mesclada) residentes em Gravataí-RS (19, 29).

O conjunto dos resultados destacou o efeito de quatro geronto-fatores principais que parecem atuar, de modo concomitante e sinérgico sobre o envelhecimento e longevidade humana via modulação genômica: dieta, atividade física, estresse psicoemocional e exposição a agentes farmaco-toxicológicos. Porém os mecanismos associados a ação destes geronto-fatores ainda precisavam ser mais bem elucidados. Este contexto das pesquisas impulsionou a criação, em 200 do grupo de pesquisa Biogenômica do Desenvolvimento e Envelhecimento no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq). Este grupo passou a desenvolver suas pesquisas no Laboratório de Biogenômica lotado no Departamento de Morfologia do Centro de Ciências da Saúde (UFSM).

No mesmo ano, em parceria com a Universidade Aberta da Terceira Idade da Universidade do Estado do Amazonas (UNATI/UEA) foram estabelecidos os primeiros estudos populacionais no Estado do Amazonas, em Programa de pesquisas denominado “Projeto Idoso da Floresta”. Este Programa de pesquisa passou a

agregar investigações conduzidas em colaboração com diversos grupos de pesquisas de mais de quinze universidades brasileiras e estrangeiras, com destaque a Universidade de Leon e Universidade de Barcelona (Espanha), Universidade de Toronto (Canadá), Universidade Metropolitana de Tóquio (Japão).

O Projeto Idoso da Floresta representou o primeiro estudo longitudinal voltado a investigação de indicadores de saúde e longevidade de idosos ribeirinhos que vivem no interior do Amazonas, especificamente no Município de Maués. A primeira fase do estudo ocorreu entre 2009 a 2019, onde a sobrevivência de 637 idosos incluídos na pesquisa foi acompanhada ao longo de dez anos. A escolha desta população foi baseada na análise de tendências demográficas entre 1990 a 2009 que mostraram uma prevalência consistente de idosos longevos (com 80 anos ou mais) maior em Maués (0.9%) em comparação com o Estado do Amazonas (0.5%).

O estudo mostrou que os idosos ribeirinhos de Maués tinham baixo acesso a serviços de saúde especializados, e as condições socioeconômicas e culturais eram bastante limitadas nas comunidades ribeirinhas de Maués espalhadas em uma área maior que 40 mil quilômetros quadradas, ocupada principalmente pela floresta, rios e igarapés. Apesar disto, surpreendentemente, os indicadores de saúde e funcionalidade dos idosos eram melhores do que os de Manaus e de outras populações do País, que serão posteriormente comentadas (30, 33).

Na medida que estes resultados foram sendo obtidos, a relevância da dieta consumida pelos idosos ficou mais clara, possivelmente por ter também uma ação atenuadora do efeito negativo de agentes xenobióticos, como é o caso de poluentes ambientais presentes em maior concentração na Amazônia. Este é o caso do metilmercúrio utilizado nas áreas de garimpo e que também é produzido pelo desmatamento. Análise dos níveis de mercúrio no sangue dos idosos ribeirinhos mostrou concentrações elevadas deste componente químico. Entretanto, também foi observado nível elevado de selênio, no sangue dos idosos que poderia estar atenuando os efeitos neurotóxicos relacionados a exposição ao metilmercúrio (35, 36).

Para identificar a dinâmica das interações nutri-farmaco-toxicogenômicas na modulação de marcadores associados ao envelhecimento biológico, ao longo dos últimos 10 anos o Laboratório de Biogenômica (UFSM) conduziu e colaborou em investigações com um caráter altamente interdisciplinar envolvendo protocolos

realizados em modelos experimentais *in vitro* (linhagens comerciais de células saudáveis e cancerosas) e modelos animais *in vivo* (roedores, verme nematodo *Caenorhabditis elegans*, *Drosophila melanogaster* e minhoca californiana *Eisenia fétida*). Além disto estudos populacionais e de ensaio clínico com seres humanos também têm sido conduzidos.

Modulação Nutri-farmaco-toxicogenômica do envelhecimento biológico: lições a partir de estudos relacionados a Dieta Amazônica

Ao contrário das evidências de que os idosos ribeirinhos tinham grande aptidão funcional possivelmente relacionada a uma atividade física moderada cotidiana (30), investigações genéticas conduzidas em Maués (muitas ainda não publicadas) não mostraram associação consistente com a idade e taxa de mortalidade destes idosos (31). É claro que não foi possível explorar em maior profundidade o efeito genético já que existe um número muito grande de genes que podem influenciar o tempo de vida. Por exemplo, o banco de dados denominado *GenAge* lista mais de 300 genes relacionados ao envelhecimento humano, enquanto outro banco de dados, o *Longevity Map* descreve a existência de, pelo menos, 500 genes associados ao envelhecimento biológico (37). Por outro lado, estes bancos também reforçam o papel de um estilo de vida saudável relacionado a uma boa saúde, o que ajudaria a impulsionar alguns indivíduos a alcançar idades tardias extremas (37).

Assim, investigações relacionadas a dieta ribeirinha passaram a ser estabelecidas, baseadas na hipótese de que a dieta teria a capacidade de modular o genoma dos indivíduos e desacelerar, deste modo, o envelhecimento biológico.

Entretanto, para entender melhor como este processo ocorre é importante que o próprio conceito de “genômica” seja aqui revisado. A genômica é considerada como um campo interdisciplinar da biologia com foco na estrutura, função, evolução, mapeamento e edição de genomas, sendo que o genoma é o conjunto completo de DNA de um organismo. Ou seja, o material genético da espécie. Em contraste com a genética que investiga variações individuais que são herdadas, a genômica busca caracterizar e quantificar todos os genes de um organismo (38).

Nestes termos, estudos genômicos em seres humanos passaram a ser fortemente produzidos a partir da conclusão do Projeto Genoma Humano (HPG) em 2003. O sequenciamento do genoma humano oportunizou estudos na área da genômica funcional aplicados a área da saúde e medicina, voltados a melhorias no diagnóstico, tratamento e prevenção de doenças. Entretanto, apesar de 99,9% dos seres humanos possuírem um genoma similar, existem milhões de diferenças inseridas nos 0,1%, cujas combinações tornam cada pessoa, praticamente um ser genético único. Esta variação representa um enorme desafio no estudo de características complexas como é o caso da longevidade e saúde humana (39).

Especialistas consideram que o conceito de nutrigenética envolvendo a interação entre nutrição e características genéticas que pode incidir na saúde das pessoas foi estabelecido há mais de 100 anos atrás pelo pesquisador inglês Archibald Garrot. Na ocasião Garrot produziu um estudo inovador envolvendo uma doença genética rara denominada alcaptonúria. Os indivíduos portadores desta doença têm uma pequena mutação no seu DNA que resulta que altera o metabolismo dos aminoácidos fenilalanina e tirosina. Esta alteração leva a produção do ácido homogentísico, que em concentrações elevadas é bastante tóxico ao organismo produzindo sintomas típicos desta enfermidade. Estes sintomas incluem urina escurecida, cera do ouvido azulada, dor e rigidez articulares, manchas na pele, surdez, pedras nos rins e problemas cardiovasculares (40).

Como a alcaptonúria não tem cura, a redução dos sintomas pode ser feita através da modificação da dieta, onde os seus portadores devem consumir menor quantidade de alimentos ricos em fenilalanina e tirosina, como é o caso da castanha-de-caju, amêndoas, castanha-do-Brasil, clara de ovo, cogumelos, banana, leite e do feijão. Por outro lado, a ingestão de alimentos ricos em vitamina C (principalmente frutas cítricas) parece reduzir o acúmulo de pigmentos escuros e o desenvolvimento da artrite que é comum nestes pacientes (40). Aproximadamente 60 anos depois, o pesquisador britânico Dr. Roper publicou um artigo intitulado “Determinação genética das necessidades nutricionais” que oportunizou uma nova maneira de pensar questões relacionadas com a interação entre genes e a dieta (41). Entretanto, apesar do trabalho de Roper representar um marco histórico das pesquisas nutrigenéticas, houve pouco progresso, até a conclusão do Projeto Genoma Humano (40).

Atualmente, os estudos relacionados a nutrigenética e nutrigenômica estão bastante intensificados (42). Entretanto, muito do conhecimento relacionado a nutrigenômica foi produzido a partir de estudos relacionados a identificação de dietas que contribuiriam para a manutenção da saúde e longevidade humana, em especial a Dieta do Mediterrâneo (MedDiet) (43).

A MedDiet foi reconhecida e definida pela primeira vez, pelo pesquisador Ancel Keys, ainda na década de sessenta. Este pesquisador caracterizou a MedDiet como sendo aquela em que ocorre baixo consumo usual de gordura saturada e rica em óleos vegetais, em especial azeite de oliva, que era consumida na Grécia e no Sul da Itália (43). Posteriormente, o projeto denominado *Seven Countries Study* descreveu que este padrão alimentar estava diretamente relacionado a redução no risco de doenças coronarianas em comparação com os países do norte da Europa e dos Estados Unidos. Aqui destaca-se que os indivíduos que participaram deste projeto foram acompanhados durante 25 anos (44, 45).

Nas últimas décadas pesquisas relacionadas a MedDiet levaram a um avanço na definição do seu padrão alimentar a que passou a ser caracterizado pelo: (1) alto consumo de verduras, frutas, cereais, legumes e frutos secos; (2) consumo relativamente alto de gorduras não saturadas, principalmente as encontradas no azeite de oliva; (3) consumo moderado ou alto de pescados e frutos do mar; (3) consumo moderado de aves e laticínios; (4) consumo moderado de bebidas alcóolicas, em especial vinho tinto; (5) consumo baixo de carne vermelhos e seus derivados (40, 42).

Estudos complementares em modelos experimentais *in vitro* e *in vivo*, e também a partir de ensaios clínicos mostraram que a MedDiet possuía ação antioxidante e anti-inflamatória e depurativa envolvendo a modulação diferencial de diversos tipos de genes (42). Uma destas pesquisas (Estudo *PREDIMED*) envolveu a realização de um ensaio clínico multicêntrico que avaliou o efeito da MedDiet na prevenção primária das doenças cardiovasculares em indivíduos que possuíam grande risco para o desenvolvimento destas enfermidades. Os participantes foram aleatoriamente distribuídos em um grupo controle que foi orientado a consumir uma dieta com baixa gordura e outros dois grupos orientados a consumir a MedDiet tradicional, sendo um foi suplementado com azeite de oliva virgem e outro com nozes.

Após três meses foram coletadas amostras de sangue e as células mononucleares (macrófagos e linfócitos) foram utilizadas para a realização das análises genômicas envolvendo 241 genes selecionados. Os pesquisadores observaram que a MedDiet associada a suplementação com azeite de oliva induziu mudanças na expressão dos genes relacionados a proteção contra doenças cardiovasculares confirmando a ação nutrigenômica da MedDiet (46).

Estudos paralelos também têm relatado o efeito nutrigenômico de outros componentes da dieta habitualmente consumida em países asiáticos, como o chá verde e produtos à base de soja (47, 48). Por este motivo, Wilcoxon e colaboradores sugeriram, que existiriam também outras dietas saudáveis e pró-longevidade, além da DietMed. Assim, estes autores descreveram a chamada “Dieta de Okinawa”, observada na ilha japonesa que tem este nome e que possui uma grande quantidade de centenários em comparação com o resto do Japão (48).

No caso, a Dieta de Okinawa relaciona-se com o consumo habitual de raízes e tubérculos (em especial batata doce), vegetais verdes e amarelos, alimentos a base de soja e plantas medicinais, como é o caso do chá verde e do ginseng. Nesta dieta, alimentos de origem marinha, carnes magras, frutas, especiarias, e bebidas alcóolicas são moderadamente consumidos. Os autores também salientaram que esta dieta estaria associada a ação antioxidante e anti-inflamatória, reduzindo assim o risco de DCNTs (48).

Até a década de 2010 existiam alguns estudos que sugeriram o potencial efeito benéfico de uma dieta pré-Colombiana na saúde humana, que poderia proteger a população ribeirinha dos efeitos nefastos de poluentes ambientais como o metilmercúrio (49). Porém, não existiam estudos com foco específico neste tema. Com base nestes estudos e nos resultados obtidos no acompanhamento dos idosos ribeirinhos de Maués, Ribeiro e Cruz (52) realizaram uma revisão da literatura relacionada a evidências científicas publicadas sob a forma de artigos científicos, dissertações e teses relacionadas as propriedades biológicas de 20 frutos amazônicos consumidos no interior da Amazônia.

Os resultados desta revisão publicada sob a forma de livro, apoiaram a existência de uma Dieta Amazônica baseada no consumo de elementos dietéticos

oriundos ainda do período pré-Colombiano e que já não eram mais identificados em outras regiões do Brasil.

A Dieta Amazônica envolve o consumo habitual de uma grande quantidade de frutos e peixes, que variam de acordo com a sua disponibilidade sazonal, associada ao consumo de subprodutos oriundos principalmente da mandioca e do milho. A ingestão cotidiana de laticínios, carnes (aves e gado) e carboidratos simples (pão, massas, etc.) também é muito baixa na Dieta Amazônica, dada a dificuldade na obtenção destes alimentos pelas comunidades ribeirinhas. Aqui deve ser salientado que, alguns frutos nativos da Dieta Amazônica já são altamente consumidos em nível mundial, com destaque para os produtos do cacau (chocolate), abacaxi e maracujá. Outros produtos à base de frutos amazônicos também estão alocados no mercado internacional, como é o caso do guaraná e, mais recentemente do açaí e da castanha-do-Brasil (52).

Com base nesta revisão de literatura, e de um primeiro estudo epidemiológico que sugeriu ser o consumo habitual do guaraná pelos idosos ribeirinhos de Maués um fator protetor ao aparecimento de riscos cardiovasculares (53), em 2013 o Laboratório de Biogenômica (UFSM) implantou, em parceria com a UNATI/UEA um programa de pesquisas complementares denominado **Projeto Dieta Amazônica** voltado a elucidação dos efeitos e mecanismos biológicos relacionados ao consumo de frutos amazônicos. O projeto também incluiu a análise dos frutos amazônicos sobre efeitos adversos de fármacos e efeitos toxicológicos de poluentes ambientais. O Projeto Dieta Amazônica tem envolvido um conjunto consistente de pesquisadores da própria UFSM e a parceria com grupos de pesquisa de outras universidades brasileiras e internacionais. Além disto, resultados produzidos pelo Projeto Dieta Amazônica têm sido amplamente veiculados pelos meios de comunicação social, que creditaram a identificação e caracterização desta Dieta aos coordenadores da pesquisa.

Paralelo ao desenvolvimento dos estudos que consolidaram a genômica nutricional, tem sido também conduzidas investigações relacionadas a genômica farmacológica e toxicológica com produção de um número consistente de artigos científicos envolvendo principalmente aspectos farmacogenéticos, farmacogenômicos, toxicogenéticos e toxicogenômicos relacionados a uma variante do gene da enzima antioxidante superóxido dismutase (SOD2) que aumenta o risco

de DCNTs via alteração no metabolismo oxidativo e inflamatório (54, 59) em interação com fármacos como o metotrexato (60), citrato de clomifeno (61), brometo de piridostigmina (62, 65), rosuvastatina (66) e poluentes ambientais como o metilmercúrio (67), rotenona (68), radiação ultravioleta (69), campos magnéticos estáveis (70).

Entretanto, investigações adicionais sugeriram que grande parte dos efeitos oxidativos e inflamatórios associados a fármacos ou poluentes, e intensificados ou não pelo polimorfismo do gene da SOD2 poderiam ser atenuados pela suplementação com frutos da Dieta Amazônica ou suas principais moléculas bioativas estudadas de modo isolado ou combinado.

Entre estes destaca-se o efeito do guaraná, que foi capaz de reverter a toxicidade gerada pelo fármaco nitroprussiato sódico, pelo paraquat, cloreto de carbono, vincristina, ao antipsicótico ziprasidona, a lipotoxicidade induzida pela exposição de roedores ao Poloxamer-407, ao cetoprofeno (71, 77). Além disto, o guaraná mostrou apresentou potencial ação antitumoral (78, 79), e aumento da eficácia in vitro de sete quimioterápicos utilizados no tratamento de câncer de mama (80).

Efeito antiinflamatório via modulação da expressão de genes de citocinas pró-inflamatórias (81), e do sistema purinérgico (82) e capacidade de reversão de indicadores de senescência proliferativa de culturas de células-tronco obtidas de lipoaspirados humanos (83). Ação anti-envelhecimento também foi descrita no modelo *C.elegans* cultivado com meio suplementado com guaraná (84). Neste mesmo modelo, o guaraná apresentou ação neuroprotetora quando os animais foram expostos a proteína beta-amilóide que é produzida ao longo da doença de Alzheimer (85). Tanto em roedores quanto em seres humanos a suplementação com guaraná foi capaz de atenuar marcadores associados a hipercolesterolemia (82, 86).

O guaraná também foi capaz de atuar os efeitos toxicológicos e as alterações no ritmo de sono-vigília de *Drosophila* expostas ao metilmercúrio (87), e aumentar a viabilidade de espermatozóides humanos congelados e descongelados (88) e apresentar atividade anti-hemolítica. Estudos complementares descreveram o potencial uso do guaraná em nanoformulados (lipossomas) com potencial ação antihemolítica (89).

Com base nestes resultados e em outros estudos conduzidos com os frutos amazônicos açaí, castanha-do-Brasil, tucumã e cubiu, que não são aqui detalhados em maior profundidade foi possível inferir que, existe uma ação integrada sobre a modulação bioquímica, fisiológica e genômica do estresse oxidativo e da resposta inflamatória que envolve alimentos, fármacos e poluentes.

Estes resultados levaram a inferência de que a interação entre geronto-fatores via modulação genômica (nutri-farmaco-toxicogenômica) impactaria o envelhecimento biológico, saúde e longevidade. Os principais mecanismos e as perspectivas de utilização destas informações para o desenvolvimento de estratégias de promoção de saúde são sintetizados a seguir:

- (1) ao longo do envelhecimento aumenta o risco de desbalanço oxidativo, que gera oxidação continuada de macromoléculas (DNA, proteínas, carboidratos e lipídios) causando genotoxicidade, e danos estruturais e funcionais cumulativos nas células e tecidos;
- (2) a ocorrência de disfunções de organelas celulares pode levar a diminuição na taxa de limpeza de resíduos metabólicos, que passam a se acumular no interior e exterior das células e que podem induzir e manter estados inflamatórios crônicos. O processo de limpeza destes resíduos metabólicos é feito pelos lisossomos e denominado autofagia.
- (3) O acúmulo dos resíduos metabólicos denominados DAMPs (da sigla inglesa de “padrões moleculares associados a danos”) atrai células imunes para o local (em especial macrófagos) ativando uma resposta inflamatória, similar a que ocorre quando o organismo sofre um trauma físico, que produz uma lesão. Os resíduos das células mortas são limpos do local via fagocitose feita pelos macrófagos.
- (4) Quando ocorre uma lesão, após a limpeza dos resíduos feita pelos macrófagos pró-inflamatórios M1, estes mudam o seu estado para macrófagos anti-inflamatórios M2 que estimulam a regeneração ou cicatrização de tecido lesado. Entretanto, como as DAMPs são continuamente produzidas pelas células danificadas, que não conseguem limpar estas moléculas do meio intra e extracelular, os macrófagos pró-

inflamatórios M1 passam a estar permanentemente ativados. Esta ativação continuada leva a um estado de “inflamação crônica estéril” que contribui para o desenvolvimento de disfunções, deficiências e DCNTs (7, 8, 34).

- (5) Geronto-fatores benéficos como moléculas bioativas presentes na Dieta Amazônica poderiam atuar diminuindo inicialmente o estresse oxidativo, via ação antioxidante e interrompendo processos de inflamação crônica via inibição na produção de RNAs e proteínas de moléculas pró-inflamatórias (citocinas e quimocinas) e ativação na produção de RNAs e proteínas de moléculas anti-inflamatórias que induziriam o término da inflamação e a regeneração tecidual.
- (6) Geronto-fatores negativos associados ao efeito adverso de fármacos ou tóxicos de poluentes ambientais poderiam acelerar a ocorrência de estados oxidativos iniciais, que por sua vez causariam danos estruturais e funcionais e o estabelecimento de estados inflamatórios crônicos;
- (7) Geronto-fatores positivos presentes na Dieta Amazônica poderiam atenuar os efeitos negativos de fármacos e poluentes ambientais e também atenuar os processos oxidativo-inflamatórios que são amplificados ao longo da vida contribuindo assim na desaceleração do envelhecimento biológico via diminuição das disfunções, deficiências e DCNTs;
- (8) Os resultados relacionados a Dieta Amazônica, que até agora foram obtidos abrem perspectiva para o desenvolvimento de produtos inovadores relacionados a suplementação de populações especiais com a perspectiva de promoção de saúde ampliando o tempo de vida livre de disfunções, deficiências e DCNTs.

Conclusão e perspectivas

O conjunto dos resultados produzidos, e que envolvem direta e indiretamente a Dieta Amazônica corrobora a importância dos aspectos nutri-farmacotoxicogenômicos como geronto-fatores que podem incidir positiva ou negativamente sobre o envelhecimento biológico, saúde e longevidade humana. Além disto abrem a perspectiva para a realização de investigações voltadas a pesquisa e inovação

tecnológica relacionadas a produtos a base dos frutos e chás produzidos na Região Norte e também na Região Sul do Brasil, como é o caso da uva e da maçã.

Neste momento, já foram implementados, no Laboratório de Biogenômica (UFSM) estudos complementares envolvendo o impacto do estresse psicossocial no envelhecimento biológico e o potencial papel nutrigenômico e nutrigenético na atenuação deste geronto-fator, que aumenta o risco de disfunções e DCNTS, principalmente doenças neurodegenerativas e psiquiátricas como o Alzheimer e a depressão. Este representa o novo desafio nas pesquisas do Grupo de Pesquisas Biogenômica do Desenvolvimento e Envelhecimento da UFSM para os próximos anos.

Agradecimentos

A autora agradece a todos os alunos e pesquisadores que participaram e participam dos estudos envolvendo a Dieta Amazônica, saúde e longevidade, e o apoio as pesquisas das agências financiadoras: CNPq, FAPERGS e FAPEAM.

Referências

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Ageing 2019. ST/ESA/SER.A/348. 46p.
2. Neumann LTV, Albert SM. Aging in Brazil. *Gerontologist*. 2018;58(4):611–7
3. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em: [Estimativas da População | IBGE](#) (27/12/2020)
4. James SL, Abate D, Abate KH, Abay SM, Abbafati C, Abbasi N, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 Diseases and Injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*. 2018;392(10159):1789–858.
5. Xia X, Han JDJ. Systems biology in aging research. *In: Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2018, v. 1086, p. 1–15.
6. Sebastiani P, Perls TT. The genetics of extreme longevity: Lessons from the new england centenarian study. *Frontiers in Genetics*. 2012; v.3.

7. Cruz, I B M. Genetics of Aging and Its Impact on Human Longevity: Theories and Evidences That Helps to Prevent Age-Associated Diseases. PAJAR - Pan American Journal of Aging Research, 2015; 2 (1): 3-14.
8. Kaplanis J, Gordon A, Shor T, Weissbrod O, Geiger D, Wahl M, et al. Quantitative analysis of population-scale family trees with millions of relatives. Science. 2018;360(6385):171–5.
9. Franceschi C, Garagnani P, Parini P, Giuliani C, Santoro A. Inflammaging: a new immune–metabolic viewpoint for age-related diseases. Nature Reviews Endocrinology. 2018 (57): 576–90.
10. Cruz IBM, Deoliveira AK. Esterase Isoenzyme Analysis Of 4 Ontogenic Stages Of *Drosophila-Melanogaster* Populations Selected For Fast and Slow Developmental Time and Treated With Vertebrate and Plant Steroids. Brazilian Journal Of Genetics. 1996;19(1):33–42.
11. Cunha GL Da, Mânica Da Cruz IB, Fiorino P, De Oliveira AK. Paraquat resistance and starvation conditions in the selection for longevity extremes in *Drosophila melanogaster* populations previously selected for long and short developmental period. Developmental Genetics. 1995;17(4):352–61.
12. Cruz IBM, Humeres E, Oliveira AK. Toxicity of fenthion to *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera:Tephritidae): dose response analysis. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 2006;26(3):471–9.
13. Humeres E, Da Cruz IBM, Oliveira AK de. Age and time exposure-related toxicity of fenthion to male and female *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 2006;28(2):285–92.
14. Schwanke CHA, da Cruz IBM, Leal NF, Scheibe R, Moriguchi Y, Moriguchi EH. Analysis of the association between apolipoprotein E polymorphism and cardiovascular risk factors in an elderly population with longevity. Arquivos brasileiros de cardiologia. 2002;78(6):561–79.
15. Cruz IB, Almeida MS, Schwanke CH, Moriguchi EH. Obesity prevalence among oldest-old and its association with risk factors and cardiovascular morbidity. Revista da Associacao Medica Brasileira (1992). 2004;50(2).
16. Marafon LP, da Cruz IB, Schwanke CH, Moriguchi EH. Cardiovascular mortality predictors in the oldest old. Cadernos de Saude Pública / Ministerio da Saude, Fundacao Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saude Publica. 2003;19(3):15-19.
17. Terra N, Moriguchi Y, Bittencourt L, Trois RS, Piccoli JEC, Cruz IBM. Apolipoprotein e polymorphism in elderly Japanese-Brazilian immigrants does not explain the reduced cardiovascular risk factor incidence. Genetics and Molecular Research. 2011;10(3):

18. Cruz IBM, Oliveira G, Taufer M, Leal NF, Schwanke CH, Glock L, et al. Angiotensin I-Converting Enzyme Gene Polymorphism in Two Ethnic Groups Living in Brazil's Southern Region: Association With Age. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2003;58(9):M851–6.
19. Taufer M, Peres A, Moraes De Andrade V, De Oliveira G, Sá G, Pazzato Do Canto ME, et al. Is the Va116A1a manganese superoxide dismutase polymorphism associated with the aging process? *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*. 2005;60(4):432–8.
20. Prado-Lima PS, Cruz IBM, Schwanke CHA, Netto CA, Licinio J. Human food preferences are associated with a 5-HT2A serotonergic receptor polymorphism [2]. *Molecular Psychiatry*. 2006;11(10).
21. Gottlieb MG, Schwanke CH, Santos AF, Jobim PF, Müssel DP, da Cruz IB. Association among oxidized LDL levels, MnSOD, apolipoprotein E polymorphisms, and cardiovascular risk factors in a south Brazilian region population. *Genetics and molecular research : GMR*. 2005;4(4).
22. Piccoli JCE, Gottlieb MG, Castro L, Bodanese LC, Manenti ERF, Bogo MR, et al. Association between 894G>T endothelial nitric oxide synthase gene polymorphisms and metabolic syndrome. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*. 2008;52(8).
23. Schwanke CHA, Bittencourt L, Noronha JAP, Augustin SAJ, Jung IE, Cruz IBM. Is there an association between T102C polymorphism of the serotonin receptor 2A gene and urinary incontinence? *Brazilian Journal of Medical and Biological Research [Internet]*. 2007;40(10):1315–22.
24. Noronha JAP, Schwanke CHA, MacHado DC, Braga R, Lubianca JM, Sesti FL, et al. Association between T102C polymorphism of serotonin 2A receptor gene and urinary incontinence in older women. *Journal of Investigative Medicine*. 2010;58(1).
25. Montano MAE, Barrio Lera JP, Gottlieb MG, Schwanke CHA, Rocha MIUM, Manica-Cattani MF, et al. Association between manganese superoxide dismutase (MnSOD) gene polymorphism and elderly obesity. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 2009;328(1–2):33–40.
26. Jobim PFC, Prado-Lima PAS, Schwanke CHA, Giugliani R, Cruz IBM. The polymorphism of the serotonin-2A receptor T102C is associated with age. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2008;41(11):1018–23.
27. Prado-Lima PAS, Chatkin JM, Taufer M, Oliveira G, Silveira E, Neto CA, et al. Polymorphism of 5HT2A serotonin receptor gene is implicated in smoking addiction. *American Journal of Medical Genetics*. 2004;128B(1):90–3.

28. Gottlieb MGV, Bodanese LC, Leite LEA, Schwanke CHA, Piccoli J da CE, Rocha MI de UM da, et al. Association Between the Gln223Arg Polymorphism of the Leptin Receptor and Metabolic Syndrome in Free-Living Community Elderly. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*. 2009;7(4):341–8.
29. Manica-Cattani MF, Bittencourt L, Rocha MIU, Algarve TD, Bodanese LC, Rech R, et al. Association between interleukin-1 beta polymorphism (+3953) and obesity. *Molecular and Cellular Endocrinology*. 2010;314(1).
30. Maia Ribeiro EA, Ribeiro EE, Viegas K, Teixeira F, Dos Santos Montagner GFF, Mota KM, et al. Functional, balance and health determinants of falls in a free living community Amazon riparian elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2013;56(2):350–7.
31. Silva TO, Jung I, Trott A, Bica CG, Casarin JN, Fortuna PC, et al. Association between T102C 5-HT2A receptor gene polymorphism and 5-year mortality risk among Brazilian Amazon riparian elderly population. *American Journal of Human Biology*. 2017;29(5).
32. Silva TO, Jung IEC, Moresco RN, Barbisan F, Ribeiro EE, Ribeiro EAM, et al. Association between advanced oxidation protein products and 5-year mortality risk among Amazon riparian elderly population. *Free Radical Research*. 2015;49(2):204–9.
33. Antonini TC, De Paz JA, Ribeiro EE, Brito E, Mota KS, Silva TL, et al. Impact of functional determinants on 5.5-year mortality in Amazon riparian elderly. *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*. 2016;40(1).
34. Cruz IBM e Barbisan F. Genética e Epigenética no Envelhecimento Biológico. In *Manual de Geriatria e Gerontologia Clínica* (eds. Terra NL, Cataldo Neto A, Portuguese MW, Crippa A). 2020, EDIPUCRS, Porto Alegre.
35. Algarve TD, Assmann CE, Aigaki T, da Cruz IBM. Parental and preimaginal exposure to methylmercury disrupts locomotor activity and circadian rhythm of adult *Drosophila melanogaster*. *Drug and Chemical Toxicology*. 2020;255–65.
36. Algarve TD, Assmann CE, Cadoná FC, Machado AK, Manica-Cattani MF, Sato-Miyata Y, et al. Guarana improves behavior and inflammatory alterations triggered by methylmercury exposure: an in vivo fruit fly and in vitro neural cells study. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019;26(15):15069–83.
37. Finkel T. The metabolic regulation of aging. Vol. 21, *Nature Medicine*. 2015. p. 1416–23.
38. National Human Genome Research Institute. All About The Human Genome Project (HGP) [Internet]. National Human Genome Research Institute. 2015. p. 1. Available from: <http://www.genome.gov/10001772>

39. Hindorff LA, Bonham VL, Brody LC, Ginoza MEC, Hutter CM, Manolio TA, et al. Prioritizing diversity in human genomics research. Vol. 19, *Nature Reviews Genetics*. 2018. p. 175–85.
40. Mathers JC. Nutrigenomics in the modern era. In: *Proceedings of the Nutrition Society*. 2017. p. 265–75.
41. Roper JA. Genetic determination of nutritional requirements. *Proceedings of the Nutrition Society*. 1960;19(1):39–45.
42. Serra-Majem L, Ortiz-Andrellucchi A. La dieta mediterránea como ejemplo de una alimentación y nutrición sostenibles: enfoque multidisciplinar. *Nutricion hospitalaria*. 2018;35(4):96–101.
43. Davis C, Bryan J, Hodgson J, Murphy K. Definition of the mediterranean diet: A literature review. Vol. 7, *Nutrients*. 2015. p. 9139–53.
44. Menotti A, Kromhout D, Blackburn H, Fidanza F, Buzina R, Nissinen A. Food intake patterns and 25-year mortality from coronary heart disease: Cross-cultural correlations in the Seven Countries Study. *European Journal of Epidemiology*. 1999;15(6):507–15.
45. Kromhout D, Menotti A, Bloemberg B, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, et al. Dietary saturated and transfatty acids and cholesterol and 25-year mortality from coronary heart disease: The seven countries study. *Preventive Medicine*. 1995;24(3):308–15.
46. Castañer O, Corella D, Covas MI, Sorlí J V., Subirana I, Flores-Mateo G, et al. In vivo transcriptomic profile after a Mediterranean diet in high-cardiovascular risk patients: A randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2013;98(3):845–53.
47. Afzal M, Safer AM, Menon M. Green tea polyphenols and their potential role in health and disease. Vol. 23, *Inflammopharmacology*. 2015. p. 151–61.
48. Willcox DC, Willcox BJ, Todoriki H, Suzuki M. The okinawan diet: Health implications of a low-calorie, nutrient-dense, antioxidant-rich dietary pattern low in glycemic load. Vol. 28, *Journal of the American College of Nutrition*. 2009. p. 500S-516S.
49. Dufour DL, Piperata BA, Murrieta RSS, Wilson WM, Williams DD. Amazonian foods and implications for human biology. Vol. 43, *Annals of Human Biology*. 2016. p. 330–48.
50. Ribeiro EE, Maia-Ribeiro EA, Brito E, Viegas K, Motta KMS, Rocha MIUM, Belló C, Montagner FGS, Manica-Cattani MF, Trindade LS, Algarve TD, Cruz iBM, Aspects of the health of Brazilian elderly living in a riverine municipality of Amazon Rainforest. *Revista Amazonense de Geriatria e Gerontologia*, 1:2-15, 2013.

51. Maia Ribeiro EA, Ribeiro EE, Viegas K, Teixeira F, Dos Santos Montagner GFF, Mota KM, et al. Functional, balance and health determinants of falls in a free living community Amazon riparian elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2013;56(2):350–7.
52. Ribeiro e Cruz. *Dieta Amazônica: saúde e longevidade*. Ed. Amazônia, Manaus, 2010; 176p.
53. Costa Krewer C, Ribeiro EE, Ribeiro EAM, Moresco RN, De Ugalde Marques Da Rocha MI, Dos Santos Montagner GFF, et al. Habitual intake of Guaraná and metabolic morbidities: An epidemiological study of an elderly amazonian population. *Phytotherapy Research*. 2011;25(9):1367–74.
54. Metzger IF, Souza-Costa DC, Tanus-Santos JE. *Farmacogenética: Princípios, aplicações e perspectivas*. In: *Medicina*. 2006. p. 515–21.
55. Saito Y, Stamp LK, Caudle KE, Hershfield MS, McDonagh EM, Callaghan JT, et al. CPIC: Clinical Pharmacogenetics Implementation Consortium of the Pharmacogenomics Research Network. Vol. 99, *Clinical Pharmacology and Therapeutics*. 2016. p. 36–7.
56. Morgan ET, Dempsey JL, Mimche SM, Lamb TJ, Kulkarni S, Cui JY, et al. Physiological regulation of drug metabolism and transport: Pregnancy, microbiome, inflammation, infection, and fasting. In: *Drug Metabolism and Disposition*. 2018. p. 503–13.
57. Barbisan F, Azzolin VF, Ribeiro EE, Duarte MMMF, Da Cruz IBM. The in Vitro Influence of a Genetic Superoxide-Hydrogen Peroxide Imbalance on Immunosenescence. *Rejuvenation Research*. 2017;20(4).
58. Bresciani G, González-Gallego J, da Cruz IB, de Paz JA, Cuevas MJ. The Ala16Val MnSOD gene polymorphism modulates oxidative response to exercise. *Clinical Biochemistry*. 2013;46(4–5):335–40.
59. Bresciani G, da Cruz IBM, González-Gallego J. Manganese superoxide dismutase and oxidative stress modulation. Vol. 68, *Advances in Clinical Chemistry*. 2015. 87–130 p.
60. Barbisan F, De Rosso Motta J, Trott A, Azzolin V, Dornelles EB, Marcon M, et al. Methotrexate-related response on human peripheral blood mononuclear cells may be modulated by the Ala16Val-SOD2 gene polymorphism. *PLoS ONE*. 2014;9(10).
61. Costa F, Dornelles E, Mânica-Cattani MF, Algarve TD, De Souza Filho OC, Sagrillo MR, et al. Influence of Val16Ala SOD2 polymorphism on the in-vitro effect of clomiphene citrate in oxidative metabolism. *Reproductive BioMedicine Online*. 2012;24(4):474–81.
62. Azzolin VF, Barbisan F, Teixeira CF, Pillar D, Mastella MH, Duarte T, et al. The Val16Ala-SOD2 polymorphism affects cyto-genotoxicity of pyridostigmine bromide

- on human peripheral blood mononuclear cells. *Toxicology in Vitro*. 2019;60:237–44.
63. Azzolin VF, Barbisan F, Lenz LS, Teixeira CF, Fortuna M, Duarte T, et al. Effects of Pyridostigmine bromide on SH-SY5Y cells: An in vitro neuroblastoma neurotoxicity model. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. 2017;823:1–10.
 64. Barbisan F, Azzolin VF, Monteiro GC, Teixeira CF, Mastella MH, Bueno V, et al. Genetic or pharmacological superoxide-hydrogen peroxide imbalances modulate the in vitro effects of lithium on glycogen synthase kinase-3 β . *Gene*. 2018;655:48–55.
 65. Duarte T, Barbisan F, do Prado-Lima PAS, Azzolin VF, da Cruz Jung IE, Duarte MMMF, et al. Ziprasidone, a second-generation antipsychotic drug, triggers a macrophage inflammatory response in vitro. *Cytokine*. 2018;106:101–7.
 66. Duarte T, Da Cruz IBM, Barbisan F, Capelleto D, Moresco RN, Duarte MMMF. The effects of rosuvastatin on lipid-lowering, inflammatory, antioxidant and fibrinolytics blood biomarkers are influenced by Val16Ala superoxide dismutase manganese-dependent gene polymorphism. *Pharmacogenomics Journal*. 2016;16(6):501–6.
 67. Algarve TD, Barbisan F, Ribeiro EE, Duarte MMMF, Mânica-Cattani MF, Mostardeiro CP, et al. In vitro effects of Ala16Val manganese superoxide dismutase gene polymorphism on human white blood cells exposed to methylmercury. *Genetics and Molecular Research*. 2013;12(4):5134–44.
 68. Jung IEC, Assmann CE, Mastella MH, Barbisan F, Ruraro RAS, Roggia I, Turra BO, Chitolina B, Oliveira AA, Teixeira CF, Azzolin VF, Ribeiro EE, Duarte MMFM, Cruz IBM. Superoxide-anion triggers impairments of immune efficiency and stress response behaviors of *Eisenia fetida* earthworms. *Chemosphere*. 2020:128712.
 69. dos Santos Montagner GFF, Sagrillo M, Machado MM, Almeida RC, Mostardeiro CP, Duarte MMMF, et al. Toxicological effects of ultraviolet radiation on lymphocyte cells with different manganese superoxide dismutase Ala16Val polymorphism genotypes. *Toxicology in Vitro*. 2010;24(5).
 70. Dornelles EB, Goncalves BD, Schott KL, Barbisan F, Unfer TC, Glanzner WG, et al. Cytotoxic effects of moderate static magnetic field exposure on human periphery blood mononuclear cells are influenced by Val16Ala-MnSOD gene polymorphism. *Environmental Science and Pollution Research*. 2017;24(5):5078–88.
 71. Bittencourt LS, Machado DC, Machado MM, Dos Santos GFF, Algarve TD, Marinowic DR, et al. The protective effects of guaraná extract (*Paullinia cupana*) on fibroblast NIH-3T3 cells exposed to sodium nitroprusside. *Food and Chemical Toxicology*. 2013;53:119–25.

72. Bonadiman B da SR, Cadoná FC, Assmann CE, Weis GCC, de Oliveira Alves A, Duarte MF, et al. Guarana (*Paullinia cupana*): Cytoprotective effects on age-related eye dysfunction. *Journal of Functional Foods*. 2017;36:375–86.
73. Kober H, Tatsch E, Torbitz VD, Cargnin LP, Sangoi MB, Bochi GV, et al. Genoprotective and hepatoprotective effects of Guarana (*Paullinia cupana* Mart. var. *sorbilis*) on CCL₄ induced liver damage in rats. *Drug and Chemical Toxicology*. 2016;39(1).
74. Veloso CF, Machado AK, Cadoná FC, Azzolin VF, Cruz IBM, Silveira AF. Neuroprotective Effects of Guarana (*Paullinia cupana* Mart.) against Vincristine in Vitro Exposure. *The journal of prevention of Alzheimer's disease*. 2018;5(1):65–70.
75. Duarte T, Barbisan F, da Cunha BSN, Azzolin VF, Turra BO, Duarte MMMF, et al. The Influence of a Xanthine-Catechin Chemical Matrix on in vitro Macrophage-Activation Triggered by Antipsychotic Ziprasidone. *Inflammation*. 2019;9:15–25.
76. Ruchel JB, Bernardes VM, Braun JBS, Manzoni AG, Passos DF, Castilhos LG, et al. Lipotoxicity-associated inflammation is prevented by guarana (*Paullinia cupana*) in a model of hyperlipidemia. *Drug and Chemical Toxicology*. 2019
77. Belló C, Prestes AP, Shemberger JA, Hacke ACM, Pereira RP, Manente FA, Carlos IZ, Andrade CR, Fernandes D, Cruz IBM, Unfer TC, Velloso JCR. Aqueous extract of *Paullinia cupana* attenuates renal and hematological effects associated with ketoprofen. *J Food Biochemistry*, 2020; e13560.
78. Cadoná F, Kolinski Machado A, Farina Azzolin V, Barbisan F, Bortoluzzi Dornelles E, Glanzner W, et al. Guarana a Caffeine-Rich Food Increases Oxaliplatin Sensitivity of Colorectal HT-29 Cells by Apoptosis Pathway Modulation. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*. 2016;16(8):1055–65.
79. Cadoná FC, Rosa JL, Schneider T, Cubillos-Rojas M, Sánchez-Tena S, Azzolin VF, et al. Guaraná, a Highly Caffeinated Food, Presents in vitro Antitumor Activity in Colorectal and Breast Cancer Cell Lines by Inhibiting AKT/mTOR/S6K and MAPKs Pathways. *Nutrition and Cancer*. 2017;69(5):800–10.
80. Hertz E, Cadoná FC, Machado AK, Azzolin VF, Holmrich S, Assmann CE, Cruz IBM. Effect of *Paullinia cupana* on MCF-7 breast cancer cell response to chemotherapeutic drugs. *Molecular and Clinical Oncology*. 2015;3(1):37–43.
81. Krewer CDC, Suleiman L, Frescura Duarte MMM, Ribeiro EE, Mostardeiro CP, Echart Montano MA, et al. Guaraná, a supplement rich in caffeine and catechin, modulates cytokines: Evidence from human in vitro and in vivo protocols. *European Food Research and Technology*. 2014;239(1):49–57.

82. Ruchel JB, Rezer JFP, Thorstenberg ML, Dos Santos CB, Cabral FL, Lopes STA, et al. Hypercholesterolemia and Ecto-enzymes of Purinergic System: Effects of Paullinia cupana. *Phytotherapy Research*. 2016;30(1):49–57.
83. Machado AK, Cadoná FC, Azzolin VF, Dornelles EB, Barbisan F, Ribeiro EE, et al. Guaraná (Paullinia cupana) improves the proliferation and oxidative metabolism of senescent adipocyte stem cells derived from human lipoaspirates. *Food Research International*. 2015;67:426–33.
84. Arantes LP, Machado ML, Zamberlan DC, da Silveira TL, da Silva TC, da Cruz IBM, et al. Mechanisms involved in anti-aging effects of guarana (Paullinia cupana) in *Caenorhabditis elegans*. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2018;51(9).
85. Zamberlan DC, Arantes LP, Machado ML, da Silveira TL, da Silva AF, da Cruz IBM, et al. Guarana (Paullinia cupana Mart.) protects against amyloid- β toxicity in *Caenorhabditis elegans* through heat shock protein response activation. *Nutritional Neuroscience*. 2020;444–54.
86. Portella RDL, Barcelos RP, Da Rosa EJF, Ribeiro EE, Da Cruz IBM, Suleiman L, et al. Guaraná (Paullinia cupana Kunth) effects on LDL oxidation in elderly people: An in vitro and in vivo study. *Lipids in Health and Disease*. 2013;12(1).
87. Algarve TD, Assmann CE, Cadoná FC, Machado AK, Manica-Cattani MF, Sato-Miyata Y, et al. Guarana improves behavior and inflammatory alterations triggered by methylmercury exposure: an in vivo fruit fly and in vitro neural cells study. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019;26(15):15069–83.
88. Werner C, Cadoná FC, Da Cruz IBM, Flôres ERDS, Machado AK, Fantinel MR, et al. A chemical compound based on methylxanthine-polyphenols lowers nitric oxide levels and increases post-thaw human sperm viability. *Zygote*. 2017;25(6):719–30.
89. Roggia I, Dalcin AJF, Ourique AF, da Cruz IBM, Ribeiro EE, Mitjans M, et al. Protective effect of guarana-loaded liposomes on hemolytic activity. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2020;187.

A PRÁTICA ETNOGRÁFICA E SEUS DILEMAS: ÉTICA, ESCRITA E PUBLICAÇÕES

Maria Catarina Chitolina Zanini¹

Resumo

Esta palestra tem por objetivo refletir acerca da prática etnográfica ao longo do tempo da constituição da Antropologia enquanto ciência. Pretende-se analisar também os desafios que, historicamente, foram colocados ao fazer etnográfico e seus desdobramentos. Do contexto colonizador, no qual se consolidou, até as relações virtuais que se apresentam hoje, a prática etnográfica teve que rever a posição sujeito/objeto nas pesquisas, bem como os lugares postulados ao pesquisador e aos pesquisados. Técnicas, formas e atitudes deste fazer foram revisitadas no tempo e no espaço das pesquisas. Amadurecendo em discussões éticas e de responsabilidade acerca das populações e grupos estudados, a Antropologia, enquanto ciência, também se refez por meio da prática etnográfica.

Palavras-chave: Antropologia. Etnografia. Ética.

A prática etnográfica: ontem e hoje

As pesquisas etnográficas costumam estar marcadas por certo tom de artesanato, de ajustes, incertezas, imprevistos e rearranjos próprios das interações humanas e dos ritmos da vida. Nem sempre os calendários entre pesquisadores e pesquisados fecham, nem nossos interlocutores estarão disponíveis para nossas agendas acadêmicas e pessoais e para a lógica dos prazos acadêmicos. O fazer etnográfico tem o desafio das pesquisas qualitativas que lidam com muitas variáveis, alternâncias, com seres humanos nos ciclos de suas existências, complexidades e particularidades. É importante também, antes de partirmos para a pesquisa empírica “in loco”, que tenhamos estudado bastante os indivíduos e coletivos que pretendemos conhecer e que estejamos muito bem preparados em nível teórico e metodológico. Para, dessa forma, melhor compreendermos as “estruturas de significado” (GEERTZ, 1989) presentes nos universos que almejamos pesquisar e o sentido que os

¹ Professora Titular do Departamento de Ciências Sociais da UFSM (Universidade Federal de Santa Maria). Pesquisadora Pq2 CNPq.

interlocutores a esses atribuem. Precisamos nos fazer entender e também sermos compreendidos em nossas perguntas e demandas de pesquisa, muitas vezes presas a categorias de análise, conceitos e paradigmas científicos ocidentais. Afinal, para muitas populações a linguagem da ciência acadêmica não é uma linguagem cotidiana e nem sequer compreensível. Respeitar esses limites é sempre muito necessário nas pesquisas com seres humanos que, arbitrariamente, para fins de estudo, transformamos em nossos “outros”. Por outro lado, também, é cada vez maior o número de pesquisados que tem acesso aos resultados da pesquisa e querem, e podem, ter conhecimento e acompanhar a devolução do tempo e investimento pessoal que delegaram ao pesquisador.

Este breve texto² pretende apresentar aos jovens estudantes e pesquisadores presentes na 35 JAI (Jornada Acadêmica Integrada da UFSM - Universidade Federal de Santa Maria) algumas reflexões acerca do que é a prática etnográfica, seus limites, dilemas e, também, suas grandes contribuições para a compreensão das sociedades e culturas diversas. A Antropologia enquanto ciência que se consolidou institucionalmente aos longos dos últimos dois séculos passou por diversas transformações que estiveram igualmente presentes em outros campos científicos, de outras áreas do conhecimento. Saindo de uma visão mais naturalista de ciência e adentrando num cenário mais reflexivo e social, enfatizando as suas particularidades e modos próprios de fazer, nos quais a diferença entre a ciência do social e do natural se configuravam, a Antropologia foi conquistando espaços institucionais e acadêmicos. Ressaltando a importância do relativismo cultural e de um olhar mais particularizado, a Antropologia foi mostrando, por meio de seus estudos, a riqueza das diferenças culturais e sociais da espécie humana.³ Distanciando-se, igualmente, de um tom mais positivista da relação entre pesquisador-pesquisado, o que se viu ao longo das últimas décadas, é a ênfase nos aspectos epistemológicos presentes nas práticas antropológicas e etnográficas em geral. Fazer etnografia é um processo que

² Este texto é fruto da palestra proferida na 35 JAI/UFSM (Jornada Acadêmica Integrada da Universidade Federal de Santa Maria), no dia 21 de outubro de 2020.

³ O antropólogo Roque Laraia (2005, p. 332) nos alerta que: “O relativismo cultural refutou as posições generalizadoras, como as que se referem aos padrões universais de estética, de moral, de direito etc., e a comportamentos que o senso comum considera serem determinados por instintos biológicos”.

tanto envolve os pesquisados, bem como o pesquisador. As interações propícias do fazer etnográfico e das interações sociais por ele estabelecidas, produzem a ciência que fazemos, entre humanos.

O trabalho antropológico requer muitos cuidados e preparações, que começam na fase anterior às pesquisas empíricas propriamente ditas. A pesquisa etnográfica exige muito respeito e “atitudes” em nossos universos de pesquisa (OLIVEIRA, 1995, 2000; PEIRANO, 2014). Como ressalta Roberto Cardoso de Oliveira (1928-2006) (2000), o olhar antropológico é aquele que já perdeu algo de sua ingenuidade e inocência, lendo e interpretando os espaços sociais e suas dinâmicas com atenção e vigilância, nas entrelinhas, procurando traduzir o olhado, ouvido e observado.⁴ A prática etnográfica tem se refeito continuamente num diálogo sempre movimentado e as vezes tenso entre teoria e empiria.⁵

Desde que Bronislaw Malinowski (1884–1942), na introdução da sua obra *Os Argonautas do Pacífico Ocidental*, publicado originalmente em língua inglesa no ano de 1922, trouxe-nos os detalhes de sua pesquisa empírica e de construção de uma metodologia específica, a etnografia, ao longo dos anos, passou a ser compreendida como o método por excelência dos antropólogos. Se antes havia o que se denominavam os pesquisadores de gabinete, que faziam seus estudos por meio de relatos de viajantes, missionários e outros estudiosos, depois da investida metodológica publicada por Malinowski, mudanças aconteceram no cenário da Antropologia que, na época, era marcada por certo tom evolucionista que fazia comparações genéricas e amplas entre culturas muito distintas umas das outras. Tendo sido um dos consolidadores da escola funcionalista britânica, Malinowski inspirou muitos estudos empíricos extremamente detalhados e reveladores da vida

⁴ Ressalta Roberto Cardoso de Oliveira (2000, p. 19) que: “Talvez a primeira experiência do pesquisador de campo – ou no campo – esteja na domesticação teórica de seu olhar. Isso porque, a partir do momento em que nos sentimos preparados para a investigação empírica, o objeto, sobre o qual dirigimos o nosso olhar, já foi previamente alterado pelo próprio modo de visualizá-lo”.

⁵ De acordo com Peirano (1992, p. 8): “Dito de outra maneira, o lugar da pesquisa de campo no fazer da antropologia não se limita a uma técnica de coleta de dados, mas é um procedimento com implicações teóricas específicas. Se é verdade que técnica e teoria não podem ser desvinculadas, no caso da Antropologia a pesquisa etnográfica é o meio pelo qual a teoria antropológica se desenvolve e se sofisticada, quando desafia os conceitos estabelecidos pelo confronto que se dá entre i) a teoria e o senso comum que o pesquisador leva para o campo e ii) a observação entre os nativos que estuda”.

dos “nativos” e povos distantes do mundo ocidental.⁶ Há que se lembrar que no cenário norte-americano, teremos também toda a influência de Franz Boas (1858-1942) que igualmente ressaltava a importância do convívio e do contato direto com os pesquisados, do “estar lá”. Boas havia feito pesquisa entre os Inuit, nas ilhas Baffin, nos anos de 1883-1884.

Figura 1 - Franz Boas na pesquisa de campo nas Ilhas Baffin.

(Uso autorizado pela American Philosophical Society).



Fonte: <https://diglib.amphilsoc.org/islandora/object/graphics:5399>

Mas, o que é etnografia? Para Malinowski, na introdução de sua obra *Argonautas do Pacífico Ocidental*, são apresentadas algumas das ferramentas importantes para a pesquisa etnográfica, tais como: a observação participante, a

⁶ Há que se lembrar que outros autores já haviam investido em pesquisas empíricas entre “os nativos”, mas foi Malinowski que nos deixou um texto metodológico próprio e que inspirou e continua a inspirar gerações de antropólogos.

manutenção de um diário de campo, a elaboração de genealogias e de “estatísticas” próprias do pesquisador para que possa melhor conhecer as funções de determinadas instituições e representações naquela sociedade específica. Observando e participando de sua vida cotidiana, conhecendo seus hábitos e costumes, pode-se analisar porque os grupos fazem determinadas opções e as reproduzem de geração em geração. Neste texto de Malinowski há também muitas reflexões ricas sobre os impasses e imprevistos da pesquisa “com humanos” e, inclusive, certa ingenuidade acerca do processo de “coleta de dados”, pois se sabe que, por vezes, como ressalta James Clifford (2002, p. 48), “o controle nativo sobre o conhecimento adquirido no campo pode ser considerável e mesmo determinante”.

Para Malinowski, “os resultados da pesquisa científica, em qualquer ramo do conhecimento humano, devem ser apresentados de maneira clara e absolutamente honesta” (1984, p. 18). O rigor exigido nas anotações e nos detalhes empíricos pelo autor seriam importantes para a ciência que se produzia naquele período, no início do século XX. Oriundo das ciências naturais, Malinowski traz ferramentas muito importantes para a orientação metodológica das gerações futuras de pesquisadores.⁷ Embora a produção de conhecimento daquele período ainda tivesse resquícios de certo positivismo e de uma grande distância entre pesquisador e pesquisados, epistemologicamente a Antropologia soube criar caminhos próprios para se refazer enquanto área de conhecimento particular, marcando-se mais fortemente enquanto uma ciência interpretativa do que explicativa (CARDOSO DE OLIVEIRA, 2000). A honestidade como característica da pesquisa é também algo muito importante de se observar, pois as investigações nem sempre acontecem da forma como o pesquisador planeja e nem nos seus ritmos pessoais e acadêmicos, vide nosso atual momento de pandemia.

⁷ Ressalta o autor: “A meu ver, um trabalho etnográfico só terá valor científico irrefutável se nos permitir distinguir claramente, de um lado, os resultados da observação direta e das declarações e interpretações nativas e, de outro lado, as inferências do autor, baseadas em seu próprio bom-senso e intuição psicológica (MALINOWSKI, 1984, p. 18)”. Hoje o fazer etnográfico já não tem esta distância entre o pesquisador como detentor da interpretação mais legítima e os pesquisados numa postura científica inferior, num jogo de autoridades. Epistemologicamente, muitas foram as mudanças ao longo das décadas em que a Antropologia foi se consolidando como disciplina autônoma.

A observação participante exige interação entre pesquisador e mundo pesquisado, estar junto, procurando conhecer e compreender as lógicas nativas e seus funcionamentos enquanto elas se desdobram na vida cotidiana dos grupos, num tom participativo. Por meio da convivência, do diálogo e da observação, o pesquisador pode chegar a um bom nível de conhecimento acerca daquela sociedade, suas regras, crenças, representações, comportamentos e expectativas. E esse trabalho de pesquisa empírica, anotações rigorosas e contínuas no diário de campo, revisões e estudos teóricos anteriores, permitem ao estudioso adentrar em searas mais densas que possibilitam uma melhor investigação dos coletivos estudados.⁸ A manutenção do diário de campo é extremamente importante porque também nos coloca, reflexivamente, nos vários níveis de conhecimento e intimidade que podemos estabelecer com os grupos e /ou indivíduos pesquisados. Como percebemos um fato no início da investigação? E no presente, como seria? As anotações do diário também nos possibilitam compreender os funcionamentos espaços-temporais, das representações estabelecidas, hierarquias, ciclos, ritmos e outras dinâmicas sociais. Por que naquele momento somente homens estavam? E porque somente os idosos falavam? E por que esses eventos se repetiam na mudança da lua? E por que aconteciam somente naquele espaço coletivo? São essas muitas perguntas que fazem a pesquisa etnográfica tentar elaborar uma “tradução” de diferentes culturas e sociedades, com suas particularidades e vivências específicas. O conhecimento das alteridades é sempre artesanal, requer vigilância epistemológica, pessoal e exige também muita responsabilidade.

⁸ Diz Malinowski (1984, p. 25) que: “Com base em minha própria experiência, posso afirmar que muitas vezes, somente ao fazer um esboço preliminar dos resultados de um problema aparentemente resolvido, fixado e esclarecido, é que eu deparava com enormes deficiências em meu estudo-deficiências essas que indicavam a existência de problemas até então desconhecidos e me forçavam a novas investigações”.

Figura 2 - Malinowski durante pesquisa etnográfica.

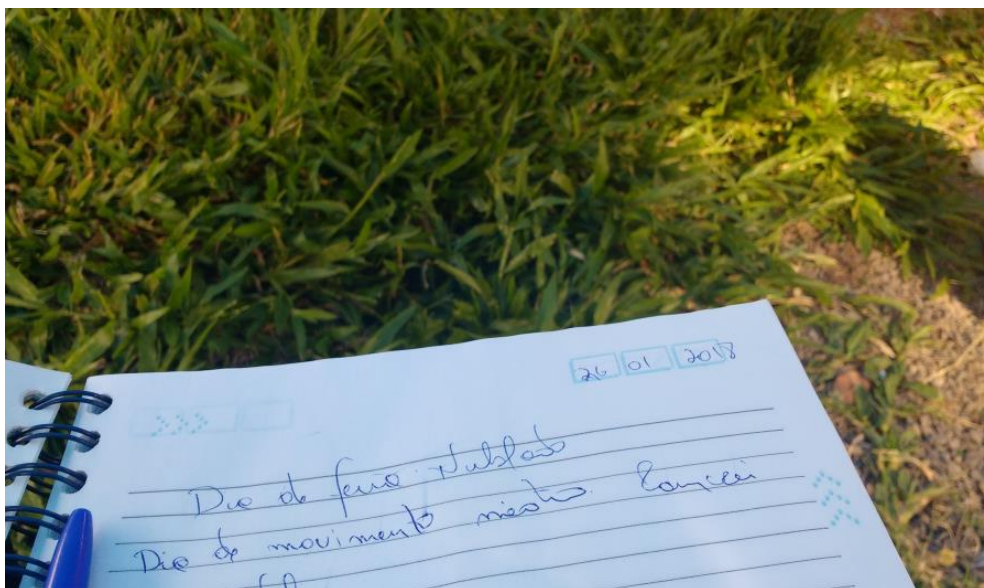
(Uso autorizado pela Comissão Editorial da EA (Enciclopédia de Antropologia – USP)).



Fonte: <http://ea.fflch.usp.br/content/coral-gardens-and-their-magic>

No cenário contemporâneo, o fazer etnográfico também acompanhou as novas tecnologias de comunicação e as novas formas de relacionamentos entre indivíduos, seus coletivos e também com a natureza. Vários autores já propõem etnografias que podem ser virtuais (HINE, 2011), digitais, multisituadas (MARCUS, 2005) e exigem do pesquisador novas apropriações e conhecimento de ferramentas diferenciadas de comunicação. O diário de campo poder ser virtual, as interlocuções podem se estabelecer por meio de aplicativos, com uso de som, imagem e texto. O etnógrafo, contudo, como bem ressalta Malinowski (1984), deve trazer para a escrita dos trabalhos científicos todo o passo a passo por meio do qual a pesquisa de efetivou e permitiu a apresentação de tais resultados e considerações. A honestidade deve estar presente sempre, seja na pesquisa etnográfica com interações virtuais ou “reais”.

Figura 3 - Caderno de campo com anotações da autora no início de um dia “trabalho de campo” em sua pesquisa etnográfica na Feirinha de Camobi, Santa Maria - RS, no ano de 2018.



Fonte: Acervo da autora

Prática etnográfica e os cuidados éticos nas pesquisas “com humanos”

A pesquisa etnográfica requer muitos cuidados éticos, salientados por diversos autores e que nos esclarecem acerca das responsabilidades e compromissos que temos com as populações estudadas. A Associação Brasileira de Antropologia (ABA), que reúne profissionais e estudantes de Antropologia, tem seu próprio Código de Ética que orienta antropólogos no exercício de sua prática profissional. A Antropologia faz pesquisas com seres humanos e não “em” seres humanos (OLIVEIRA, 2004, p. 38). Como salienta Luis Roberto Cardoso de Oliveira (2004), o campo científico mais amplo, em suas hierarquias e normatizações, tendem a seguir técnicas de matrizes disciplinares e paradigmas de outras ciências, que fazem uso de distintas

metodologias.⁹ Apresentado no site da ABA¹⁰, encontra-se o Código, que estabelece as seguintes diretrizes¹¹:

“Constituem direitos dos antropólogos e das antropólogas, enquanto pesquisadores e pesquisadoras:

1. Direito ao pleno exercício da pesquisa, livre de qualquer tipo de censura no que diga respeito ao tema, à metodologia e ao objeto da investigação.
2. Direito de acesso às populações e às fontes com as quais o/a pesquisador/a precisa trabalhar.
3. Direito de preservar informações confidenciais.
4. Direito de autoria do trabalho antropológico, mesmo quando o trabalho constitua encomenda de organismos públicos ou privados.
5. O direito de autoria implica o direito de publicação e divulgação do resultado de seu trabalho.
6. Direito de autoria e proteção contra o plágio.
7. Os direitos dos antropólogos devem estar subordinados aos direitos das populações que são objeto de pesquisa e têm como contrapartida as responsabilidades inerentes ao exercício da atividade científica.

Constituem direitos das populações que são objeto de pesquisa a serem respeitados pelos antropólogos e antropólogas:

1. Direito de ser informadas sobre a natureza da pesquisa.
2. Direito de recusar-se a participar de uma pesquisa.
3. Direito de preservação de sua intimidade, de acordo com seus padrões culturais.
4. Garantia de que a colaboração prestada à investigação não seja utilizada com o intuito de prejudicar o grupo investigado.
5. Direito de acesso aos resultados da investigação.
6. Direito de autoria e co-autoria das populações sobre sua própria produção cultural.
7. Direito de ter seus códigos culturais respeitados e serem informadas, através de várias formas sobre o significado do consentimento informado em pesquisas realizadas no campo da saúde.

⁹ Para Luís Roberto Cardoso de Oliveira (2004, p. 38): “De fato, tratar pesquisas *com* seres humanos como se fossem pesquisas *em* seres humanos representa uma tentativa de colonização da antropologia ou das humanidades pelo áreacentrismo biomédico, o qual, como indiquei há pouco, tem implicações não só cognitivas mas também normativas. Neste sentido, me parece que os problemas de ordem ético-moral do antropólogo estariam mais presentes não apenas no momento da definição de sua identidade de pesquisador- na medida em que não seria possível justificar uma identidade disfarçada-, mas também num segundo momento, quando o pesquisador tem que preocupar com a divulgação ou com a repercussão dos resultados”.

¹⁰ Endereço ABA: <http://www.portal.abant.org.br/codigo-de-etica/>

¹¹ Este Código foi criado na gestão 1986/1988 e foi alterado, depois de muitos diálogos com especialistas, na gestão 2011/2012.

Constituem responsabilidades dos antropólogos e das antropólogas:

1. Oferecer informações objetivas sobre suas qualificações profissionais e a de seus colegas sempre que for necessário para o trabalho a ser executado.
2. Na elaboração do trabalho, não omitir informações relevantes, a não ser nos casos previstos anteriormente.
3. Realizar o trabalho dentro dos cânones de objetividade e rigor inerentes à prática científica” (Fonte: <http://www.portal.abant.org.br/codigo-de-etica/>).

Observa-se, por meio destas diretrizes, o quanto o estudo antropológico é cuidadoso, orientado para o respeito entre pesquisador e pesquisado e tem, em seu campo científico específico, normativas rígidas de vigilância e cuidados éticos. As negociações e acordos entre pesquisadores e pesquisados devem sempre constar nos resultados da pesquisa, ressaltando se o direito ao uso das informações se deu por meio de consentimento oral, escrito, por imagens ou outras formas possíveis. Este compartilhamento do tempo (FABIAN, 2006), como busca e exercício interpretativo tem suas diferentes afetações e interações, como bem ressalta a antropóloga Jeanne Favret-Saada (2005).

A escrita etnográfica

A escrita antropológica passou por diferentes estilos, formatações e exigências. Como ressalta James Clifford (2002, p. 20), o desenvolvimento da ciência etnográfica deve ser compreendido junto do “debate político-epistemológico mais geral sobre a escrita e a representação da alteridade”. Tivemos, em diferentes escolas antropológicas, diferentes conceitos e elementos que deveriam estar presentes nas pesquisas e na apresentação dos resultados dessas. No funcionalismo britânico estabelecido por Malinowski, observava-se uma exigência muito grande com a empiria, sua descrição detalhada e análise, observando-se a importância da ideia de sociedade, instituições e função. Na antropologia norte-americana, herdeira de Franz Boas, encontraremos um exaustivo trabalho com o conceito de cultura e na crítica às limitações do método comparativo que se fazia naquele período, ainda vinculado a preceitos evolucionistas¹². No estrutural-funcionalismo britânico, com Arthur

¹² Para Franz Boas (2004, p. 33): “É bom reafirmar, nesse momento, um dos objetivos principais da pesquisa antropológica. Concordamos que existam certas leis governando o desenvolvimento da cultura humana e nos empenhamos em descobri-las. O objetivo de nossa investigação é descobrir os processos pelos quais certos estágios culturais se desenvolveram. Os costumes e as crenças, em si mesmos, não constituem a finalidade última da pesquisa. Queremos saber as razões pelas quais

Radcliffe-Brown (1881-1955) e Edward Evans-Pritchard (1902-1973), observamos a importância de se compreender determinadas dinâmicas sociais e também as mudanças que se processam nas sociedades ao longo do tempo. Estes autores, cada um a seu modo, traçava o paralelo entre teoria, empiria e análise das sociedades pesquisadas. Com o estruturalismo francês de Claude Levi-Strauss (1908-2009), a antropologia envereda por discussões filosóficas profundas e que também se mostrarão visíveis na escrita dos textos desta vertente, nos quais a descrição empírica não ocupava um espaço tão fundamental. Quando Clifford Geertz (1926-2006) (1989)¹³ invoca novamente a “carne e o sangue” do observado por meio da etnografia, ele nos apresenta também a possibilidade de uma Antropologia Interpretativa, na qual a etnografia e sua “descrição densa” ocupam papel de destaque. Houve outras escolas também, com outras questões apresentadas e, nesse diálogo entre teoria e empiria a Antropologia foi se refazendo historicamente como ciência. E também na escrita.

Tão importante quanto os cuidados éticos que se estabelecem antes, durante e depois das pesquisas antropológicas, observar o que é publicável ou não também é. Como o convívio próximo com os grupos e indivíduos nos colocam numa situação de proximidade e intimidade, que pode possibilitar o acesso a informações muito domésticas, estabelecer um limite ético na escrita para o que é possível de se tornar público também é um momento importante do fazer etnográfico. Nem tudo o que foi observado, ouvido e visto pode ser apresentado como resultado de pesquisa sem antes fazermos a reflexão acerca dos possíveis danos que pode acarretar na

tais costumes e crenças existem – em outras palavras – desejamos descobrir a história de seu desenvolvimento. O método atualmente mais aplicado em investigações dessa natureza compara as variações sob as quais os costumes e as crenças ocorrem e se esforça por encontrar a causa psicológica comum subjacente a todos eles. Afirmei que esse método está sujeito a uma objeção fundamental”.

¹³ Ressalta Geertz (1989, p. 15) que: “Em antropologia ou, de qualquer forma, em antropologia social, o que os praticantes fazem é a etnografia. E é justamente ao compreender o que é a etnografia, ou mais exatamente, o que é a prática da etnografia, é que se pode começar a entender o que representa a análise antropológica como forma de conhecimento. Devemos frisar, no entanto, que essa não é uma questão de métodos. Segundo a opinião dos livros-textos, praticar a etnografia é estabelecer relações, selecionar informantes, transcrever textos, levantar genealogias, mapear campos, manter um diário, e assim por diante. Mas não são essas coisas, as técnicas e os processos determinados, que definem o empreendimento. O que define é o tipo de esforço intelectual que ele representa: um risco elaborado para uma “descrição densa”, tomando emprestada uma noção de Gilbert Ryle”.

existência daquelas pessoas. Este é, com certeza, um momento no qual os exercícios do recorte e dos limites da pesquisa científica se colocam fortemente. Além disso, estabeleceu-se ao longo das décadas de discussões epistemológicas, que o texto etnográfico deva ser escrito na primeira pessoa do singular. O “eu” que observa, conhece, descreve é aquele que analisa e assume a autoria da escrita. A presença polifônica das diversas vozes que estiveram juntas na construção de uma pesquisa também podem se apresentar na etnografia, numa escrita conjugada e, por vezes, colaborativa. Como aponta James Clifford (2002, p. 48), a escrita etnográfica atual estaria “procurando novos meios de representar adequadamente a autoridade dos informantes”. Ou seja, de que eles também apareçam como sujeitos construtores e presentes, tanto no texto escrito, quanto no processo de construção da pesquisa.

A escrita antropológica tem valor importante para além da academia. Quando elaborada para laudos e outras lutas por reconhecimentos, ela pode nos ressaltar o quanto “os processos identitários não existem fora de contexto, são sempre relativos a algo específico que está em jogo” (AGIER, 2001, p. 9)¹⁴. Nesses jogos de poder e de descrição das diversidades e autoridades, nos seus processos de identificação, há a possibilidade de defender direitos, como a terra, a vivência de modos de vida específicos e outras garantias constitucionais nacionais e de direitos humanos universais. Dessa forma, a escrita antropológica é também uma importante ferramenta política em contextos específicos, que pode garantir uma vivência democrática, diversa e respeitosa. No Brasil, a Antropologia tem se mostrado uma ciência comprometida e os antropólogos tem sido chamados para fazer parte na defesa de direitos de diversos grupos, tais como indígenas, quilombolas, comunidades tradicionais, grupos vulneráveis, entre outros coletivos.

¹⁴ Neste sentido, o papel do antropólogo é um papel político e de extrema importância social. Como reflete Agier (2001, p. 9), “O que está em jogo é sempre passível de ser detectado na pesquisa empírica contextualizada, aprofundando caso por caso o conhecimento de tudo o que cerca a questão identitária, constituindo então a parte mais relativa da identidade, aquela que se nota quando as identidades são consideradas como processos localizados, datados, mas que desaparece quando se fala das identidades como produtos já dados”.

Considerações Finais

Este artigo teve por objetivo analisar brevemente o itinerário das pesquisas etnográficas, seus dilemas, cuidados éticos e possibilidades de escrita. Para além de uma metodologia, como ressalta Peirano (2014), etnografia é uma atitude perante o mundo. Daquilo que foi olhado, observado, ouvido e interpretado durante a pesquisa, podemos tecer traduções acerca do outro, seus mundos e dinâmicas de vida. E esse é um ato extremamente político. E exige ética e responsabilidade.

Em diferentes escolas e diferentes momentos da história da Antropologia enquanto ciência, variados foram os conceitos trazidos e utilizados por autores em distintas partes do mundo. Preocupada inicialmente com as sociedades distantes e culturalmente diversas, a Antropologia foi se voltando também para o estudo do “próximo”, da própria sociedade do pesquisador. Isso trouxe novas possibilidades, novos campos de análise e uma grande capacidade reflexiva para a disciplina.

Desde que Malinowski, em 1922, na introdução da obra *Os Argonautas do Pacífico Ocidental*, trouxe reflexões aprofundadas e detalhadas acerca do que seria a etnografia enquanto método, ressaltando a necessidade do convívio com os grupos pesquisados, a manutenção de um rigoroso diário de campo e da observação participante continuada, muitas coisas mudaram na Antropologia. Se naquela época epistemologicamente os lugares do pesquisador e do pesquisado eram assinalados por noções hierárquicas acerca de quem detinha a versão legitimada dos acontecimentos, ao longo das décadas, isso foi mudando. Cada vez mais o etnógrafo passou a se apresentar reflexivamente nos textos acadêmicos e muitas coisas que antes eram restritas aos diários de campo guardados como coisas íntimas foram inseridas nas obras. Esse movimento de mudança de estilo na escrita etnográfica, ocorrido por meio de reflexões epistemológicas e também descolonizadoras, apresentou o grau de tensão que o trabalho de campo, por vezes, traz ao pesquisador. E talvez aos pesquisados também. Esses passaram a fazer cada vez mais parte dos textos etnográficos, dando vida, “carne e sangue” aos estudos antropológicos. Em escritas polifônicas, colaborativas ou reflexivas, a Antropologia tem se refeito continuamente.

Tendo cuidados éticos muito precisos, a Antropologia que se pratica no Brasil é orientada para o respeito dos grupos pesquisados, da clareza e honestidade nas relações de pesquisa e também no acesso aos resultados dos estudos, o que chamamos de devolução. A escrita antropológica também deve acompanhar esse processo, apresentando os cuidados éticos da pesquisa em todos os seus passos. Nem tudo o que é pesquisado pode ser publicado. E essa faz parte das negociações estabelecidas com o grupo. Da convivência para a escrita, há um mundo a ser negociado.

Referências Bibliográficas

- AGIER, Michel. Distúrbios Identitários. **Revista Mana**. v. 7, n. 2, p. 7-33, 2001.
- CLIFFORD, James. **A experiência etnográfica: antropologia e literatura no século XX**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2002.
- CÓDIGO DE ÉTICA. Disponível em: <http://www.portal.abant.org.br/codigo-de-etica/>. Acesso em out 2020.
- FABIAN, Johannes. A prática da etnografia como compartilhamento do tempo e como objetivação. **Revista Mana**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 503-520, 2006.
- FAVRET-SAADA, Jeanne. "Ser afetado" (tradução). **Cadernos de Campo**, n. 13, p. 155-161, 2005.
- GEERTZ, Clifford. **A Interpretação das culturas**. Rio de Janeiro: LTC, 1989.
- HINE, Christine. Towards ethnography of television on the internet: a mobile strategy for exploring mundane interpretative activities. **Media, culture & society**, v. 33, n. 4, p. 567-582, 2011. Disponível em: <http://mcs.sagepub.com/content/33/4/567>. Acesso em ago 2011.
- LARAIA, Roque de Barros. Da ciência biológica à social: a trajetória da Antropologia no século XX. **Habitus**, n. 3, v. 2, p. 321-345, 2005.
- MALINOWSKI, Bronislaw. **Argonautas do Pacífico Ocidental**. 3. ed. Rio de Janeiro: Abril Cultural, 1984.
- MARCUS, George E. Ethnography in/of the world system: the emergence of multi-sited ethnography. **Annual Review of Anthropology**, v. 24, p. 95-117, 1995. Disponível em: www.periodicosapes.org.br. Acesso em dez 2008.



OLIVEIRA, Luís Roberto Cardoso de. Pesquisa em versus Pesquisas com seres humanos. In: VICTORA, Ceres et al. (Org.). **Antropologia e ética**. Niterói: EdUFF, 2004. p. 33-44

OLIVEIRA, Roberto Cardoso de. **O trabalho do antropólogo**. 2. ed. Brasília: Paralelo 15; São Paulo: Editora UNESP, 2000.

PEIRANO, Mariza. A favor da etnografia. **Série Antropologia Unb**. Brasília, n. 130, 1992. Disponível em: <http://dan.unb.br/images/doc/Serie130empdf.pdf>. Acesso em jan 2021.

PEIRANO, Mariza. Etnografia não é método. **Horizontes Antropológicos**, Porto Alegre, ano 20, n. 42, p. 337-391, jul/dez, 2014.

IDENTIDADES IMPORTAM?

Rosa Maria Blanca Cedillo¹

Identidades importam? É a discussão principal desta pesquisa, onde se investigam as formas como o sujeito e/ou a sua identidade (re)produz-se na arte. Compreende-se por identidade o efeito do saber-poder que é exercido disciplinarmente pelas instituições, dando origem ao sujeito contemporâneo discursivamente. Em outras palavras, os atos performativos com os quais as instituições operam de forma estratégica e estrutural constituem e reconstituem reiteradamente a identidade do sujeito, que visam representar. As exposições são propostas institucionais que almejam a constituição e reconstituição das diferentes identidades que procuram legitimar. O objetivo principal é mostrar a importância da pesquisa em história, teoria e crítica da arte, para entender os projetos de curadorias de exposições de artes visuais que propõem identidades.

A pesquisa faz parte do Laboratório de Subjetividades (CNPq/UFSM), do Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais da Universidade Federal de Santa Maria.

Sugere-se que considerações essencialistas por parte de curadorias que priorizam a identidade do sujeito artista podem gerar tensões, mas também reproduzir o sistema de arte que confrontam. A ideia é estudar os modos como os sujeitos se pretendem constituir na contemporaneidade: a partir de que pressupostos partem as diretrizes curatoriais para a constituição dos sujeitos na arte, no que se refere aos processos de subjetivação de exposições em ampla articulação com a(s) cultura(s)? Obviamente, é impossível esgotar o projeto curatorial e os pressupostos teóricos que uma exposição de artes visuais obedece. Para tanto, foram escolhidos alguns

¹ Rosa Maria Blanca Cedillo atua no Programa de Pós Graduação em Artes Visuais da Universidade Federal de Santa Maria, onde orienta pesquisas de mestrado e doutorado. Também é docente do Departamento de Artes Visuais da mesma instituição. É coordenadora do Laboratório de Arte e Subjetividades e Editora da Contemporânea - Revista do PPGART/UFSM. É artista e curadora. A primeira versão da presente pesquisa foi apresentada no 2º Simpósio Internacional de Relações Sistêmicas da Arte - Arte Além da Arte, São Paulo, 2019.

exemplos de mostras de arte. Dialoga-se com as linhas da história e teoria da arte de Linda Nochlin, as análises curatoriais de Maura Reilly e a filosofia de Michel Foucault, por meio de uma perspectiva *queer*. São propostas abordagens interdisciplinares. A primeira abordagem utilizada é o (re)visionismo que, por meio dos estudos feministas, teve como objetivo questionar a naturalização do cânone na história da arte universal.

O uso da genealogia é a segunda abordagem. Os projetos curatoriais que usam a genealogia localizam discursos do sistema da arte, para problematizar a forma como os sujeitos são produzidos na cultura.

A terceira abordagem busca elucidar as maneiras pelas quais os estudos de área, tais como estudos feministas, estudos LGBT, estudos *queer* e (ou) estudos culturais, operam.

O provocativo é visualizado na quarta abordagem, cujo objetivo é despertar desejos por meio de uma curadoria inusitada e experimental e onde não se busca a complacência institucional.

A perspectiva global é a quinta abordagem, na qual a curadoria surge a partir de inclusões de etnicidades minorizadas.

Na sexta abordagem, o sistema de arquivo propõe estéticas, trajetórias e problematizações, dando origem a exposições de retrospectivas preocupadas com a memória. A última parte é dedicada às considerações finais.

(Re)visando o cânone

O revisionismo examina cuidadosamente o cânone da história da arte. Aqueles que iniciaram a *démarche* revisionista foram os estudos feministas. Os estudos feministas questionam as formas como o conhecimento é produzido, utilizando a crítica dos estudos da ciência (HARDING, 2009). O paradigma disciplinar da ciência moderna configura conhecimentos legitimados pelas instituições que o precedem. Ao conter o conhecimento, a ciência cria hierarquias e minorias (FOUCAULT, 1992). Os estudos feministas têm colaborado para uma crítica ao patriarcado (OWENS, 1983), dando origem, entre outras frentes e conhecimentos, à arte feminista. Ao propor e aplicar o revisionismo, as artistas e curadoras feministas aspiram a expandir o cânone levando em consideração a mulheres artistas e outros grupos marginalizados no

sistema de arte (LANGFELD, 2018). Revendo as hierarquias artísticas, são analisados os critérios que sustentam a qualidade formal do trabalho artístico (LANGFELD, 2018). Para Linda Nochlin (2018), o revisionismo permite circunscrever estudos marginais ou ocultos dentro da lógica da história da arte canônica. Apresentando artistas e obras de arte que não se conhecem, estilos e trajetórias são incorporados.

No Brasil, destaca-se a pesquisa de Ana Paula Cavalcanti Simioni (2004), que primeiramente investiga quem foram as artistas europeias dos séculos XVIII e XIX, que não aparecem, em sua grande maioria, na história da arte universal. A pesquisadora utiliza a história da arte feminista de Whitney Chadwick (2002). Depois de mostrar os obstáculos que algumas artistas francesas tiveram que superar, Simioni foca-se em artistas brasileiras. A pesquisadora narra a necessidade das artistas mulheres viajarem para a *l'Académie Julien*, fundada em 1867, em Paris; também revela, por meio de sua pesquisa nos *Archives Nationaux* de Paris, as reações de estudantes do sexo masculino à presença de estudantes do sexo feminino (2004).

A pesquisa de Simioni contribui para o fortalecimento do cânone na história da arte, ao propor o nivelamento da produção feminina e masculina, a partir da diferença sexual. E, ainda, questiona-se sobre as formas precárias que as artistas dos séculos 19 e 20 viviam para ter acesso ao conhecimento artístico, em um contexto que as marginalizava. O resultado da pesquisa de Simioni é uma história da arte feminina que oferece um repertório de trajetórias e imagens para o aprendizado acadêmico e universitário na atualidade. Abre um campo onde outras formas de aplicação de métodos de pesquisa são conhecidas. Esta pesquisa de Ana Paula Cavalcanti Simioni leva à mostra *Mulheres Artistas: as pioneiras, 1880-1930*, sob curadoria dela, ao lado de Elaine Dias, na Pinacoteca do Estado de São Paulo, em 2015.

Genealogia na arte

A abordagem genealógica, nas artes visuais, tem como principal preocupação o estudo de artistas que se opõem à heterossexualidade. A heterossexualidade é um sistema social que se baseia na apropriação de mulheres por homens, onde mulheres pertencem à classe das servas sujeitas a um contrato social (WITTIG, 2007).

O método genealógico está relacionado ao (re)visionismo. Mas quem pretende fazer uma genealogia não tem necessariamente o interesse de (re)aprovar o cânone ou, antes, de inserir-se na lógica da história da arte. O principal objetivo de quem faz uma genealogia é resgatar a estética de corpos abjetos, monstros ou anormais. Michel Foucault (1992), por meio de Friedrich Nietzsche (1996), promoveu o método genealógico.

A genealogia expõe os modos como a arte se constitui, por meio da violência das táticas discursivas e do desprezo por corpos que não correspondem à norma. Existe um dispositivo saber-poder que visa regular a produção de conhecimento em arte. Uma biopolítica se estabelece a partir do projeto de modernidade e evolucionismo científico que, para legitimar certos corpos, tende a abjetar outros com a intenção de degenerar-los, embora não o consiga.

A genealogia coloca em jogo "saberes locais, descontínuos, desqualificados, não legitimados, contra a instância teórica unitária que pretendia filtrá-los, classificá-los" (FOUCAULT, 1992, p. 19). As genealogias podem ser vistas como anticientíficas, mas não são empiristas. São uma espécie de "insurreição do conhecimento" (IDEM, 1992, p. 19). Eles questionam os efeitos de poder dos métodos científicos que funcionam por meio de instituições médicas, jurídicas e educacionais, como escolas e museus.

A genealogia é uma forma de (re)descobrir as formas de luta, resistência e confronto que certos curadores, historiadores, teóricos e artistas usam quando propõem contra-discursos para tornar visível o(s) genocídio(s) discursivos, interferindo na ordem da arte ou no sistema da arte que não é o mesmo, mas funciona da mesma maneira. Contra a violência epistêmica, estética e política surgem investigações e exposições genealógicas que ativam contra-discursos por meio da localização de manifestos, catálogos, escritos, exposições e trajetórias de artistas, teóricos(as), historiadores(as) e curadores(as).

A pesquisa de Amelia Jones e Erin Silva propõe uma narrativa genealógica para analisar os antagonismos entre o discurso feminista e o discurso *queer* nas artes visuais (JONES e SILVER, 2016).

O não reconhecimento da identificação homossexual, das diferentes sexualidades, dos modos de viver dos(as) artistas nas subculturas da arte e mesmo

do chamado silêncio *queer*, são elementos discursivos que Jones e Silver resgatam na história da arte (2016).

Jones e Silver também explicam a influência da pesquisa da artista Mary Kelly na teoria visual feminista (2016). Eles encontram uma divisão discursiva quando os movimentos radicais de gays e lésbicas parece que se identificam mais com os movimentos *Black Power* do que com o feminismo branco. A história homonacionalista esconde a liderança de *drag-queens* ou afrodescendentes transgêneros nas lutas libertárias por espaços de visibilidade e convivência, ou nomes como Audre Lorde (2016).

O nome de Gloria Anzaldúa (1987) também permanece oculto, até pelas próprias teóricas *queer* e historiadores da arte anglo-saxões, sendo ela a poetisa chicana que usou a categoria *queer* pela primeira vez contra o binômio homem - mulher, branco - negro, civilizado. - selvagem.

Para Jones e Silver, a arte lésbica, embora às vezes pareça coincidir com o feminismo branco, outras vezes simpatiza com o feminismo negro, porque na hierarquia do sistema patriarcal, artistas brancos e heterossexuais, curadores, teóricos e historiadores da arte podem se beneficiar dela, dos privilégios do sistema de arte, ocupando espaços de arte e posições culturais e acadêmicas institucionais.

Uma das principais curadorias de Amelia Jones foi *Sexual Politics: Judy Chicago's "Dinner Party" in Feminist Art History*, em 1996, apresentado no UCLA Hammer Museum. O título da exposição de artes visuais *Sexual Politics* é uma noção proposta por Diane Fuss em sua publicação *Essentially Speaking: Feminism, Nature and Difference* (1989), onde essencialismo e construcionismo são explicados como pontos de vista que não são nitidamente separáveis, mas estão ligados um ao outro.

A mostra de artes visuais *Sexual Politics* foi dividida em eixos temáticos como: violência, autobiografia, erotismo, deusas, maternidade, menstruação, domesticidades, diversidades e outros. Jones dedica uma seção ao imaginário feminino lésbico.

Através do feminismo lésbico materialista, Monique Wittig compara a noção de mulher com a noção de raça (2007). O feminismo materialista, por meio de seus autores, como Colette Guillaumin (1972), mostra que o conceito de raça só existe como uma marca imposta pela realidade socioeconômica da escravidão. A raça, como

formação imaginária (GUILLAUMIN, 1972), aparece como se existisse antes de qualquer raciocínio e é produzida pelas relações sociais como uma marca do sistema social: “são vistos” como negros, portanto “são negros”. O problema é que antes de serem vistas como negras, naturaliza-se a sua concepção, elas já são de fato mulheres negras, precedendo epistemológica e politicamente a linguagem, explica Wittig (2007). A noção de mulher também tende a se naturalizar e é uma categoria que só existe em relação aos homens. Por isso, para Wittig, ter uma consciência lésbica significa nunca esquecer que ser mulher é uma coerção política (2007). Portanto, ser lésbica significa rejeitar tornar-se heterossexual. Uma lésbica é uma fugitiva, assim como foram ou são escravos fugindo de seus donos coercitivos (WITTIG, 2007). O movimento lésbico feminista aspira a uma sociedade sem sexos, entendendo o feminismo como uma luta pelo desaparecimento da classe feminina. Compreender a realidade social da coerção é compreender a relação entre a realidade conceitual e material.

O ideal do feminismo materialista é que cada indivíduo pode constituir-se como um sujeito individual de sua própria história.

A inclusão de *The Dinner Party* (1979) de Judy Chicago no programa de Jones foi criticada por apresentar uma aura de reverência. Jones reconhece a posição importante inevitável da peça de Chicago no feminismo e nas histórias da arte contemporânea.

Críticos de arte, como Christopher Knight (1996), descreveram a exposição de Jones como uma falha curatorial, privilegiando a teoria feminista e usando a prática artística como mera ilustração e onde a eficácia da arte é prejudicada pela trivialidade da curadoria. Knight se refere negativamente à obra de Chicago, qualificando-a como monumento, quando os monumentos representam ideias contrárias aos ideais antiinstitucionais (1996). O essencialismo predomina, acrescenta. A ausência de obras de videoarte também não passou despercebida por Knight, o que também distorce o show. Knight se referiu ao texto curatorial de Jones como arrogante.

Para David Joselit (2017), os críticos convencionais têm se sentido desconfortáveis em ver a série como um projeto abertamente feminista. Para Joselit, aliás, a produção do imaginário essencialista deriva do fato de que o corpo não pode

ser facilmente separado da arte construcionista, que compreende essa experiência da feminilidade como um tipo de mascarada (2017).

Jones, como curador, objetivou a exibição de obras de artistas rotulados como essencialistas, ao lado de artistas antiessencialistas, para mostrar a continuidade e desafiar a polaridade.

Estudos de arte e área

Diferentes exposições, pesquisas sobre arte, história, teoria e crítica de arte, na contemporaneidade, utilizam estudos da área. Os estudos da área são os estudos feministas, *queer*, gays, lésbicos, etc. Partindo do pressuposto de que a sexualidade heterossexual é a instituição social da violência (WITTIG, 2007), as exposições gays e lésbicas priorizam a sexualidade homossexual silenciada inicialmente pela arte heteronormativa.

A dimensão erótica é um campo de liberação na cultura.

A primeira exposição que apresentou obras não heterossexuais foi *A Lesbian Show* (1978), no 112 Greene Street Workshop, em Nova York, com curadoria de Harmony Hammond, que além de curadora e artista é uma importante historiadora da arte lésbica. Em *A Lesbian Show*, as artistas tornaram-se visíveis publicamente como lésbicas, o que tem sido relevante, pois ao se abrir no espaço público se realiza um ato de libertação (REILLY, 2018b). Para Hammond, a contribuição da arte lésbica se destaca por ser capaz de articular o conceitual com o político. Continuamente, quando a crítica se refere a esta exposição, há uma ansiedade em alegar que a exposição não teve o interesse em abordar as sensibilidades lésbicas.

Não será por acaso que entre as principais mostras de arte que dizem respeito a gays e lésbicas, se destaca a exposição *Sensibilidades Ampliadas: Presença Homossexual na Arte Contemporânea*, no Novo Museu de Arte Contemporânea (1982), em Nova York, com curadoria de Dan Cameron. Esta é uma das exposições que mais tem atraído visitas ao museu. O conceito-chave usado para identificar a exposição é o de "sensibilidade homossexual". A categoria "homossexual" tem sido problematizada, pois do ponto de vista da filósofa e psicanalista francesa Luce Irigaray, embora etimologicamente a raiz *homo* em grego signifique "igual", em latim

significa “homem”. Cameron tem procurado expandir o conceito de arte gay e lésbica, por isso ele usa a noção de sensibilidade. A curadoria parte da convicção de que várias obras surgem da experiência pessoal da homossexualidade (REILLY, 2018b). Para Cameron, a sensibilidade ajuda os(as) artistas a manipularem imagens e materiais como extensão de seus sentimentos a partir de uma identidade estética, cultural e pessoal.

Sabe-se que alguns dos/as artistas têm se mostrado relutantes em participar da mostra, não querendo “sair do armário”, dadas as possíveis consequências em suas carreiras como artistas, o que tem levado a evocar um conteúdo homossexual reprimido ou não evidente (REILLY, 2018b).

O que é significativo na exposição é que Cameron incluiu artistas pouco conhecidos, cujas obras nunca foram vistas relacionadas à sua sexualidade (REILLY, 2018b). A partir desta exposição, a homossexualidade passou a ser uma investigação estética, intensificando o debate sobre a representação lésbica e gay (ÍDEM, 2018b), uma vez que grande parte das exposições tratam de temas LGBTQ são censuradas, como a exposição de Robert Mapplethorpe na Corcoran Gallery of Art (1989), em Washington, D. C, ou *Witnesses: Against Our Vanishing* (1989), com curadoria de Nan Goldin, no Artists Space, em Nova Iorque.

Causando interferência

São exposições que pretendem provocar a cultura, como forma de se opor à norma. Geralmente, os projetos curatoriais dessas exposições são baseados em estudos *queer* e estudos lésbicos.

Queer é uma categoria que questiona a norma. Os estudos e teorias *queer* entendem gênero e sexualidade como construções relacionais sujeitas a variações históricas e culturais e defendem a ideia de uma identidade instável, marcada pela interseccionalidade de sexo, etnicidade e idade (KATZ e SÖLL, 2018).

Dentro dos projetos curatoriais, o uso da categoria *queer* significa desafio, uma vez que o uso da linguagem é fundamental para os estudos *queer*.

O gay e a lésbica admitem o binário na estrutura da sexualidade. Os estudos *queer* evitam engessar a noção de sexualidade (KATZ e SÖLL, 2018). No contexto da arte, o que é *queer* é marginal e sua presença é discursiva.

Para Jonathan Katz e Åne Söll, as exposições *queer* não admitem um espectador passivo e, ao mesmo tempo, oferecem um espaço para perguntas sem resposta. Além disso, a curadoria *queer* aborda o papel produtivo do corpo e seus desejos – *queer* –, sem que seja representativo, mas abstrato.

A provocação é uma forma de evitar a guetização, pois interfere na cultura, as formações discursivas geradas atravessam as paredes das instituições, tanto de museus quanto de academias.

Uma exposição com nítida intenção provocativa é *Selfie* (2015), montada na Galeria dos Arcos, Porto Alegre, Brasil, organizada pelo artista Marcelo Chardosim. Chardosim, como curador, apresentou retratos de si, que interferem na lógica do autorretrato. A linguagem privilegiada tem sido a fotografia.

Os(as) artistas, em *Selfie*, despertaram estranhamentos, mas também decepcionaram a crítica local, ao interferir no protocolo institucional. Entre tensão e libertação, as obras expõem espaços íntimos em desacordo com a norma. Entendendo por norma como aquilo que pode ser aplicado tanto ao corpo quanto às populações às quais se pretende regularizar (FOUCAULT, 1992). São contra-discursos que chocam com a formação disciplinar e os mecanismos reguladores das instituições. O que significa que obras e artistas do *queer* confrontam a biopolítica e o biopoder institucional (IDEM, 1992).

A perspectiva global

Atualmente, os projetos curatoriais aspiram a uma perspectiva global, como forma de democratizar a arte.

A Bienal de Veneza de 2015 foi a primeira mostra internacional em que artistas africanos(as) tiveram maior presença. Com curadoria de Okwui Enwezor, a exposição foi intitulada *All the World's Futures*. A exposição caracterizou-se por reunir artistas afrodescendentes e da África (MARTÍ, 2015). A inclusão de artistas não-brancos é

importante quando assiste-se a uma discriminação racial sistemática no mundo da arte.

Para Okwui Enwezor, um curador deve ser capaz de tomar consciência do contexto atual para ver a paisagem global, os fluxos migratórios e seus refugiados, as políticas secessionistas, e com essa percepção pode se perguntar como essa preocupação pode ser compreendida e articulada em uma exposição (ENWEZOR, 2015).

O projeto de Enwezor fez uso de uma curadoria dialógica, onde “a categoria binária de centro-periferia” foi colapsada pela categoria de multiplicidade e multivocidade (REILLY, 2018, p. 156).

Nesse sentido, a 56ª Bienal de Veneza examinou a poluição industrial, os problemas com armas e outras questões com a intenção de cruzar as preocupações. A crítica elogiou a severidade e a bravura da exposição. No entanto, a polêmica dominou o espaço dedicado ao *Capital* de Karl Marx, no auditório da Arena, onde os atores leram a publicação e aconteceram recitais e discussões.

Arquivo Queer

As curadorias de exposições de arquivos *queer* surgem de documentações que são evidenciadas precisamente por meio de projetos de pesquisa em arquivos. A ideia central é visualizar publicamente percepções, trajetórias e experiências de vidas e ativismos *queer*. Investigam-se as identidades silenciadas de lésbicas, gays, trans, bissexuais e(ou) subjetividades fora da norma. A noção de arquivo é utilizada como sistema de ação e pensamento – que neste caso se confronta com o sistema da arte – permitindo o surgimento de eventos e outras lógicas de discursividades (FOUCAULT, 1992). Eles resgatam os acontecimentos da comunidade LGBTQ durante o contexto da Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS), na década de oitenta (BLANCA, 2017).

Um exemplo deste tipo de exposição e investigação é o *¿Archivo Queer?*, que foi realizado no Van Abbemuseum, em Eindhoven, em 2016, por Sejo Carrascosa, Lucas Platero, Andrés Senra e Fefa Vila Núñez. Esse tipo de curadoria produz uma memória afetiva e política. O arquivo *queer* teve início no Museo Reina Sofia em 2014,

com o título de *Mínima Resistência. Entre o modernismo tardio e a globalização: práticas artísticas durante as décadas de 80 e 90.*

Na exposição *¿Archivo Queer?*, é possível conhecer a constituição de La Radical Gai e do coletivo LSD (Lesbianas Sin Duda) que tem desempenhado um papel importante no questionamento do movimento de ocupação no bairro Lavapiés de Madrid (DÍAZ, DORREGO, VOLTÁ, 2016). A intenção tem sido, entre outros objetivos, trazer à luz o caráter sexista e homofóbico do movimento *okupa*. O que terá como consequência o surgimento do movimento *queer* no Estado espanhol, ao problematizar o movimento LGBT, o que levará a fortes críticas do governo neoliberal.

Considerações finais

Ao longo da presente investigação, a noção de exposição pode ser vista como a produção de conhecimentos em diálogo com o campo acadêmico a partir da história, teoria e crítica da arte. Exposições de artes visuais que tratam de identidades estão sendo projetadas curatorialmente com base em pesquisas em história, teoria e crítica da arte. Nesse sentido, é inegável a presença de ativistas e militantes dos movimentos sociais nas universidades e, inversamente, o impacto das pesquisas científicas e artísticas produzidas na academia é muito evidente nos movimentos sociais.

A relação entre representatividade, instituição e produção de conhecimento é evidente. A história, teoria e crítica da arte é fundamental para poder produzir arte e exposições de artes visuais, e para poder problematizar os processos de subjetivação e da constituição do sujeito.

As curadorias que usam as premissas do (re)visionismo abrangem artistas que não integram a grande narrativa da arte. A igualdade entre artistas mulheres e artistas homens pode reafirmar a noção de diferença sexual e, portanto, a dicotomia castraste do sistema sexo/gênero.

Contudo, o (re)visionismo, como estratégia curatorial, permite a circunscrição de artistas feministas, lésbicas, femininas, afrodescendentes e (ou) LGBT no mercado de arte. O que pode levar à continuidade da institucionalização como prática museológica. Mas, são importantes para que estudantes encontrem modelos de

artistas e iconografias femininas, feministas ou afrodescendentes, para a sua constituição como artistas ou futuras docentes.

No que diz respeito às práticas genealógicas, são propostas sequências de aspectos contra-discursivos que dialogam, mas também se confrontam. Esse confronto é recente, visto que a realização de exposições que discutem identidades se intensificou nos últimos anos. Nesse sentido, pesquisas ou exposições genealógicas também são suscetíveis de serem institucionalizadas, por meio de recodificação ou recolonização. Esse temor já foi previsto pelo próprio Michel Foucault, lembrando que os fragmentos genealógicos, quando emergem pulverizados, podem ser anexados pelas instituições para que atuem “em seus efeitos de saber e poder” (FOUCAULT, 1992, p. 21).

Ao mesmo tempo, percebe-se como em exposições em que a identidade é problematizada, a expectativa de representação é criada como uma obrigação dos(as) artistas agirem como representantes de uma minoria e, além disso, expressarem ou apresentarem contribuições nesse sentido, visualizando sua experiência de identidade. A naturalização da experiência é um perigo eminente.

A projeção da articulação entre arte e estudos de área configura uma estética contemporânea que não só mostra uma evidente preocupação com a inclusão de artistas LGBTQIA, mas também torna visíveis as sexualidades contra-hegemônicas no espaço institucional.

No caso de exposições de expressão provocativa, as obras se opõem a uma imagem heteronormativa, sugerindo gestos e estéticas de identidades e sexualidades indisciplinadas, fugindo da norma.

Na perspectiva global, a inclusão de artistas afro-descendentes, como na 56ª Bienal de Veneza, não se problematiza o racismo. A compreensão do racismo, como forma de poder, determina o que deve viver ou o que deve morrer (FOUCAULT, 1992). Promover o socialismo, por meio de uma crítica ao Capital, ou curador, reutiliza os próprios mecanismos de poder do Estado industrial que deseja criticar.

Mostras de arte de arquivos *queer* modificam a estética do sujeito contemporâneo, abrindo uma paisagem enterrada e interferindo em uma ciência limpa, pura e branca.

A representatividade de uma identidade minoritária não significa seu empoderamento. O que significa que não basta representar uma identidade minoritária ou excluída. A democracia identitária não pode ser reduzida à sua representatividade. É evidente que a batalha no campo por constituir-se como um porta-voz, como artista ou como curador de arte dos minorizados, é uma luta pelo poder de enunciação de uma política de identidade. A possibilidade dessa política de identidade ser ou não integrada nas instituições que aspiramos enfrentar depende de nossos estudos e pesquisas. Nunca mais a história, a teoria, a estética e a crítica da arte foram tão importantes.

O modelo curatorial que se propõe para a expansão ou sujeição das relações de identidade é definitivo. Em outras palavras, a democracia de identidade não pode se esgotar em sua representação em uma exposição. Outros modelos curatoriais que favoreçam a criatividade identitária devem ser investigados, para que as relações entre os sujeitos contemporâneos sejam mais críticas e autônomas, no que diz respeito ao seu deslocamento institucional. A noção de sujeito que a exposição visualiza deve ir além da definição identitária que a classifica, disciplina e designa. A arte, como exposição, poderia propor ou continuar a propor formas emancipatórias de identificação, para a configuração de uma cultura mais justa, livre e autônoma.

Referências

ANZALDÚA, Gloria. La conciencia de la mestiza. Towards a new consciousness (1987). In: CONBOY, K. et al. **Writing the body**: 348 female embodiment and feminist theory. New York: Columbia University Press, 1997. pp. 233-247.

BLANCA, Rosa Maria. Exposições queer: contextos mundiais e locais. **Cadernos de Gênero e Diversidades**. v. 3, n. 3, p. 93-107, 2017.

CHADWICK, Whitney. **Women, Art, and Society**. London / New York: Thames & Hudson, 2002.

DÍAZ, Andrea; DORREGO, Nando; VOLTÀ, Gerard. “¿Archivar es siempre radical? A propósito del ¿Archivo queer? del Museo Reina Sofía. **Revista Acta**. n. 1, 2016.

ENWEZOR, Okwui. **All the World's Futures – Curatorial Statement**. 56th Venice Biennale. Universes in Universes, 2015.

FOUCAULT, Michel. **Genealogía del racismo (Il faut défendre la société)**. La Plata: Altamira, 1992.

FOUCAULT, Michel. **L'Archéologie du savoir**. Paris: Gallimard, 1969.

FUSS, Diane. **Essentially Speaking: Feminism, Nature and Difference**. New York: Routledge, 1989.

GUILLAUMIN, Colette. **L'ideologie raciste: genèse et langage actuel**. Paris: Mouton & Co. 1972.

HARDING, Sandra. Modernities, Sciences, and Democracy. In: O. Skovmose et al. (Eds.) **University Science and Mathematics in transition**. Springer Science – Business Media LLC, p. 301-324, 2009.

JONES, Amelia; SILVA, Erin. História da arte feminista queer, uma genealogia imperfeita. In: PEDROSA, Adriano; MESQUITA, André (Orgs.). **Histórias da sexualidade: antologia**. São Paulo: MASP, 2017.

JOSELIT, David. **From de archives: exhibiting gender**. Art in America. March, 2017.

KATZ, Jonathan; SÖLL, Anne. Editorial: Queer Exhibitions / Queer Curating. In: **On Curating**. Queer Curating. No. 37. May, 2018.

KNIGHT, Christopher. **More famine than feast: focusing on the flawed 'Dinner Party' undermines 'Sexual Politics'**. Los Angeles Times, May 2, 1996.

LANGFELD, Gregor. The canon in art history: concepts and approaches. **Journal of Art Historiography**. 19, p. 1-18, Dec., 2018.

NIETZSCHE, Friedrich. **Genealogía de la moral**. Madrid: Alianza Editorial, 1996.

NOCHLIN, Linda. Western art: It's a White male thing. In: REILLY, Maura. **Curatorial activism: toward an ethics of curating**. London: Thames & Hudson, 2018.

OWENS, Craig. O discurso dos outros: feministas e pós-modernismo. In: PEDROSA, Adriano; MESQUITA, André. **Histórias da sexualidade: antologia**. São Paulo: MASP, 2017.

REILLY, Maura. **Curatorial activism: toward an ethics of curating**. London: Thames & Hudson, 2018a.

REILLY, Maura. Challenging Hetero-centrism and Lesbo-/Homo-phobia: A History of LGBTQ exhibitions in the U. S. A. In: **On Curating**. Queer Curating. No. 37. May, 2018b.

SILAS, Martí. Bienal de Veneza 2015 é edição com maior delegação de artistas negros. **Folha Ilustrada**, 08/05/2015.

SIMIONI, Ana Paula Cavalcanti. **Profissão artista: mulheres, atividades artísticas e condicionantes sociais no Brasil de finais dos Oitocentos**. XXIV CBHA, 2004.

WILSON, Judith. "[The art world] is one of the last bastions of white supremacy-by-exclusion". In: REILLY, Maura. **Curatorial activism: toward an ethics of curating**. London: Thames & Hudson, 2018.

WITTIG, Monique. **La pensée straight**. Paris: Amsterdam: 2007.

BIOPOLÍTICA E PRODUÇÃO DE SUBJETIVIDADE EM UMA EXPERIÊNCIA PANDÊMICA

Sabrina Helena Ferigato

Giovana Garcia Morato

Paula Fernanda de Andrade Leite

Introdução

Saúde, vida, poder e produção de subjetividade são temas que nos atravessam fortemente ao longo de nossa existência, tenhamos nós maior ou menor consciência disso. 2020 foi um ano que nos marcou a todos e todas pelo escancaramento da indissociabilidade entre esses termos, em decorrência da experiência individual e coletiva da pandemia da Covid-19, a maior emergência em saúde pública dos últimos séculos.

Para problematizarmos esse processo, neste texto, abordaremos a noção de biopolítica, conforme proposto por Foucault (2004), produzindo articulações entre o pensamento foucaultiano e os contornos específicos que suas formulações adquirem em um contexto neoliberal e de pandemia, com o objetivo de explorar parcialmente os efeitos da biopolítica na produção de subjetividade humana.

Além de Michel Foucault, adotaremos outros intercessores teóricos e campos do saber, entre as quais citamos formulações da Filosofia da Diferença, contribuições teórico-práticas da Saúde Coletiva brasileira (especialmente de sanitaristas que adotam a análise micropolítica da produção de saúde) e referenciais da Terapia Ocupacional como produção de vida.

Nosso percurso inclui primeiramente um recuo conceitual para apresentar as noções das quais partimos ao adotar conceitos complexos como Biopolítica, poder e subjetividade. A seguir, procuramos explicitar parte dos efeitos da biopolítica na produção de subjetividade e de que forma esse processo se agudiza com a experiência da pandemia da Covid-19.

O Poder em Michel Foucault: da disciplinarização dos corpos ao biopoder

Antes de adentrarmos ao tema da biopolítica propriamente dito, faz-se necessária uma breve explanação sobre a noção de poder em Foucault, uma vez que a biopolítica se consolida especialmente a partir das variações das formas de exercício do poder em diferentes contextos socio-histórico-culturais.

Para Foucault (2004), o poder se define como modos de ação mais ou menos refletidos e calculados, destinados a agir sobre as possibilidades de ação dos outros. Nesse sentido, o exercício do poder se diferenciaria do exercício da ética, na medida em que a ética se refere à nossa capacidade de agir sobre nossas próprias ações. Para o filósofo francês, o poder mais se exerce do que se possui. Em outros termos, o poder não existe em si mesmo, ele só existe *em relação*, e todas as relações humanas são em maior ou menor medida atravessadas por relações de poder.

Foucault (2004) acrescenta que o poder é coexistente à vida social, se expressando como uma tecnologia política que opera no corpo social. Para entendê-lo é necessário entrar em sua microprática ou na “microfísica do poder”, que produz jogos estratégicos em nosso cotidiano. Esses jogos são também indissociáveis das relações de produção de saber e produção de subjetividade. O exercício do poder cria saber e o saber acarreta efeitos de poder, sendo que saber-poder são substâncias constitutivas da produção de verdade e subjetividade.

Ao analisar as relações de poder e suas transformações do ponto de vista histórico, Foucault (2004) sugere que, temporalmente, as relações de poder se sofisticaram de modo que, desde o poder soberano (característico da sociedade medieval) até as sociedades modernas o objeto de investimento do poder sofreu variações significativas.

Para demarcar essas variações, Foucault (2004) propõe que vivemos um período de transição entre o denominado “poder disciplinar” para as estratégias políticas do “biopoder” ou biopolítica.

O **poder disciplinar**, característico das sociedades industriais, se caracteriza por um treinamento ortopédico do corpo ou, como denomina Foucault (1987), por uma

anátomo-política do corpo, que permite produzir “corpos dóceis e úteis”, extraindo deles tempo e trabalho, mais do que bens territoriais e riqueza (como era o caso do poder soberano). Regulado a partir das disciplinas e por meio de instituições disciplinares (como a família, as escolas, igrejas, hospitais psiquiátricos, as prisões, os conventos e o exército), o poder disciplinar se institui por meio de mecanismos regulatórios como a gestão do tempo/espço, a hierarquia, a vigilância e a gestão das populações. O poder disciplinar foi amplamente discutido por Foucault em *História da Loucura* (lançado em 1961), *Vigiar e Punir* (lançado em 1975) e *Microfísica do poder* (lançado em 1979).

Já na modalidade denominada **Biopoder**, característico das sociedades modernas, liberais e neoliberais, o objeto de investimento do poder deixa de ser apenas o corpo e a força de trabalho e passa a ser a vida (bio). Os processos do viver e a produção do desejo passam a funcionar como um capital em si. Com essa transformação, o poder institucional e a vigilância se capilarizam em nossa cotidianidade, por meio de uma gama diversa de estratégias de controle material e imaterial dos corpos (não mais por exploração apenas, mas também por hiperestimulação). Por exemplo, não basta mais o a produção de corpos disciplinados por meio de instituições como a escola e as igrejas, é necessário produzir próprio desejo por uma vigilância permanente de si, calcada em uma produção sistemática de novos desejos pela mídia e outros canais de poder: o corpo magro perfeito, o hábito alimentar exemplar, a sexualidade performática, o trabalhador “empreendedor de si mesmo”.

Foucault (1999) utilizou o conceito de biopoder pela primeira vez em seus cursos no Collège de France em 1973, e textualmente em *A vontade de saber*, primeiro volume da trilogia de *História da Sexualidade* (publicado em 1976).

Essas alterações dos modos a partir dos quais o poder se exerce, modificam profundamente nossas ações e nossas relações com o binômio vida X morte. Enquanto o poder soberano *faz morrer e deixa viver*, e o poder disciplinar *explora a força do corpo*; o biopoder *faz viver e deixa morrer*, estimulando a vitalidade controlada do corpo hiperexcitado. Dois regimes, duas lógicas, duas concepções de morte, de vida, de corpo (PELBART, 2007).

Pelbart (2007) chama a nossa atenção para os paradoxos constitutivos do biopoder: nele, a vida é o alvo do capital, assim como a vitalidade é sinônimo de valor no capitalismo. Ao mesmo tempo, o capital que quer consumir toda a vitalidade dos corpos individuais e coletivos, não sobrevive se essa mesma vida/vitalidade se esgotar.

O termo **Biopolítica** foi lançado por Foucault num sentido crítico, remetendo a uma modalidade do biopoder e de governo sobre a regulação da população, (por exemplo por meio do desenvolvimento da medicina social e o controle de natalidade, longevidade, mortalidade etc) mas acabou assumindo, nos últimos anos, um sentido diferente, inverso, positivo, mais abrangente, em alusão à vitalidade social e sua potência política (BENEVIDES; BARROS, 2001; HARDT; NEGRI, 2004); mas para Foucault a Biopolítica é a modalidade de exercício do biopoder para a gestão de populações.

Biopolítica e subjetividade contemporânea

Depois de Foucault, diversos conceitos foram produzidos no campo das ciências humanas e da vida para fortalecer a noção foucaultiana de subjetividade. Para dialogar diretamente com a produção sobre a Biopolítica, nos pautaremos basicamente por referenciais de subjetividade produzidos no campo da Filosofia da Diferença. Vale registrar que, os filósofos da diferença (Nietzsche, Foucault, Deleuze, Guattari, Derrida, entre outros) tem em Spinoza uma raiz comum para a compreensão da subjetividade e do desejo. Para eles, a subjetividade se caracteriza por uma produção social, relacional, coletiva, imanente e necessariamente produtora de processos de diferenciação e de cultura. Ou seja, a subjetividade é aqui tomada como *processo de subjetivação*, um movimento de desdobrar-se a si mesmo na relação com o outro (pessoas, objetos, ambientes, ideias), como um processo de tornar-se outro, de vir a ser ou de devir (DELEUZE; GUATTARI, 1996).

Para deixar explícita essa indissociação entre a cultura e a subjetividade individual e coletiva, Guattari (1986) cunhou a expressão 'subjetividade capitalística' para se referir à produção subjetiva ocidental em tempos da cultura capitalista e da expansão do 'capitalismo mundial integrado' (CMI). Neste contexto, a subjetividade é

tomada como matéria-prima do capital (com maior ênfase, especialmente, na produção dirigida do desejo e no investimento intermitente do/no corpo-tempo de cada sujeito individual e coletivo).

Neste sentido, mais do que a força de trabalho, interessa ao capital o controle dos corpos e o direcionamento do nosso desejo. Para isso, é necessário produzir um desejo canalizado para o consumo com a gestão do nosso tempo-movimento em cada ação cotidiana para além do espaço de trabalho.

Em um sentido similar, Rolnik (2019) nos presenteia com o conceito de 'subjetividade colonial capitalística' em que a própria vida passa a ser rebaixada, cafetinada e reduzida à processos de cumplicidade que, paradoxalmente, nos levam a desejar justamente o que nos escraviza, o que nos submete. Essa submissão ou cumplicidade se naturaliza por meio dos processos de 'colonização do inconsciente' - extrativismo colonial que se aplica não apenas para territórios e corpos, mas também para os processos de produção de desejo e subjetividade (ROLNIK, 2019).

Agambem (2000) chamou de vida nua/vida besta esse processo de redução da vida à sobrevivência produtivista.

Afinal, o que nos é vendido o tempo todo, senão modos de viver? maneiras de ver e de sentir, de pensar e de perceber, de morar e de dar forma ao corpo, de vestir? O fato é que consumimos, mais do que bens, consumimos *formas de vida*, consumimos toneladas de subjetividade (PELBART, 2003, p. 20).

Experimentos mais contemporâneos - como a radicalização das políticas neoliberais em governos de extrema direita ou a consolidação de uma nova ecologia comunicacional pautada nas redes sociais e na governança algorítmica, agudizam os efeitos da produção da subjetividade capitalística, imersas no bojo da cibercultura e a financeirização da vida.

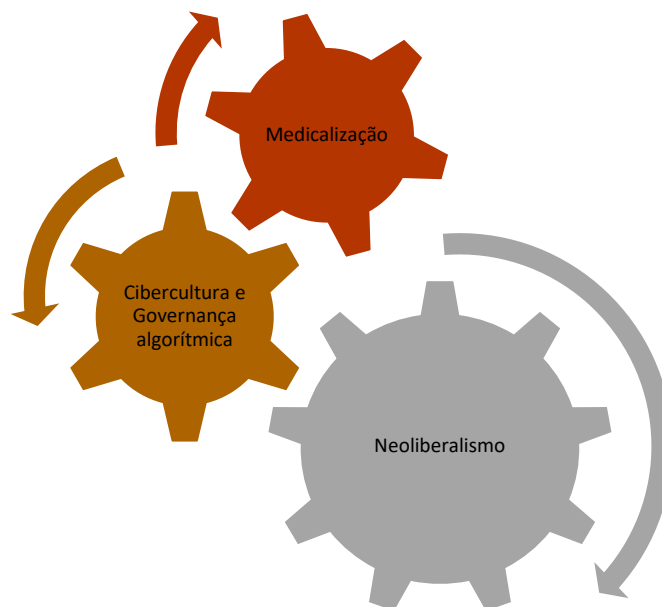
Um dos principais efeitos desse processo de modulação subjetiva neoliberal é a produção de um mal-estar coletivo que se reverbera ou se expressa de muitas formas, entre elas, a produção de violência, de polarizações e especialmente na produção de sofrimentos psíquicos: ansiedade, apatia, tristeza, insônia, irritabilidade, ideação suicida, etc. Esses sofrimentos e violências podem também se cristalizar em diagnósticos: depressão, síndrome do pânico, vícios tecnológicos, uso abusivo de substâncias, bipolaridade, transtornos de humor, etc.

Em uma mirada biopolítica, essa cristalização ganha um novo contorno quando associada aos processos de medicalização da vida (TESSER, 2006) e psiquiatrização do sofrimento (GUARIDO, 2007). A medicalização/psiquiatrização da vida serve não só ao crescimento do complexo médico industrial e a indústria farmacêutica, como essencialmente ao anestesiamento dos corpos e à sustentação da paralisia coletiva, uma vez que a sociedade passa a responder aos processos de cafetinagem da vida, localizando no indivíduo o problema e na individualização as tentativas de fracasso ou sucesso em solucioná-lo.

Segundo Pelbart (2016), o sintoma mais flagrante e coletivamente compartilhado em diferentes países neste contexto de subjetivação capitalística é um *‘estado geral de esgotamento’* - uma expressão corporal das forças que se atualizam na composição social neoliberal. Como nos ensina o autor, diferentemente do corpo cansado, que tem suas energias repostas após o descanso, o corpo esgotado, esgotou-se a si mesmo como um reservatório de possíveis.

No campo da saúde, os processos de medicalização/psiquiatrização da vida para responder a esses processos de esgotamento estão cada vez mais fortes, bem como também os movimentos de resistência a ele, ou a produção de alternativas ao que podemos denominar como *‘cientificismo biomédico neoliberal’*, ou seja, um conjunto de ações clínicas pautadas no intervencionismo prescritivo em um corpo reduzido em sua dimensão biológica e/ou em sua resposta econômica-produtivista.

Figura 1: fonte própria



Esses processos, quando somados às relações geopolíticas e econômicas a que estamos submetidos, produz um processo de fortalecimento da Necropolítica (MBEMBE, 2007), um jogo de forças ainda mais radical que a Biopolítica, por seu caráter político de *fazer morrer* e *deixar matar* corpos que não respondam ao sobrevivencialismo socio-econômico ou mais do que isso, que mobilizam, em sua morte a vitalidade de forças hegemônicas (como o colonialismo, o racismo, o patriarcado ou a heteronormatividade). Ou seja, se a biopolítica se concentrou na gestão da vida, a necropolítica se concentra na gestão da morte de corpos selecionados como corpos matáveis (corpos dissidentes), corpos atravessados pela colonização e racialização dos discursos.

Presente para os corpos colonizados, pretos e pobres desde a escravidão e da diáspora africana, a Necropolítica se reedita no contexto pandêmico atual, assim como a Biopolítica nos estados de excessão (AGAMBEM, 2000).

É por meio desse confronto com a morte que ele ou ela é lançado(a) no movimento incessante da história. Tornar-se sujeito, portanto, supõe sustentar o trabalho da morte. [...] A política é, portanto, a morte que vive uma vida humana. Essa também é a definição de conhecimento absoluto e soberania: arriscar a totalidade de uma vida. (MBEMBE, 2018, p. 125).

Num contexto em que se atualizam forças bio e necropolíticas, a redução da Ciência à sua dimensão biológica e da Política ao mercado passam a ser insuficientes para a sustentação do *status quo*. Nos contextos de sua aplicação, mais do que produzir uma Ciência nova, passa a ser mais efetivo **negar** a própria Ciência e/ou a Política como elementos em defesa da vida. O movimento negacionista, bem como a Bio e a Necropolítica são fenômenos que têm ganhado dimensões inimagináveis no contexto atual, como escancara o processo da pandemia da Covid-19 no Brasil.

A Infodemia de produção de verdades sobre a doença e sobre a vida, bem como palavras de ordem divergentes como “Fique em casa” ou “a economia não pode parar” são expressões da eficiência biopolítica/necropolítica na produção de incertezas e polarizações, *deixando viver* corpos úteis e *fazendo morrer* corpos considerados “matáveis”.

Pela via da biomedicina neoliberal produz-se o superinvestimento individual e o fetiche pelas tecnologias (como por exemplo o a medicalização e o investimento isolado em EPIs e respiradores), em completo detrimento de políticas coletivas como a atenção primária em saúde e políticas sociais.

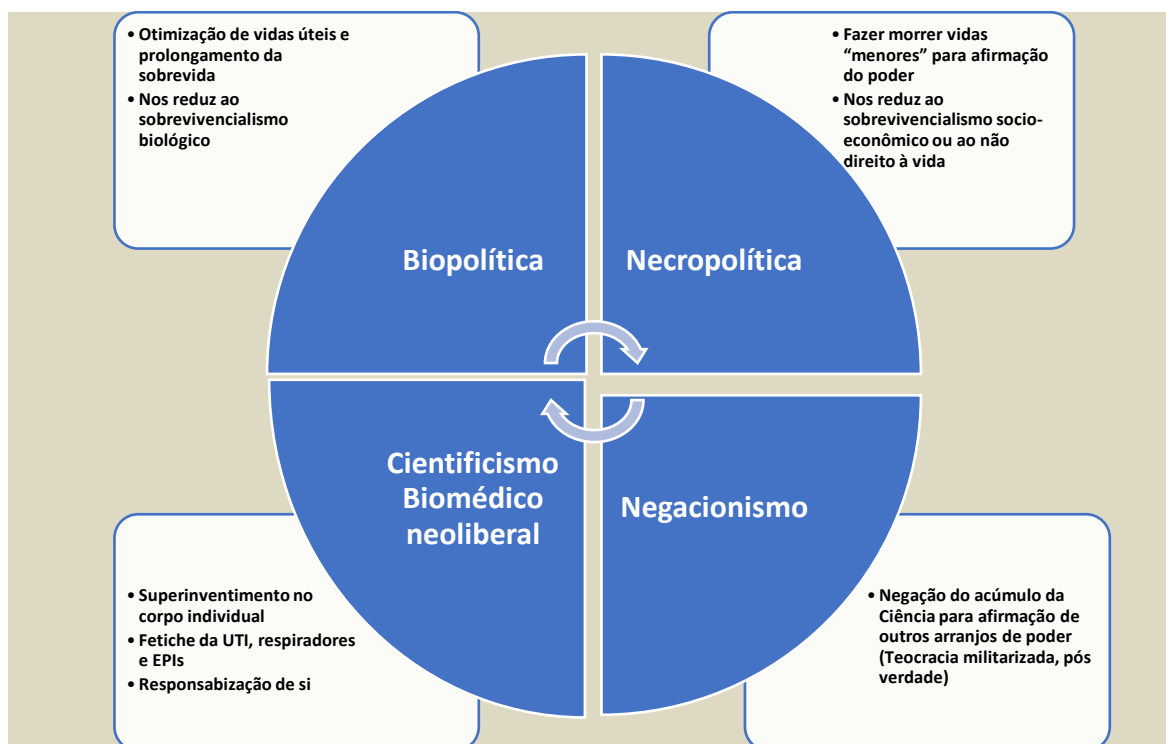
Os fenômenos supracitados produzem uma espécie de linguagem, que tende a induzir e/ou reforçar comportamentos e decisões individualistas os quais, por vezes, vêm traduzidos por expressões como “eu uso máscara se eu quiser” ou “ninguém pode me obrigar a tomar vacina” ou “preciso romper o isolamento em nome da minha saúde mental”. Esse funcionamento reforça o distanciamento da nossa percepção do comum e a produção de incertezas e polarizações, criando um sistema que se retroalimenta e se expande, cujo resultado é o seu alto potencial gerador de sofrimento e de impactos consideráveis na saúde geral e mental da população.

Uma leitura e compreensão de tais sofrimentos e impactos descontextualizados, ou apartados de uma análise crítica sobre seus determinantes políticos e sociais atuais, incorrem no risco de tomar como individual um fenômeno que é coletivo e que, portanto, demanda soluções coletivamente sustentadas. Sob esta lógica, a expressão do sofrimento tende a ser concebida como fraqueza, como injustificada ou, na pior das hipóteses, enquadrada em um código diagnóstico, dando continuidade à tendência de responsabilizar o sujeito que sofre e, por consequência,

lhe oferecendo estratégias pontuais e individuais que pouco contribuem com sua condição, posto que tal condição se encontra inscrita em um universo subjetivo e que, em última instância, revela as dores de (sobre)viver em um cenário como o atual.

Para uma gestão bio/necropolítica, não menos eficiente é a política de deixar morrer milhares de idosos e desassistir deliberadamente indígenas, quilombolas e populações periféricas, majoritariamente compostas por pessoas pretas.

Figura 2. Fonte: própria



Mas a questão que não devemos calar é: a quem interessa a endemização da pandemia? Dito de outro modo, a quem interessa "a permanência de vidas se arrastando como sombras de si mesmas, onde riscos e prazeres são controlados artificialmente, para serem prolongados ao máximo um estado de vigilância permanente de si e do outro?" (PELBART, 2007, sn) ou o genocídio por parte do Estado de parcela significativa da população?

Biopotência e resistência

Para Foucault, ao Biopoder (poder *sobre* a vida), opõe-se a biopotência (o poder e a potência *da* vida), que inclui a capacidade de criação do novo (novos corpos, novas atividades, novos mundos), ou, dito de outra forma, a biopotência garante a preservação e a variação das formas de vida, como uma manancial de formas de existência e germinação de mundos (QUARENTEI; ROLNIK, 2019).

Foucault (2004) utilizou o termo *resistência* para caracterizar essa potência que é sempre coexistente aos jogos de poder, ou seja, onde há poder, há resistência. Deleuze e Guattari (2001) traduzem a resistência foucaultiana e a biopotência como a capacidade do vivo de ativar a potência "política" da vida na medida em que ela faz variar suas formas e reinventa suas coordenadas de enunciação.

Nesta perspectiva, contextos como esse em que estamos vivendo com a pandemia – de profunda desagregação do tecido social e relacional – ao mesmo tempo em que são campos abertos para o exercício biopolítico e/ou necropolítico, são também solos férteis para a criação de resistências e para o fortalecimento da nossa biopotência.

Movimentos de resistência e criação se evidenciaram na pandemia em diferentes processos nos quais a vulnerabilidade coletiva e planetária em relação ao contágio viral (mesmo que de forma desigual) pode nos tirar de um estado de rebaixamento do desejo e da subjetividade, especialmente ao possibilitar para muitas pessoas, uma ampliação da percepção do quanto nossa vitalidade está substancialmente relacionada às nossas relações de interdependência e à produção de comum (TEIXEIRA, 2015).

Para Pelbart (2003) ativar nossas biopotências está diretamente relacionado à possibilidade de estarmos entregues às nossas vulnerabilidades e à percepção do corpo (individual e coletivo) em sua condição de fragilidade. Isso implica uma abertura do corpo ao seu estado de afetar e ser afetado pelo mundo, em relações de interdependência. Para ele, a fragilidade do corpo em crise dá passagem a outras forças que um 'corpo blindado' não permitiria (PELBART, 2003). Para corpos blindados, ou "corpos de atleta" resta a percepção de que estamos em uma gripezinha

ou em uma negação da vida, tanto em sua potência comum quanto em sua fragilidade. Ou seja, mais do que combater o risco ou o biopoder, é preciso estar à altura das nossas fraquezas (PELBART, 2007).

Assim como um ser microscópico não-humano como o SARS-Cov se mostrou capaz de, em sua invisibilidade, mobilizar o mundo todo, Guattari (1986) nos chama atenção para a necessidade de exercermos a potência dos invisíveis ou para ativarmos nossa resistência coletiva em “revoluções moleculares”, revoluções micropolíticas que nos ajudem a sair do lugar de reféns da macropolítica, (da mídia, das instituições ou do Estado). Essas revoluções estão diretamente relacionadas à pulsações políticas do desejo que se atualizam em um agir cotidiano, em um devir revolucionário.

Pressupõe-se, com esse conceito, que micro-revoluções cotidianas são aquelas capazes de criar novas realidades, na medida em que elas se dão processualmente a partir da produção de novos fluxos de **desejo e ação** e com isso, novas formas de ser, sentir, pensar e agir. Não se trata de uma negação da importância das lutas e ações macropolíticas, mas sim, da compreensão de que elas são impotentes se não forem convergentes com sua dimensão micropolítica e incorporadas em nossas atividades cotidianas, afinal, “a vida humana constitui-se em uma de suas dimensões num continuum incessante de atividades” (QUARENTEI, s.n, 2007).

Parte importante dos trabalhadores e trabalhadoras do Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro atualizaram esse conceito na pele e seguem resistindo e criando estratégias de cuidado em cenários precarizados. Movimentos comunitários como a Frente Favela Brasil (Recife), a Rocinha Resiste (Rio de Janeiro) ou como a ação da favela de Paraisópolis (São Paulo) são exemplos dessas revoluções, já que, à despeito da bio/necropolítica neoliberal que o Estado brasileiro exerce sobre as favelas, é neste mesmo chão, neste mesmo território existencial que germinam ações coletivas de resistência e criação. Ações criativas de promoção/prevenção, de combate ao vírus, de assistência à população, de cuidado com os infectados e com as pessoas pertencentes ao grupo de risco; ações de colaboração econômica, de solidariedade mútua entre moradores, de expressões artístico-culturais, tudo isso produzido no campo micropolítico, nos territórios onde a vida acontece, produzido pelo

protagonismo dos sobreviventes/viventes desses territórios em parceria com entidades assistenciais e profissionais de saúde, da assistência social e educação, artistas e lideranças populares.

Considerações finais

Após quase um ano de cenário pandêmico no país, podemos olhar para trás e identificar processos comuns que atravessaram nossa subjetividade individual e coletiva das menores esferas políticas e sensíveis às mais vastas experiências produtoras de angústia, ligadas diretamente à gestão pública do caos e do desinteresse.

Uma interferência microscópica em nossas vidas cotidianas que drasticamente alterou nosso modo de nos interrelacionar também expôs uma ideia desconfortável: de que somos impotentes diante da morte e que a experiência do luto nos expõe fragilidades inimagináveis. De inseguranças e receios, em meio à vulneráveis atores, descobrimos que a morte pode somar um plano político, de um jogo de quem vive ou morre.

Nesta retrospectiva crítica, os conceitos da Filosofia da Diferença e Saúde Coletiva Brasileira, reverberam possibilidades de compreendermos um espaço limítrofe entre o que nos produziu estagnação e morte, e o que nos despertou “biopotência”. Damos luz ao poder de viver, de criar, de cocriar e de resistir em um palco que nos desperta à partir de um lugar de vulnerabilidade e desestabilidade. O nome deste espetáculo, ainda é incerto. Está em cartaz nos palanques bio/necropolíticos neoliberais e a plateia é participante. Cada movimento, individual ou coletivo, desafia um roteiro capitalístico pré-estabelecido e norteia nossa peça para o lugar de re-existência.

A tragédia global é certa, lastimável e indiscutível, mas com toda certeza produzimos vida na resistência. Sobrevivemos, sim, mas também vivemos.

Referências bibliográficas

AGAMBEN, G. A imanência absoluta. In: ALLIEZ, E. (Org.). **Gilles Deleuze: uma vida filosófica**. São Paulo: 34 Letras, 2000.

BENEVIDES DE BARROS, R; PASSOS, E. Clínica e biopolítica na experiência do contemporâneo. **Rev de Psicologia Clínica PC/RJ**, v. 13, n. 1; p. 89-100, 2001.

DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. **Mil Platôs: capitalismo e esquizofrenia** v. 2. São Paulo: Ed. 34, v. 1, 2001.

DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. **Mil Platôs – Capitalismo e Esquizofrenia**: v. 3. Rio de Janeiro: 34. 1996.

FOUCAULT, Michel. **Vigiar e Punir: nascimento da prisão**. Trad. Lúcia M. Ponde Vassalo. Petrópolis: Vozes, 1987.

FOUCAULT, Michel. **Microfísica do poder**. 10. ed, Rio de Janeiro: Graal, 2004.

FOUCAULT, Michel. **El poder psiquiátrico: Curso en el Collège de France (1973–1974)**. Tradução de Horacio Pons. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2007.

FOUCAULT, Michel. **História da Sexualidade: A vontade de saber**. Rio de Janeiro: Graal, 1999.

FOUCAULT, Michel. **História da loucura**. São Paulo: Perspectiva, 2008.

FOUCAULT, Michel. **Problematização do sujeito: Psicologia, psiquiatria, psicanálise**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010.

GUARIDO, R. A medicalização do sofrimento psíquico: Considerações sobre o discurso psiquiátrico e seus efeitos na educação. **Educação e Pesquisa**, v. 33, n. 1, p. 151-161, 2007.

GUATTARI, F. **Revolução Molecular: pulsações políticas do desejo**. Tradução de Suely Rolnik. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 1986.

HARDT, Michael; NEGRI, Antonio. **Multitude: War and Democracy in the Age of Empire**, New York: Penguin, 2004.

MBEMBE, Achille. **Necropolítica**. 3. ed. São Paulo: N-1 Edições, 2018. 80 p.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. OMS. Organização Mundial da Saúde. Repositório Institucional para Troca de Informações – Iris. **Fichas Informativas COVID-19: entenda a infodemia e a desinformação na luta contra a COVID-19** [Internet]. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; 2020. Disponível em: <<https://iris.paho.org/handle/10665.2/52054?locale-attribute=pt>>



PELBART, Peter Pál. **Vida capital**. Ensaios de biopolítica. São Paulo: Editora Iluminuras, 2003.

PELBART, Peter Pál. Biopolítica. **Sala Preta**, São Paulo, n. 7, p. 57-65, 2007.

PELBART, Peter Pál. **O avesso do niilismo**: cartografias do esgotamento. São Paulo. N-1 Edições, 2016.

QUARENTEI, M. Do ocupar à criação de territórios existenciais. Comunicação oral In: X Congresso Brasileiro de Terapia Ocupacional: contextos, territórios e diversidades. **Anais**. Goiânia, 2007.

ROLNIK, S. **Esferas da insurreição**: notas para uma vida não cafetinada. São Paulo: N-1 Edições, 2019.

TESSER, C. D. Medicalização social (I): O excessivo sucesso do epistemicídio moderno na saúde. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 10, n. 19, p. 61-76, 2006a.

TEIXEIRA, Ricardo Rodrigues. As dimensões da produção do comum e a saúde. **Saude soc.** [online]. 2015, v.24, suppl.1 [cited 2020-10-22], p. 27-43.

COMO APLICAR METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM COM O APOIO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO

Sidnei Renato Silveira¹

1 Introdução

Atualmente as TDICs (Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação) estão cada vez mais presentes em todos os setores e são essenciais à sociedade do conhecimento. Na Educação, o uso das TDICs está em franca expansão, destacando-se a utilização de AVAs (Ambientes Virtuais de Aprendizagem) e os *Softwares* Educacionais, especialmente em meio ao isolamento social provocado pela Pandemia de COVID-19 (SILVEIRA et al. 2020a; SILVEIRA et al., 2020b). Para que as instituições educacionais pudessem continuar suas atividades em meio ao isolamento social, uma das estratégias adotadas foi a modalidade de ensino remoto (COSTA, 2020; SEDUC-RS, 2020).

Neste contexto da Pandemia de COVID-19 cabe destacar algumas diferenças importantes entre o conceito de EaD (Educação a Distância) e de ensino remoto. Algumas instituições estão utilizando o termo EaD quando, na verdade, o que está sendo realizado é o ensino remoto, de forma emergencial. A EaD compreende um projeto pedagógico diferenciado, com currículos baseados em materiais didáticos-digitais interativos, vídeoaulas, professores conteudistas, professores formadores, tutores, enfim, toda uma infraestrutura específica, que não existe nesse contexto emergencial do ensino remoto (PEREIRA et al., 2017, SILVEIRA et al., 2019a).

O ano de 2020 trouxe inúmeras dificuldades relacionadas à pandemia da COVID-19, que impôs a mudança de comportamento da sociedade, incluindo as

¹ Professor do Departamento de Tecnologia da Informação da UFSM – Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen/RS

instituições educacionais. Devido ao isolamento social, para conter a contaminação do novo coronavírus, as instituições de ensino suspenderam suas atividades presenciais, desde meados de março de 2020, levando em conta o elevado risco de contágio nestes ambientes (CORADINI, 2020). Para que o semestre letivo não fosse suspenso, algumas instituições de ensino definiram estratégias, tal como a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), que instituiu o regime denominado REDE (Regime Especial Domiciliar de Estudos), de acordo com as instruções normativas da PROGRAD (Pró-Reitoria de Graduação) 02/2020/PROGRAD/UFSM e 03/2020/PROGRAD/UFSM (UFSM, 2020a; UFSM, 2020b). Sendo assim, a UFSM sugeriu aos seus professores que adotassem recursos de TDICs em seu fazer pedagógico. Entretanto, grande parte dos docentes não possuía, até então, nenhuma experiência ou formação para a utilização destas tecnologias, para dar conta de atividades realizadas de forma remota, mesmo os que atuam na Educação Superior (INSTITUTO PENÍNSULA, 2020).

Além da aplicação das TDICs, diversos pesquisadores têm discutido a implantação de metodologias ativas de aprendizagem, colocando o aluno como centro dos processos de ensino e de aprendizagem. As metodologias ativas de aprendizagem compreendem os alunos como sujeitos, que constroem seu próprio conhecimento (BERGMANN, 2018; BERGMANN; SAMS, 2018).

É neste contexto que este capítulo discute a aplicação das TDICs e de metodologias ativas de aprendizagem, visando a favorecer a autonomia dos alunos, ampliando os espaços educacionais, apoiando a docência *on line* e os processos de ensino e de aprendizagem mediados pela tecnologia.

2 Metodologias ativas de aprendizagem

As metodologias ativas de aprendizagem compreendem a participação efetiva dos alunos nos processos de ensino e de aprendizagem. De acordo com essas metodologias, o professor deve utilizar, cada vez menos, os recursos das aulas expositivas. As aulas expositivas seguem o método tradicional de ensino, em que o professor é o detentor do conhecimento. O método tradicional de ensino é conhecido como educação bancária, onde o professor “deposita conhecimento no aluno”.

Para aplicar as metodologias ativas de aprendizagem os alunos devem estudar os conteúdos teóricos em horários extraclasse e, em aula, devem encontrar professores e colegas para esclarecer as suas dúvidas e realizarem as atividades práticas (BERGMANN, 2018). Esses encontros podem ser presenciais ou de forma *on line*, como tem acontecido durante o período de isolamento social devido à pandemia de COVID-19. Dessa forma, as metodologias ativas de aprendizagem, apoiadas pelas TDICs, podem ser aplicadas em diferentes modalidades de ensino: no ensino remoto, no ensino híbrido e, também, na Educação a Distância (SILVEIRA et al., 2020a).

Uma das implicações compreende a mudança do “dever de casa”. Ao invés de desenvolver exercícios mais simples em sala de aula e de enviar exercícios complexos, para desafiar os alunos nos momentos extraclasse, o espaço de sala de aula será utilizado para desenvolver o dever de casa. Essa mudança é um dos focos de uma das metodologias ativas de aprendizagem, a sala de aula invertida ou *flipped classroom* (BERGMANN, 2018; BERGMANN; SAMS, 2018; ESPÍNDOLA, 2016; RAMAL, 2015).

Os encontros presenciais, ou *on line* (tais como as *lives*) devem ser utilizados, também, para fortalecer os laços entre os estudantes e o professor e entre os estudantes. Estes laços, segundo Bergmann (2018) são importantes para potencializar a aprendizagem.

Para que os alunos possam estudar os conteúdos previamente e se prepararem para os momentos de interação, os mesmos precisam ter acesso prévio ao conteúdo, por meio de diferentes materiais didáticos, especialmente os materiais didáticos-digitais, já que está se falando sobre TDICs. Usando as TDICs, a forma mais comum de disponibilizar estes materiais para os alunos é por meio de AVAs (Ambientes Virtuais de Aprendizagem), tais como o *Moodle* e o *Google Classroom* (SILVEIRA et al., 2020b). Os professores podem elaborar seus próprios materiais didáticos-digitais ou utilizarem materiais existentes, tais como OAs (Objetos de Aprendizagem) disponíveis em vários repositórios e, também, vídeoaulas, disponíveis na *web*. O *Youtube*, por exemplo, é um dos ambientes na *web* que possui inúmeras vídeoaulas. Sempre que os professores optarem por utilizarem materiais já existentes

faz-se necessário avaliá-los antes dos mesmos serem disponibilizados aos alunos, a fim de verificar a adequação à proposta pedagógica.

Com relação aos OAs, existem repositórios institucionais, como é o caso do Manancial da UFSM (UFSM, 2020c), do LUME da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) (UFRGS, 2020) e repositórios internacionais, como o MERLOT (MERLOT, 2020), entre outros. Os OAs podem ser textos em diferentes formatos (tais como arquivos no formato PDF – *Portable Document Format*), jogos, simulações, laboratórios virtuais, entre outros (PARREIRA et al., 2018).

O docente precisa atuar como mediador entre o estudante e o conhecimento e não mais como apenas um expositor de conteúdos. Além disso, o professor pode construir seus próprios materiais didáticos-digitais e/ou utilizar OAs existentes, disponíveis em diversos repositórios. O professor não precisa ser o detentor único do conhecimento, que passa a ser construído pelo grupo. Neste contexto, o aluno aprende de forma mais autônoma, aprende a aprender. Devido à velocidade das informações, precisamos aprender todos os dias. Assim, aprender a aprender é um aspecto muito importante na atual sociedade do conhecimento (ROCHA; COELHO, 2020).

As metodologias ativas de aprendizagem são ideias novas? A questão do aluno como protagonista, como sujeito ativo na construção do conhecimento faz parte da teoria construtivista de Jean Piaget (FRANCO, 2004). A importância da interação faz parte dos estudos de Vygotsky (VYGOTSKY, 2007). Na abordagem construtivista (construtivismo), o aluno é visto como construtor do seu conhecimento, mas que está inserido em uma sociedade, em uma determinada cultura que contribuirá na determinação do seu saber (VYGOTSKY, 2007). A construção do conhecimento, que possibilita a aprendizagem, permite que os alunos assimilem novos conhecimentos, a partir de conceitos já conhecidos. Essa construção envolve interação, estudo, experiência e erro. Neste sentido, os processos de ensino e de aprendizagem não podem envolver meramente atividades repetitivas. O professor precisa estimular os alunos a desenvolverem sua criatividade. Sendo assim, as metodologias ativas de aprendizagem estão embasadas em teorias educacionais consolidadas.

Bergmann (2018) desenvolveu uma pesquisa sobre a aplicação de uma metodologia ativa de aprendizagem, a sala de aula invertida e, em um primeiro

momento, 80% dos alunos disseram preferir esta metodologia. Inicialmente, quando se refere aos professores, 80% não queriam adotar esse modelo. Quais as causas dessa resistência dos docentes? Acomodação? Falta de tempo? Necessidade de elaborar e/ou selecionar materiais didáticos? Necessidade de aprender a trabalhar com diferentes TDICs? Em trabalhos desenvolvidos, compreendendo a qualificação docente, uma das principais queixas dos docentes é a falta de tempo, seguida da falta de políticas públicas para que os mesmos possam se qualificar (SILVEIRA et al., 2020b).

Existem diversas metodologias ativas de aprendizagem, tais como a Aprendizagem baseada em Projetos (*Project Based Learning*), a Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*), a Aprendizagem baseada em Problemas (*Problem Based Learning*), Estudos de Caso, Simulações, Aprendizagem baseada em Jogos, Gamificação, entre outras (SILVEIRA et al., 2019a):

- ✓ Aprendizagem baseada em projetos: a natureza aberta dos projetos possibilita que os alunos se aprofundem em alguns aspectos da sua aprendizagem e permite maior criatividade e envolvimento. Os projetos também permitem que os alunos desempenhem diferentes papéis e possam explorar seus talentos. Além disso, podem ser desenvolvidos projetos interdisciplinares, em diferentes temáticas;
- ✓ Aprendizagem baseada em problemas: podem ser apresentados problemas que devem ser resolvidos pelos alunos. Podem ser utilizados problemas do cotidiano e, a partir da experiência dos alunos (conhecimento empírico), apresentar os conhecimentos científicos da temática abordada;
- ✓ Estudos de Caso: são muito utilizados nas áreas de Administração e de Saúde. Podem ser abordados estudos de caso na área de Administração, mostrando *cases* de sucesso (ou de insucesso) no desenvolvimento de novos negócios. Na área de saúde são utilizados casos clínicos reais ou simulados, para que os alunos estudem os possíveis diagnósticos e tratamentos;

- ✓ Simulações: por meio de ambientes virtuais podem ser construídos simuladores para ensinar pessoas a dirigir automóveis, a pilotar aviões, entre outras possibilidades;
- ✓ Aprendizagem baseada em jogos: baseia-se na utilização de jogos para potencializar a aprendizagem. Podem ser usados jogos de tabuleiro e/ou jogos digitais como, por exemplo, a utilização do jogo de xadrez para apoiar o desenvolvimento do raciocínio lógico.

2.1 Como fazer com que as metodologias ativas funcionem?

Para que as metodologias ativas de aprendizagem funcionem é preciso uma mudança de paradigma, referente aos papéis dos alunos e dos professores. O professor atuará como conteudista, preparando e/ou selecionando materiais didáticos e como mediador do conhecimento e os alunos precisarão adotar uma postura proativa, baseada na interação (interação dos alunos com os materiais didáticos, entre os alunos, entre os alunos e o professor), além da importância do *feedback* individualizado (PEREIRA et al., 2017). O professor também precisa ser mais flexível quanto às expectativas e prazos estipulados para os alunos (BERGMANN, 2018).

Os processos de ensino e de aprendizagem devem ser permeados por avaliações e pelo *feedback* das mesmas. O professor pode utilizar um roteiro de observação de cada aluno, a partir de algumas perguntas (BERGMANN, 2018):

- ✓ O aluno leu os materiais indicados para se preparar para a aula?
- ✓ Assistiu às vídeoaulas?
- ✓ É capaz de aplicar os conceitos estudados?
- ✓ Consegue discutir os conteúdos com os colegas?
- ✓ Consegue resolver os problemas propostos?

Para que as metodologias ativas de aprendizagem funcionem, além da quebra de paradigma dos professores e dos alunos, é preciso que os envolvidos compreendam os benefícios da construção do conhecimento, tais como a autogestão,

autonomia, disposição para trabalhar em equipe e responsabilidade (BERGMANN, 2018). Todas essas características são importantes para que possamos viver na sociedade do conhecimento, como cidadãos ativos e atuarmos no mundo do trabalho.

Os alunos podem ser encorajados a gravarem vídeoaulas e/ou a prepararem miniaulas, estimulando a autonomia e o protagonismo.

Bergmann (2018, p. 48) destaca que o segredo para que as metodologias ativas de aprendizagem funcionem é o relacionamento. “Se quisermos que os alunos se apropriem da aprendizagem em nossas aulas, precisamos alcançar não apenas suas mentes mas também seus corações”.

Para aplicar as metodologias ativas de aprendizagem o tempo de aula deve ser mais curto que o tradicional, mas o trabalho do professor é maior, pois compreende a preparação e/ou seleção dos materiais didáticos com antecedência, além do tradicional planejamento das aulas. Uma das possibilidades destacadas por Bergmann (2018) é a utilização de vídeoaulas, curtas, de no máximo 8 minutos de duração.

Para que as vídeoaulas não sejam apenas assistidas de forma passiva, podem ser realizadas perguntas e/ou solicitar aos alunos que façam anotações. Por exemplo, pode-se solicitar aos alunos que registrem 3 coisas que aprenderam com a vídeoaula, elaborem uma pergunta para ser discutida em grupo e uma dúvida. Essas anotações devem ser utilizadas pelo professor nos momentos interativos, sejam presenciais ou de forma *on line* (BERGMANN, 2018). Apoiados pelas TDICs, as questões podem ser discutidas nos fóruns de discussão, disponíveis nos AVAs.

As vídeoaulas, além de serem curtas, devem abordar um único tópico e introduzir um novo conteúdo. Também podem ser usados no meio da instrução, de acordo com o planejamento do professor. As vídeoaulas não devem conter muito texto e a qualidade do áudio e o tom de voz também são importantes. Além de elaborar suas próprias vídeoaulas, os professores podem utilizar vídeos existentes, disponíveis na *web*, tais como os vídeos do *YouTube* (SILVEIRA et al., 2019b).

Os alunos precisam assistir às vídeoaulas de forma ativa: assistir, escutar e processar, fazendo pausas e anotações. As anotações em papel são importantes e mais significativas para a aprendizagem, mesmo utilizando-se diferentes TDICs como mediadoras dos processos de ensino e de aprendizagem. Segundo Bergmann (2018),

as anotações em papel permitem buscar mais fáceis e rápidas e são mais fáceis de compartilhar.

Além das vídeoaulas, o professor também pode disponibilizar diferentes materiais didáticos digitais complementares, para apoiar os estudos. Após a vídeoaula, o *feedback* é muito importante, seja pelas mensagens trocadas por meio dos fóruns de discussão ou nos momentos interativos síncronos, tais como as aulas ao vivo (*lives*). Nestes momentos o professor deve se utilizar das anotações que foram feitas pelos alunos, questionando-os sobre o que aprenderam na vídeoaula e esclarecendo as dúvidas (SILVEIRA et al., 2020).

3 Considerações finais

O objetivo de aplicar metodologias ativas de aprendizagem apoiadas pelas TDICs vai muito além do modelo de vídeoaulas gravadas ou *on line* (*lives*) adotado, pela grande maioria dos professores, durante o isolamento social devido à Pandemia de COVID-19. O aluno não deve somente assistir às vídeoaulas ou ler textos, ele deve interagir com o conteúdo (BERGMANN, 2018).

Quanto aos materiais didáticos, especialmente os digitais, podem ser utilizados materiais já existentes, tais como Objetos de Aprendizagem (vídeoaulas, por exemplo), disponíveis na Internet.

Quanto à adoção de metodologias ativas de aprendizagem, o professor não deve fazer apenas uma tentativa por algumas aulas e desistir caso os alunos não assistam às vídeoaulas ou não façam as atividades. É preciso retomar a aplicação das metodologias ativas em diferentes disciplinas, com diferentes grupos de alunos, até ajustar o planejamento das aulas e potencializar, efetivamente, os processos de ensino e de aprendizagem.

Os desafios não envolvem só os alunos. Os docentes, como dito anteriormente, precisam se reinventar para atuarem em diferentes papéis, precisam buscar qualificação para utilizarem as TDICs e diferentes metodologias. Esta qualificação docente é um desafio especialmente para os professores de Escolas Públicas, que estão assoberbados de atividades e não dispõem de tempo e recursos financeiros

para buscarem a qualificação constante, necessária para acompanhar a velocidade da sociedade do conhecimento (SILVEIRA *et al.*, 2020).

Muitas questões emergem do período de isolamento social devido à Pandemia de COVID-19, especialmente quando se trata da Educação. Quais são as lições aprendidas? Qual o futuro da Educação na sociedade do conhecimento? A Figura 1 nos mostra o que acontece em um minuto de acesso à Internet, em nível mundial. Fica muito claro que estamos todos conectados e que os espaços educacionais precisam fazer parte deste mundo digital.

Figura 1 - O que acontece em 1 minuto na Internet

(Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/854769204267910836/>).



A maioria de nossos alunos utiliza diferentes TDICs desde muito cedo, pois são conhecidos como nativos digitais. Essa geração está habituada ao raciocínio difuso, a fazer muitas coisas ao mesmo tempo. As instituições educacionais, na maioria das vezes, mantêm-se presas ao modelo mais tradicional de ensino, que valoriza a sequência linear do pensamento. Esse modelo não é atrativo para o aluno. As

instituições não conseguem sintonizar-se ao ritmo dos alunos e também não conseguem aumentar as capacidades dos mesmos, tais como tempo de concentração e autodisciplina (CAMILO, 2017).

Com o avanço das TDICs todas as pessoas precisarão se alfabetizar digitalmente, e essa alfabetização é bem mais do que saber usar o computador. Cada vez mais será necessário desenvolver o raciocínio lógico-matemático, no contexto do Pensamento Computacional. A Computação pesquisa o processo de “resolução de problemas” e desenvolve conceitos, técnicas, metodologias e linguagens, tanto para representar e armazenar informações, quanto para manipulá-las de forma organizada e sistemática por meio de processos bem definidos. A habilidade adquirida para resolver problemas usando técnicas computacionais, bem como analisar criticamente as soluções, é chamada de Pensamento Computacional (SBC, 2018; SILVEIRA et al., 2020c).

Além do Pensamento Computacional, outra área importante é a Inteligência Artificial. Atualmente a Inteligência Artificial está presente no desenvolvimento de inúmeros aplicativos, incluindo os assistentes virtuais que prestam atendimento aos usuários em instituições bancárias, por exemplo. Sendo assim, na sociedade do conhecimento, todos nós precisaremos entender o que são os Sistemas Inteligentes e como a Inteligência Artificial afetará as nossas vidas (LORENZI; SILVEIRA, 2011).

As metodologias ativas de aprendizagem, as TDICs, o pensamento computacional, enfim, o contexto atual da sociedade do conhecimento compreende uma participação mais ativa dos alunos nos processos de ensino e de aprendizagem e, também, na sociedade, como cidadãos. Todos nós precisamos *aprender a aprender*, para aprendermos durante toda a vida, estando preparados para os desafios que se apresentam diariamente.

Referências

BERGMANN, J. **Aprendizagem Invertida para resolver o problema do dever de casa**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

CAMILO, C. Anos finais do ensino fundamental continuam marcados por altos índices de abandono, reprovação e baixo aprendizado. **Revista Educação**. v. 8 mai, 2017. Disponível em: <https://www.revistaeducacao.com.br/anos-finais-do-ensino-fundamental-continham-marcados-por-altos-indices-de-abandono-reprovacao-e-baixo-aprendizado/>. Acesso em maio, 2020.

CORADINI, L. Ensino remoto durante crise pandêmica agrava as desigualdades. **Sul 21**. Disponível em: <https://www.sul21.com.br/opiniaopublica/2020/05/ensino-remoto-durante-crise-pandemica-agrava-as-desigualdades-por-lucas-coradini/>. Acesso em maio, 2020.

COSTA, D. **Estabelecido plano de ações para as escolas estaduais durante o período de suspensão das aulas**. Disponível em <https://educacao.rs.gov.br/seduc-estabelece-plano-de-acoes-para-as-escolas-estaduais-durante-o-periodo-de-suspensao-das-aulas>. Acesso em: abril, 2020.

ESPÍNDOLA, R. **Como funciona a sala de aula invertida?** 2016. Disponível em: <https://www.edools.com/sala-de-aula-invertida/>. Acesso em abril, 2018.

FRANCO, S. R. K. **O Construtivismo e a Educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2004.

INSTITUTO PENÍNSULA. **Sentimento e percepção dos professores brasileiros nos diferentes estágios do Coronavírus no Brasil**. Disponível em: <https://www.institutopeninsula.org.br/pesquisa-sentimento-e-percepcao-dos-professores-nos-diferentes-estagios-do-coronavirus-no-brasil/>. Acesso em maio, 2020.

LORENZI, F.; SILVEIRA, S. R. **Desenvolvimento de sistemas de informação inteligentes**. Porto Alegre: UniRitter, 2011.

MERLOT. California State University System. **MERLOT**. Disponível em: <https://www.merlot.org/merlot/index.htm>. Acesso em novembro, 2020.

PARREIRA, F. J.; FALKEMBACH, G. A. M.; SILVEIRA, S. R. **Construção de jogos educacionais digitais e objetos de aprendizagem: um estudo de caso empregando Adobe Flash, HTML 5, CSS, JavaScript e Ardora**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2018.

PEREIRA, A. S.; PARREIRA, F. J.; BERTAGNOLLI, S. C.; SILVEIRA, S. R. **Metodologia da aprendizagem em EaD**. Santa Maria, RS: UAB/NTE/UFSM, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15809>. Acesso em abril, 2020.

RAMAL, A. 2015. **Sala de aula invertida**: a educação do futuro. Disponível em: <http://g1.globo.com/educacao/blog/andrea-ramal/post/sala-de-aula-invertida-educacao-do-futuro.html>. Acesso em abril, 2020.

ROCHA, G. G. S.; COELHO, C. A. Metodologias Ativas na Aprendizagem: análise de uma experiência com sala de aula invertida. In: Congresso Nacional Universidade, EaD e Software Livre, 2020. **Anais**. Disponível em: <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/ueadsl/article/view/16941/112561332>. Acesso em julho, 2020.

SBC. Sociedade Brasileira de Computação. **Diretrizes para o ensino de computação básica**. Documento Interno da Comissão de Educação Básica da SBC, 2018.

SEDUC-RS. Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul. **Começa implantação das aulas remotas na rede estadual de ensino**. 02 de junho de 2020. Disponível em: <http://portal.educacao.rs.gov.br//Main/Noticia/Visualizar/portalseduc/Comeca-implantacao-das-Aulas-Remotas-na-Rede-Estadual-de-Ensino>. Acesso em junho, 2020.

SILVEIRA, S. R.; PARREIRA, F. J.; BIGOLIN, N. M. **Metodologia do ensino e da aprendizagem em informática**. Santa Maria: UAB/NTE/UFSM, 2019a. Disponível em: https://www.ufsm.br/orgaos-suplementares/nte/wp-content/uploads/sites/358/2019/08/MD_Metodologia-do-Ensino-e-da-Aprendizagem-em-Inform%C3%A1tica.pdf. Acesso em maio, 2020.

SILVEIRA, S. R.; PEREIRA, A. S.; SILVA, J.; BIGOLIN, N. M.; MACEDO, R. T. Sala de Aula Invertida: desenvolvendo vídeo-aulas para a pré-aula. **REDIN Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 8, p. 61, 2019b.

SILVEIRA, S. R.; BERTOLINI, C.; PARREIRA, F. Formação Docente: como empregar metodologias ativas de aprendizagem em meio à pandemia de COVID-19 (e-book). In: Marcos Pereira dos santos. (Org.). **Formação docente**: importância, estratégias e princípios. 1ed. Curitiba - PR: Bagai, 2020, v. 1, p. 107-119. Disponível em: <https://editorabagai.com.br/wp-content/uploads/2020/06/Editora-BAGAI-Forma%C3%A7%C3%A3o-Docente-Volume-I.pdf>. Acesso em julho, 2020a.

SILVEIRA, S. R.; BERTOLINI, C.; PARREIRA, F. J.; CUNHA, G. B.; BIGOLIN, N. M. Impactos do Ensino Remoto na Disciplina de Paradigmas de Programação durante o Isolamento Social devido à Pandemia de COVID-19. **Anais**. 9º Fórum Internacional Ecoinovar, 2020b.



SILVEIRA, S. R.; GOBBI, R.; BIGOLIN, N. M. Formação Docente: uma proposta envolvendo o pensamento computacional. In: **Formação docente: importância, estratégias e princípios**. v. 2. Curitiba: Bagai, 2020c.

UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Lume**: Repositório Digital. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/>. Acesso em novembro, 2020.

UFSM. Universidade Federal de Santa Maria. **Instrução normativa 02/2020**: Regula o regime de exercícios disciplinares especiais. 2020a. Disponível em: <https://www.ufsm.br/wp-content/uploads/2020/03/IN-002-2020-PROGRAD-UFSM.pdf>. Acesso em abril, 2020a.

UFSM. Universidade Federal de Santa Maria. **Instrução normativa 03/2020**: Regula situações de estágios, atividades práticas, estágios e internatos na área de saúde, bem como situações de dificuldade de acesso a internet durante o Regime de Exercícios Domiciliares Especiais (REDE). 2020b. Disponível em: <https://www.ufsm.br/unidades-universitarias/ce/2020/03/24/instrucao-normativa-n-03-2020-prograd-de-20-de-marco-de-2020/>. Acesso em abril, 2020b.

UFSM. Universidade Federal de Santa Maria. **Manancial**: Repositório Digital da UFSM. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/>. Acesso em novembro, 2020c.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.



JAI UFSM

Jornada Acadêmica Integrada
Compilação de artigos de 2020