

Paulo Cesar Piquini
(org.)

JAI UFSM

Jornada Acadêmica Integrada
Compilação de artigos de 2017/2018

FACOS - UFSM
Santa Maria, 2020

Paulo Cesar Piquini
(org.)

**Jornada Acadêmica Integrada
Compilação de artigos de 2017/2018**

FACOS - UFSM
Santa Maria
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

Reitor

Paulo Afonso Burmann

Vice-reitor

Luciano Schuch

Pró-reitor de Pós-graduação e Pesquisa

Paulo Renato Schneider

Pró-reitora de Graduação

Martha Bohrer Adaime

Pró-reitora de Extensão

Flavi Ferreira Lisboa Filho

Projeto Gráfico

Leonardo Martins Penna

Diagramação e revisão de textos

José Carlos Vargas da Silva

J82j Jornada Acadêmica Integrada (32. : 2017 : Santa Maria, RS)
Jornada Acadêmica Integrada [recurso eletrônico] : compilação de artigos de 2017/2018 / [32ª e 33ª Jornada Acadêmica Integrada] ; Paulo Cesar Piquini (org.). – Santa Maria : FACOS-UFSM, 2020.
1 e-book
ISBN nº 978-65-00-03989-4
Título da capa: JAI UFSM
1. Educação – Eventos 2. Ensino superior – Eventos 3. Pesquisa – Eventos 4. Tecnologia – Eventos I. Jornada Acadêmica Integrada (33. : 2018 : Santa Maria, RS) II. Piquini, Paulo Cesar III. Título. IV. Título: JAI UFSM.
CDU 378.4(063)
5/6(063)

Ficha catalográfica elaborada por Alenir Goularte CRB-10/990



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

FACOS - UFSM

Santa Maria, 2020

Prefácio

A Jornada Acadêmica Integrada atingiu sua 32^a edição no ano de 2017. Este evento ocorreu durante a semana de 23 a 27 de outubro, nas dependências da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Foram 4426 (quatro mil quatrocentos e vinte e seis) trabalhos distribuídos nos eventos: (i) Salão de iniciação científica, (ii) Fórum extensão, (iii) Mostra de ensino e (iv) Salão de pós-graduação. Contou ainda com a presença de 1930 (um mil novecentos e trinta) ouvintes registrados oficialmente. Além deste número de trabalhos e ouvintes, participaram do evento centenas de pesquisadores da UFSM e de outras instituições de ensino superior.

Concomitantemente à mostra de trabalhos por parte dos acadêmicos matriculados nos cursos de graduação e pós-graduação, foram apresentadas 30 palestras por pesquisadores convidados. Oito destes trinta palestrantes contribuíram gentilmente para esta publicação.

Os temas apresentados nestas contribuições são bastante diversos. Temas que abordam a produção de alimentos e questões ambientais são apresentados em textos sobre a segurança alimentar e a produção de novilhos precoces, assim como a gestão de recursos hídricos e o estudo de ecotécnicas verdes como em coberturas vivas e jardins verticais. Abordagens científicas de grande interesse, baseadas num conhecimento do mundo microscópico ou mesmo sub-microscópico, versam sobre a ciência e as técnicas da veterinária molecular e em nanoestruturas magnéticas e suas aplicações tecnológicas. Assuntos mais abstratos e basilares são abordados numa discussão sobre os princípios da teoria matemática de grafos e cografos. Por fim, uma visão sobre os caminhos atuais na área do Direito é também apresentada.

Com certeza, leitores das mais variadas formações encontrarão nesta publicação um motivo para dedicar parte de seu tempo a leitura de uma ou mais das contribuições que constituem essa obra.

Paulo Cesar Piquini

SUMÁRIO

Palestra-performance: "Experiência pela presença na (auto)formação com musicais brechtianos"	7
Zé Renato Mangaio Noronha	7
Ciência para segurança e soberania alimentar	26
Alencar Junior Zanon	26
O número de árvores geradoras em cografos	31
Fernando Colman Tura	31
Veterinária molecular: do gene à aplicação clínica.....	37
Kalyne Bertolin.....	37
Amanda Krummenauer	37
Nayrema Maciel	37
Toxicologia ambiental aplicada à Gestão dos Recursos Hídricos: o caso dos agrotóxicos	55
Francisco Rossarolla Forgiarini.....	55
Bárbara Estevão Clasen	55
Carine Baggiotto	55
Luiza Loss	55
Maéli Tuani Castoldi	55
Fatores de sucesso na produção do novilho superprecoce.....	75
Ivan Luiz Brondani	75
Diego Soares Machado	75
Dari Celestino Alves Filho	75
Nanoestruturas Magnéticas e suas aplicações.....	85
Juliano Casagrande Denardin.....	85
Diego S. da Rosa	85
Orci E. da Silva	85
Denilson T. da Silva	85
Danian A. Dugato	85
Rafael Seeger.....	85
J. P. G. Gazola	85
O Direito em Marcha à Ré: do Estado de Direito ao Estado de Exceção e retrocesso de direitos	101
Maria Beatriz Oliveira da Silva	101

Ecotécnicas Verdes e seus benefícios ao ambiente construído: coberturas vivas e jardins verticais	111
Minéia Johann Scherer	111
CONTRIBUIÇÕES DA 33^a JAI - 2018	131
Redes de Antenas para Nanossatélites no Padrão CubeSat.....	131
Juner Menezes Vieira*, Filipe Guterres Ferreira ⁺ , Marcos V. T. Heckler*.....	131
Dinamometria aplicada: ensino, pesquisa e extensão	147
Prof. Dr. Marcelo Silveira de Farias	147
Prof. Dr. José Fernando Schlosser	147

Palestra-performance: "Experiência pela presença na (auto)formação com musicais brechtianos"

Zé Renato Mangaio Noronha

APRESENTAÇÃO

Estou em cena. As jornalistas do site da UFSM me perguntam como será a palestra e o seu motivo. Respondo, com um pequeno resumo do que falarei, já sentado no piso onde ficarei até que cheguem as pessoas que a assistirão. Em seguida, fecho os olhos e deixo visível a pintura das pálpebras com os olhos do flautista: "azuis, penetrantes como agulhas" como diz o texto de Robert Browning musicado por mim chamado de "Estranha figura". Cheguei pelo menos uma hora antes da palestra-performance para me organizar e concentrar. Dispus os objetos basicamente instrumentos: duas flautas, um pandeiro e o acordeon. Preparei um piso de EVA que delimita meu espaço de atuação. O público entra e eu começo. Pego a flauta e toco, a melodia inicia. Abro os olhos e canto:

*"Quando eu cheguei por aqui/ como sempre/ uma novidade.
Por aqui/ como sempre/ fazer outra cena/ uma nova cidade.
Respeitável é o público/ que deve fazer sua parte
Ao que ao menos espero fazer jus/com a minha arte
Venham venham sem medo e sem à toa
Ouvir minha proposta que ela é boa
(En)cantar comigo."*

Falo como o personagem-narrador e revelo a minha indignação diante da condição do flautista, de artista não reconhecido e não valorizado. A seguir, reflito e justifico assim a sua atitude de levar embora as crianças. Para mim parece ser uma resposta justa e talvez – quem sabe? O Flautista, desta forma, salva as crianças da cidade.

Muitos sentidos podem ser construídos em cada espectador que chega para presenciar a palestra e encontra em seu início uma cena. Sentidos que são desconhecidos, mas que, suponho, se impregnam no que pode ser inusitado, ou ainda não muito usual de apresentar no contexto da *Jornada Acadêmica Integrada (JAI)* da *Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)* 2017 uma palestra-performance. Alguns dos significados propostos intencionam reivindicar o modo próprio da Arte, com suas linguagens, manifestar sua forma de conhecimento, fortalecendo a sua própria epistemologia; por outro lado, neste caso presente, admitindo a possibilidade de estabelecer seu uso pedagógico/didático com o “apresentar” seu conhecimento inerente na experiência. Mas para quem? Na universidade para os adultos, futuros professores, pesquisadores, profissionais, a resposta é: para quem a encontrar, todos são bem vindos. Do mesmo modo que o experimento original ao qual a *performance*

remete, que se refere a um trabalho recente especialmente desenvolvido com as crianças do Ensino Fundamental de uma escola pública do bairro de Camobi, nas imediações da UFSM.

Afinal, se reconhece que as crianças precisam de muito mais do que as cidades estão lhes fornecendo, elas mesmas reivindicam uma cidade que seja diferente da Hamelin medieval que estudaram através do *Musical de Formação: O Descon(s/c)ertante Flautista*. Seus depoimentos ficaram registrados nos textos e desenhos por elas produzidos, e que nos apresenta a semelhança dos adultos de nosso país com a conduta dos adultos de *Hamelin*, como conta a lenda coletada pelos irmãos Wilhelm e Jacob Grimm que foi re-contada na obra *The Pied Piper of Hamelin* escrita em 1841 por Robert Browning. Nossa versão original concebe o Flautista como um educador, um herói, mesmo que tenha um quê de anti-herói, mas que guiará as crianças para uma cidade utópica, após ter tido quebrado o compromisso de seu pagamento pelos administradores da cidade. Como o personagem disse na performance: “*Você não faria o mesmo se trabalhasse sem receber o combinado? E ao certificar-se da desonestidade de quem o contratou, não protegeria as crianças levando-as para um lugar isolado, distante do povoado que deveria ser condenado?*”. É por esta perspectiva que o personagem se apresenta.

A palestra-performance pretendeu apresentar no sentido proposto pelo filósofo Alemão Walter Benjamin, especialmente na *Origem do Drama barroco alemão (Dahstellung)*(1984 e VASCONCELOS, 2013) Na qual temos a ideia de *apresentação* para aspectos indizíveis e intangíveis da estética e das obras de arte, mas que se faz *presentificadas* nas linguagens através da lírica e da arte. Assim se *presentificam* alguns dos aspectos do projeto: *O Descon(s/c)ertante Flautista vai a escola*. Ou seja, se dá a conhecer na *presença* (GUMBRECHT, 2010) na prática de uma *ação performativa*. Mas essa se compõe de *presenças*: de quem a faz e de quem se confronta com ela. Todos, nesta relação, são co-participantes, e, por isso, as leituras são múltiplas e dependem da atitude e implicação na *co-presença* do público e dos seus atuantes com a obra apresentada (BAUNGARTEL e NUNES, 2015).

Nas participações destes atuantes: ator e público entrecruzam as *experiências e vivências* de ambos que direcionam compreensões múltiplas na relação com a experiência estética. As crianças participantes do projeto que gerou este texto, por

exemplo, possuem as suas referências e suas próprias percepções - e não devemos ignorar que existem - assim como qualquer os espectadores de um espetáculo. Estabelecem-se então relações que nem sempre se tornam conscientes, mas que se manifestam na “interação” direta, no encontro, na recepção ou na expectação do trabalho, e que de alguma forma são incorporadas na presença daquele que com a *experiência estética* se confrontou.

Como autor da proposta, posso reconhecer uma parcela de *marcas* que compuseram a minha própria *presença* e que constroem o sentido da cena, mas somente ao vivo é que ela se revela em sua completude. A prática está repleta de nuances que compõem o saber fazer (NORONHA, 2017). Desta forma, ainda que eu possa relatar e descrever os aspectos das experiências de vida e (auto)formação que tive como aluno, estudante, observador, professor, ator e músico não consigo abarcar todos os aspectos compõem uma *presença*, nem mesmo a minha através da linguagem. Por outro lado, ela está lá, e se incorpora em meus *Gestus* – que é como Brecht nomeia os gestos com significados sociais produzidos em suas obras e encenações. Minhas ações teatrais possuem significado social e diferentes recepções de seus participantes. Muito se compõem de sentido através das linguagens, através de signos verbais e visuais, das referências musicais e estéticas. Muito vai sendo dito, mas para o expectador, seja este criança ou adulto, esse conhecimento também é re-significado a partir de suas referências. E nisto a *Arte* dilata a experiência e a vivência do ser em um universo de experiência que transcende a linguagem.

Da inteireza que compõem a *presença ao vivo* pouco fica explícito, ou seja, ainda que esteja lá as referencias que a compuseram e que conduziram a ação só uma parte é captada racionalmente. Entretanto, algo sutil e sensível desta *presença* que se manifesta na cena pode ser captado. De fato toda vivência é enriquecida por sutilezas das histórias de vida e formação (JOSSO, 2010a). Exemplifico, considerando minha própria vida e formação, sobre o que fica oculto na *presença* e que fica, de alguma forma, incorporado. No caso em meu fazer artístico: na composição da obra. Em meu caso: a minha própria história é composta por alguém que já estudou em uma escola rural fundada pela avó, na pequena cidade de Piranguinho no sul de Minas Gerais. Por outro lado também carrego experiências de alguém que viajou sozinho para o oriente e em outros países da América latina. E ainda de alguém que viveu em

diferentes estados do país. Soma-se ainda vivências como ator, palhaço, músico, circense; que atuou em centenas de festas infantis; espetáculos amadores, profissionais, universitários; além de projetos e performances como bacharel em Artes Cênicas e Mestre pela Universidade de Campinas (UNICAMP). Por outro lado se compôs também referências formativas (formais e informais) que dizem respeito a uma presença composta com a prática docente composta do professor: de teatro em cursos livres; de conteúdos de Artes praticados em Escolas do Ensino Fundamental (públicas e privadas); de Organizações Não-Governamentais para populações de extrema vulnerabilidade social em São Paulo e Osasco; e também do Docente de Instituições de Ensino Superior (IES): Universidade Estadual de Londrina, Universidade Presidente Antônio Carlos, Faculdade Paulista de Artes, Centro Universitário São Camilo, Centro Universitas, UNICAMP entre outras. Todas estas *Experiências* vão resultar nos significados da proposta para mim, em suas motivações e afecções. Ou seja, como qualquer outro ser humano constitui a minha “bagagem” de referências que acaba por consolidar uma forma de ser e de agir, ou de *presença*. Trata-se de uma Experiência com E maiúsculo, pois une a *experiência conceitual* (Erfahrung) e a *vivência* (Erlebnis) (BENJAMIN, 1984, 1987; GUMBRECHT, 2010).

Desta forma, apresento as fontes que *marcaram a ação performativa* e do sujeito que propõem uma ação de caráter formativo e (auto)formativo. A atenção da experiência artística se volta para a formação que ela pode proporcionar através do dispositivo formativo que é a arte teatral, na sua atuação. Mas, a arte não precisa se fixar à função educativa, a arte é por si só produtora de sentidos. Mas as escolhas deste projeto se direcionaram especialmente às que foram aprofundadas pela prática e teoria das *Peças didáticas* (*Die Lehrstücke*) do dramaturgo e encenador alemão: Bertolt Brecht (1967, 1985) e de seus estudiosos (BENJAMIN, 1987, 1987a; CONCÍLIO, 2016; KOUDELA, 2001; TEIXEIRA JÚNIOR, 2014).

A proposta brechtiana foi desenvolvida no final da década de 20 do século XX, num período de ascensão do nazismo, em que foi fundamental o teatro assumir uma função pedagógica e permitir o aprendizado formativo do participante. Brecht chamou considerou que o participante produzia uma *Autocompreensão* (*Selbstverständigung*) com a prática nas *Peças didáticas* (STEINWEG apud NORONHA e BAUNGARTEL, 2017). Todo o processo se fundamentou na teoria e na prática com a obra do

dramaturgo alemão Bertolt Brecht especialmente nos estudos sobre o *Modelo de ação* (*Handlungsmuster*) de Bertolt Brecht. Neste sentido, o texto dramático serve de material para a criação podendo ele mesmo ser reescrito pelos participantes, isto é uma das características que compõem a *práxis* das *Peças didáticas* (CONCÍLIO, 2016 e KOUDÉLA, 2001).

A partir deste referencial se desenvolveu dois experimentos: (*Auto*)*Formação para a música em cena do espetáculo Diz que sim*, e o segundo que foi transformar o *Musical de (auto)Formação: Descon(s/c)ertante Flautista* em uma prática de *presença*. Estes resultados produziram a sua materialidade na dramaturgia original do *Descon(s/c)ertante Flautista* e foram resultados de um processo complexo e híbrido de pesquisa para a o meu doutoramento. Considerando que em certa medida esse processo é comum das produções teatrais mas, objetivamente estabeleci a metodologia A/R/Tográfica (IRWIN e DIAS, 2014) em que me coloco assumidamente como A de Artist (artista), R de Researcher (pesquisador) e T de Teacher (professor). Este material Experiencial incorporado em minha *presença* com o objetivo de afetar outras *presenças* com questões de formação em relação as linguagens artísticas mas principalmente na discussão de seus temas sociais, políticos e estéticos. Ou seja, não ignoro nem a subjetividade da perspectiva apresentada nem a minha intencionalidade objetiva em relação aos outros participantes. E comprehendo que isto é resultado do trabalho como professor da Licenciatura em Teatro, que recém doutorado em Educação pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) retoma o material da tese para realizar um projeto de ensino, pesquisa e extensão para a comunidade. Desta forma desenvolvo projetos que conciliam a arte, a pesquisa e a docência porque fazem parte de meu encargo profissional.

Surgidas em um período de grande crise na Alemanha em que se viu como consequência a ascensão do nazismo as *Peças didáticas* foram experimentos sociais que integraram artistas profissionais, estudantes e coros de trabalhadores em um processo de criação de peças musicais a partir dos textos de Bertolt Brecht e seus colaboradores, com músicas de Paul Hindemith, Kurt Weill e Hans Eisler. O projeto parte dos experimentos da pesquisa (*Auto*)*formação com musicais*: O *Descon(s/c)ertante Flautista* e a *Peça didática Diz que sim* de Bertolt Brecht sob a orientação da professora doutora Claudia Ribeiro Bellochio do Centro de Educação

(CE) da UFSM. Os resultados foram obtidos e materializados através dos processos com duas obras teatrais: a direção musical do espetáculo *Diz que sim*, encenado pelo Coletivo Baal de Florianópolis, premiado em 2017 no Edital Elizabeth Anderle o que possibilita a circulação do trabalho por 10 escolas do estado de Santa Catarina.

A presença no *Descon(s/c)ertante Flautista* foi novamente provocada à ação por um contexto complexo. Com o projeto ele vai à escola. Esta situação foi motivada por uma trajetória de percepções e encontros, de decepções e desencontros, em relação à maneira que são estabelecidas as condições dos processos educacionais nas escolas em seus diferentes contextos público e privados. Estas condições e contextos, por sua vez, afetam a educação de crianças da Educação Infantil e do Ensino Fundamental, mas mais ainda, afetam as suas vidas. Estes aspectos levaram em conta a observação da relação dos professores com os alunos, com o espaço físico, com a organização da instituição observada previamente e durante a realização do projeto. Essas impressões que provocaram reações e movimentos para a intervenção com o *Descon(s/c)ertante Flautista* diante de toda uma comunidade escolar, envolvendo ações que se apresentaram para pais, professores mas especialmente no cotidiano semanal das aulas de sexta feira com a intervenção do Flautista. O personagem se apresentava tanto quanto como o que desconcerta quanto o que tira do conserto – ou seja, desacomoda. Por isso o jogo de S e C na palavra desconcertante.

De maneira sensível é inegável que a preparação, organização e planejamento do projeto se refletiram a partir das inquietações tributárias da *Experiência* como pai, como educador e cuidador: de Miguel Inti e de Ângelo Antônio, no momento em que ambos que estão iniciando a “vida escolar” obrigatória por lei. Uma condição resultado da idade moderna e da industrialização que cria a organização de uma sociedade em que o trabalho separa os pais do filho durante o expediente e do acesso direto a sua formação. Não é um contexto de uma pequena comunidade, ou de uma aldeia, mas por outro lado é o ambiente que gira em torno de uma cidade universitária. Fazer o projeto de extensão na escola é uma reação não apenas a insuficiência das práticas escolares tradicionais, mas um questionamento sobre o papel do mundo do trabalho na vida das pessoas, e a proposição de alternativas dentro de condições específicas. Desta forma se faz uma proposta para a integralidade do sujeito que se faz presente

dentro do cotidiano de uma escola pública, implicado com o dispositivo de um *Musical de formação* - em que a cena musical serve como experimento de linguagens e troca de conhecimento - em duas turmas, uma das quais o filho estuda – o que ainda aumenta a motivação e o fator de implicação com a proposta desenvolvida oportunizada pelo tipo de trabalho exercido na universidade, que permite a autonomia dos projetos – uma condição rara.

A proposta *conceitual* tomou por base as teorias brechtianas e o aprendizado pela *Experiência* de John Dewey (1976, 2010). Por outro lado, se amparou nos estudos e no amplo referencial já apresentado, e que se impõem na forma e na implicação com esta proposta. Desta forma, assume-se o reconhecimento do lugar e da condição social de quem narra as experiências (JOSSO, 2010, 2010a) tentando dar conta dessa condição de complexidade nos papéis de: artista, docente, pesquisador e pai. Esta implicação aprofundada mobilizou a reflexão e a procura por modelos e processos educacionais que atendessem não apenas aspectos do conhecimento, mas que possibilitassem a expressão, o desenvolvimento pleno e sobretudo a *felicidade* da criança como criança.

No processo com o Flautista produzindo a intervenção a ação procura reconhecer os espaços e saberes de professores e das crianças, mas também de todos os funcionários e pais da escola que venham a interagir com a proposta. Tratam-se de saberes tão caros a pedagogia, a filosofia e a sociologia contemporâneas (SÁCRISTAN, 2005, FOUCAULT, 2000, 2009; SARMENTO, 1997). Bertolt Brecht, por sua vez, deixava já na década de 30 do século XX suas contribuições com as *Peças didáticas*.

II

A atual necessidade de um Desconcertante Flautista ir à escola

Quadra da Escola Municipal de Ensino Fundamental Vicente Farencena – Festa da Primavera-2017 – Miguel está junto comigo e seus colegas em cena.

De volta à Santa Maria, após o término do período de afastamento do doutorado, a busca foi retomada, mas a distância do modelo experimentado aumentou. Diante da dificuldade surgiu a ideia de promover o Projeto de Extensão: O *Descon(s/c)ertante Flautista vai à Escola* e aproximar a escola de uma experiência e ao mesmo tempo estimular novas práticas em ambiente escolar. A Escola Municipal de Ensino Fundamental Vicente Farencena me acolheu não apenas como pai, mas como colaborador “artógrafo”: artista, pesquisador e professor.

Foram traçados cruzamentos com estas experiências diferenciadas em que atuaria como personagem em aulas de teatro e de artes para as crianças das duas turmas de 2º ano da escola. Gradativamente a proposta pretendia envolver mais outros atores da comunidade escolar, permitir que pais, funcionários e professores absorvessem aspectos da *Experiência* na própria prática do experimento e na relação com o processo.

No projeto *re-presento*, ou seja, também me faço *presença* através do personagem do *Flautista*. Em sala de aula ele se torna também professor de música e teatro, interpreta outros personagens, e fundamentalmente constrói seu diálogo diretamente com as crianças sobre os temas da peça que abordam muitos aspectos que elas acompanham em seu cotidiano: *a questão ambiental, a cidade, a arte, a justiça e a política*. São temas que surgem a partir dos *sentidos* estabelecidos pelas crianças a partir de suas próprias *experiências e observações* (VIGOTSKI, 2014).

Através da *presença* que me permito apresentar através da arte, muitos aspectos sensíveis, emocionais, cognitivos.

No primeiro encontro, antes mesmo de o *Flautista* se apresentar, contou para crianças do segundo ano do Ensino fundamental que o *Flautista encantador* levou atrás de si as crianças de Hamelin. A cidade ficou sem ratos e sem crianças. O *Flautista encantador* usou para isso o som de sua flauta, que era seu talento como artista. Explica que segundo a lenda isso foi há muitos séculos atrás, na Alemanha, país de onde descendem muitos brasileiros que moram hoje no sul do Brasil. As crianças interagem: “*Meu avô veio de lá*”, “*o meu também*”, “*meu avô veio da Itália*”, “*eu vim de São Paulo*”. O *Descon(s/c)ertante Flautista* vai ao mapa e mostra os lugares. As crianças manifestam suas próprias compreensões sobre o tema.

Todo o processo e dramaturgia, no entanto, se reconstruiu colaborativamente com as crianças, como é a proposta do *Modelo de ação*. Mas é mobilizada a partir do personagem Flautista em seu *ato-espetáculo* (CIA DO TIJOLO, 2015) junto às crianças e com elas. Elas fixaram as canções compostas logo, crianças que com suas características podiam agora tocar um instrumento: a escola possui quatro violões e algumas flautas de brinquedo. Também foram produzidos chocinhos. Assim, as crianças das duas turmas do segundo ano podiam ter a obra como tema gerador de discussões, de ideias e de produção. O texto foi pretexto para a produção de cartazes e de leis para uma cidade de Hamelin melhor.

Nesta situação de *presença* reflito com as crianças sobre a vida na comunidade escolar, sobre o contexto social e político. Elas reconhecem a semelhança do protesto da população de Hamelin contra seus governantes com acontecimentos nacionais. As experiências e vivências que surgem na interação são muitas, vão desde o soprar e descobrir como tirar sons das flautas de brinquedo que mal produzem uma nota ou até a interpretação das cenas e dos personagens com a participação das crianças. O *Descon(s/c)ertante Flautista* vai à escola, chega desde o primeiro dia tocando sua flauta, ou algum outro instrumento (acordeon, violão, pandeiro, ou outro tipo de flauta), dança a sua “*Chegança*” e canta, principalmente a primeira música: “*Quando eu cheguei por aqui como sempre uma novidade...*”. Mas pode cantar também a música dos Ratos: “*eles lutavam contra os cães e matavam os gatos, e mordiam nos berços os bebês e comiam os queijos fora das formas*”. Ou a música dos governantes

corruptos que bebem vinho importado com os cinqüenta mil que tinham sido prometidos ao Flautista: “*O que você faria com cinqüenta mil, mal dá pra minhas gravatas, ou para os pares de sapatos das minhas gatas*”. De acordo com cada música, a discussão sobre os temas é desenvolvida, mas também surgem explicações técnicas sobre o ritmo da música, sobre compassos, harmonia, melodia – familiarizando as crianças até mesmo com o manuseio dos instrumentos. Ou do quadro de como compor a própria dramaturgia com os diálogos e cenas a serem divididas a partir de um pré-roteiro.

Também se experienciou a recriação da dramaturgia em grupos procurando dar autonomia e emancipação na experiência da escrita destas crianças. Alguns compuseram músicas e experimentaram escrevê-las. Ainda se possibilitou o exercício da música e do teatro em aulas teórico e práticas em que as crianças percebiam os fundamentos das linguagens dramático e musical, que foram postados no facebook da escola¹.



Crianças da turma 21-2017 produzindo em grupos a sua própria dramaturgia a partir do Descon(s/c)ertante Flautista, um deles escrevendo a partitura rítmica que criou.

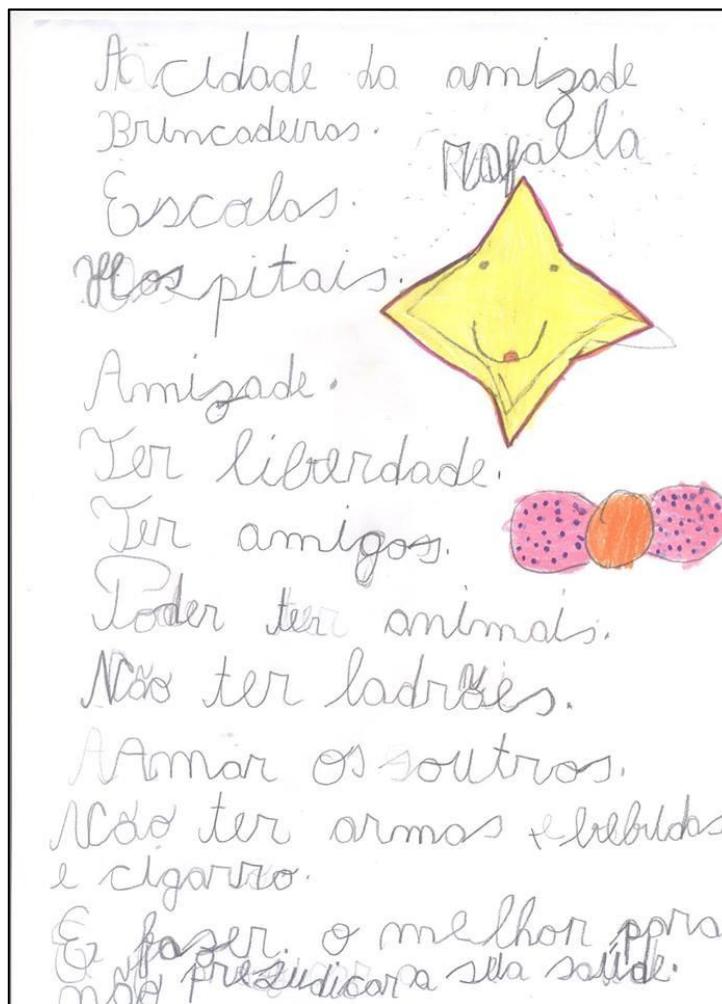
Durante o processo se preocupou em construir a encenação da proposta ocupando os diferentes espaços da escola e interferindo no cotidiano de pais, professores, funcionários e de outras turmas com um processo artístico. Gradativamente os resultados do processo foram se *incorporando na presença* das crianças, muitas vezes em seus conhecimentos e em suas atitudes. E durante a

¹ <https://www.facebook.com/search/top/?q=vicente%20farencena> acesso dia 6 de dezembro de 2017.

realização das cenas foram compreendendo a importância de suas contribuições para a elaboração da obra que poderá ser apresentada. Nem sempre a experiência de ir para a prática é fácil para todos, alguns rejeitam essa possibilidade. Mas todos de alguma forma compreendem seu pertencimento no processo e aos significados da obra que experimentam. Eles reescrevem as obras, transpõem as questões que surgem e são discutidas pelo texto para vários ambientes com que se relaciona no cotidiano: na escola, em casa, na cidade, no país e no mundo: “*Meu vizinho joga lixo*”, “*escuta som alto*”, “*meu pai bebe muito e fica chato*”.

Quanto a mim como pesquisador em campo, os registros vão sendo feitos em cadernos, nas fotos, na teorização e produção de artigos e na disseminação da aprendizagem em palestras. Muito desta documentação se organiza num grupo fechado do Facebook que inclui a escola, que possui o direito de imagens para os trabalhos das crianças, o que possibilita partilhar com outros pesquisadores aspectos do processo, e arquivar os materiais produzidos.

Mas as crianças transcendem os limites da história e imaginam o mundo que o Flautista havia prometido às crianças: com mais cores, com mais possibilidades e com mais direitos respeitados.



A atividade se constrói de acordo com os interesses demonstrados, e a mediação em relação ao conhecimento se dá de acordo com a “curiosidade epistemológica” que as crianças demonstram (FREIRE, 2009). A cada encontro acrescenta-se o estudo dos contextos das cenas e suas decorrentes histórias: aquela que aconteceu no passado, aquela que foi trabalhada no universo ficcional e imaginário e daquela que possui sua relação com o presente, e aquelas que emergem na conversa com as crianças. Não há tempo para uma *roda de conversa* (MOTTA 2011, p. 67-84) idealmente estruturada mesmo com a boa vontade das professoras unidocentes que poucas vezes tiveram a oportunidade de aprofundar seu conhecimento das linguagens artísticas da *música e do teatro*, como vemos em outros contextos no país (TRIERWILLER 2011, p. 85-102). Aos poucos as professoras vão encontrando sua participação no processo.



Reconstrução de Hamelin com cartazes de Procura-se caçador de Ratos e alguns instrumentos para a cena.

O cotidiano vivo de uma escola, em nosso caso uma escola pública com todos os desafios que enfrenta diariamente, traz diferentes questões que compõem e interferem na ação diariamente e que na presença têm que ser consideradas. Algumas podem dizer respeito à saúde dos professores em relação ao espaço físico, como por exemplo: A professora regente de uma das duas turmas tem enxaqueca e labirintite, para ela é difícil que desloquemos as carteiras – o ruído a incomoda demais.

É preciso tentar encontrar outros espaços na escola, não existe um espaço específico para o desenvolvimento das atividades de artes. Isso porque é uma escola com um espaço relativamente bom, com quadra coberta, espaço para a biblioteca, salas extras. Ou seja, a estrutura da escola não é tão ruim, mas está muito longe do ideal para proporcionar às diferentes turmas do ensino fundamental que convivem possibilidades de novas formas de aprendizado. O parquinho fica em uma área restrita e demorou meses para abrir pois precisava de reforma. Não existe uma área gramada, um espaço para uma horta, mas a professora de biologia das turmas maiores conseguiu plantar em garrafas pet e fazer uma composteira, mas o acesso à tudo isso é restrito.

Algumas vezes a turma ficou ao lado da quadra, ao mesmo tempo em que acontecia a aula de Educação física e como explicar para cerca de vinte e cinco crianças que não era a hora de brincar, mas de criar cenas. Ou ao menos, de brincar de criar cenas. Também usávamos a área na entrada para o corredor sob um pequeno telhado, para evitar o sol forte que incide nesta época do ano. Ou seja, uma condição que não potencializa nem aprimora os espaços escolares, que envolvidos em questões de ordem prática e institucional são comprometidos, não apenas estruturalmente, mas também de ordem pedagógica no desenvolvimento cognitivo e de experiências. Não se pode negar que com toda a criatividade dos participantes elas acabam por ser limitadas pelas condições espaciais em que cada vez mais se destitui o equipamento escolar dos espaços livres dando espaço ao concreto. Ou seja, as escolas ainda tendem a se restringir às salas de aula que precisam ser aumentadas para atender as demandas de determinados locais tirando o espaço de lazer das crianças e adolescentes, mas também do espaço que pode ser usado para outros tipos de relação com a vida.

A partir deste relato que é notado de maneira mais grave em outras escolas públicas, se percebe que tal condição limita as práticas dos professores a criação e elaboração de outros recursos pedagógicos. Evidentemente isso restringirá o desenvolvimento pleno da criança, seja em seu tempo livre ou em seu tempo de estudo escolar. Por vezes faltam espaços realmente adequados (*banheiros equipados e cuidados, jardins espaços arborizados, laboratórios de aprendizagem, ateliês, auditórios, bibliotecas*) que esteticamente ou culturalmente valorizem possibilidades de desenvolvimento. Tratam-se de aspectos reconhecidos desde o século XIX nos Jardins da Infância de Froebel e Pestalozzi, modelo que o educador e escritor Mário de Andrade implementava na década de 30 do século XX quando foi diretor de cultura em São Paulo (KULMANN Jr, 2000).

Trata-se aqui também de relações que afetam a *presença* e seus modos de presença, em todos os participantes. É de se pensar porque ainda hoje com tudo o que se sabe sobre os processos de aprendizagem de por que temos salas tradicionais que comportam cerca de 25 crianças (já foram mais). Ainda faltam professores e salas de aulas adequadas, não essas que têm que conter a vontade e desejo do professor, reduzindo sua expressão, para tornar uma “aula” viável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contrapondo-se a essa condição de precariedade e verificando a dificuldade concreta de se obter espaços que possibilitem outros rearranjos para as diferentes atividades em sala de aula, o que se pode fazer? Como realizar a atividade de teatro em uma sala de aula ou em outros espaços da escola? Os professores de teatro, e não apenas eles, vêm a limitação de um ensino frontalizado para o professor e restritivo para a partilha, já que a sua configuração não facilita a troca de ideias entre colegas (As carteiras só podem ser movidas com dificuldade para que não se restrinjam a fila “obediente”). É importante considerar que é notável que tudo isso afeta o primordial que é: a dignificação do trabalho e da profissão: professor para que possa desenvolver seu trabalho, suas proposições com condições de formação e de trabalho adequadas – com suporte, equipamentos, equipes, turmas reduzidas.

Trata-se de realidades possíveis mas que em minhas experiências só pude vislumbrar processos bem sucedidos em escolas particulares com propostas diferenciadas como a “*Escola dos Sonhos*” e a “*Escola de Educação Infantil de pedagogia Waldorf: Jardim Amanayé*” ambas na Vargem Grande, no norte da ilha de Florianópolis, em Santa Catarina. Uma condição diferenciada que precisa ser reivindicada para instituições públicas de Ensino Fundamental e de Educação Infantil.

Ainda que o projeto consiga realizar esses experimentos e produzir seus resultados, sua condição de projeto gera uma flexibilidade diferenciada para o ator em relação ao professor “regente da turma” que está em ação diariamente e que pode não ter diante de si condições para agir. De fato, sua *presença* fica afetada. Como ele poderia desenvolver suas práticas estudadas em seus processos formativos, se na realidade as condições o levam a retomar modelos tradicionais?

Nestes encontros com saberes acadêmicos e práticos, foi possível aprender com a *empiria* e sua reflexão, e depois com a elaboração de uma *práxis*, especialmente ligada às propostas de Bertolt Brecht com suas *Peças didáticas*. Foi neste processo que se percebeu a importância da *presença* como forma de manifestar o conhecimento, mas também de receber as diferentes perspectivas dos participantes, mesmo que estas sejam crianças. Ou seja, aquilo que a experiência estética traz em si e que não verbaliza, no que também não basta uma perspectiva hermenêutica ou

fenomenológica tentando traduzir, interpretar ou descrever a inteireza de uma proposta deste tipo com múltiplos atores.

Ou seja, em relação ao conhecimento humano, adulto ou criança – reconhecendo suas distinções e singularidades - e da sua formação, é fundamental considerar o acesso a uma perspectiva estética que se dá pela *presença*. Mas a Experiência aqui narrada também se deu em muitos encontros direto com as crianças, com as suas diferentes “infâncias” – ainda que em aulas de teatro elas falassem não apenas com a voz mas, também com todo o corpo. Foram em múltiplos contextos e aspectos que me encontrei com elas mesmas em nossos cotidianos escolares, ou recreativos ou de lazer.

Em todas estas situações elas vinham com seus saberes, com seus jogos e brincadeiras e me permitiram a elaboração de uma Experiência e mesmo a *práxis* que foi exercida em alguns projetos que se seguem. Portanto, o que foi constituído não trata somente de uma *experiência conceitual* ainda que ela se elabore a partir da reflexão e sua teorização, mas também não se faz apenas da vivência ainda que reconheça a importância dos sentidos propostos por Marie Christine Josso (2010 e 2010a) e Walter Benjamin (1987) com a *Erfahrung* e *Erlebnis*. Trata-se de uma Experiência que se construiu em seu hibridismo, fundamentado em muitos estudos teóricos e em práticas educacionais e artísticas, e que se integram na minha própria *presença* (GUMBRECHT, 2010). Ou seja, a partir da pesquisa para a tese considero que muito dessa Experiência fica incorporada em mim e produz as formas de minhas ações, formas de ser em conhecimento que serve para expressar e que é bastante caro especialmente a área de Artes. Mas também, tenho certeza que essas impressões que intencionalmente procurei produzir afetaram de muitas maneiras as crianças participantes e produziram nelas novos rearranjos e conhecimentos. Esta compreensão tange a noção de *experiência estética* considerada por John Dewey (2010).

Percebe-se que o Teatro como disciplina, conhecimento e conteúdo se refere também a um espaço da criação e da reflexão sobre um processo complexo de criação artístico teatral e não é algo que qualquer instituição escolar nem sempre consegue promover ou viabilizar sua produção. Não se trata somente da ausência de um palco ou de um auditório adaptado para a produção de certos tipos de espetáculo

no formato do palco italiano (valorizados e reconhecidos em modelos estados *unidenses* e *ingleses*), essa condição pode até mesmo ser restritiva já que o teatro pode ser praticado em diferentes espaços. Mas, é importante considerar, a partir da observação *in loco* que ainda hoje, especialmente as instituições públicas sofrem restrições que lhe são impostas por um sistema complexo que dirige os seus conteúdos e suas atenções para *avaliações quantitativas* (ENEM, PROVA BRASIL) que por sua vez se não relativizados os resultados não reconhecem as especificidades de cada comunidade. Vou citar um exemplo externo que pude presenciar em visita à uma outra escola municipal de educação fundamental: vi um cartaz em que se explicava o que se aprende na escola: *matemática, geografia, história, português, ciências...* **Onde estaria a Arte?** Já reconhecida como área de conhecimento específico nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997)? De modo que a “reinventamos” dentro das possibilidades diversas de existência.

REFERENCIAS

- BENJAMIN, Walter. **Magia e Técnica, Arte e Política. Ensaios sobre literatura e história da Cultura.** Obras escolhidas, v. 1, Trad. ROUANET, Sérgio Paulo. 7. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1994.
- _____. **Reflexões:** a criança, o brinquedo e a educação. São Paulo: Summus editorial, 1984.
- _____. **Tentativas sobre Brecht.** Taurus: Madrid, 1987.
- BRECHT, Bertolt. **Teatro Dialético.** Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 1967.
- _____. **Teatro completo.** v. 3, 2. ed. São Paulo/Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.
- DEWEY, John. **Experiência e educação.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1976.
- _____. **Arte como experiência.** São Paulo: Martins Fontes, 2010.
- FOUCAULT, Michel – **Microfísica do poder,** 15. ed. Rio de Janeiro: Graal, 2000.
- _____. **Estética:** literatura e pintura, música e cinema. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2009.

_____. **Vigiar e punir – história da violência nas prisões**, 37. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2009.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

GOLDBERG, Luciane Germano. A semente resiliente: arte, docência, experiência e autoformação. In: PARRA, Denise e PRIMO, Rosa (Org.) **Invenções do ensino de arte**. Fortaleza: SD_T_E, 2014.

GUMBRECHT, Hans Ulrich. **Produção de Presença**. O que o sentido não consegue transmitir. Rio de Janeiro: Editora PUC Rio, 2010.

IRWIN, Rita; DIAS, Belidson. **Pesquisa educacional baseada em arte: A/R/Tografia**. Santa Maria: Editora UFSM, 2013.

JOSSO, Marie-Christine. **Caminhar para Si**. EdiPUCRS, Porto Alegre, 2010.

_____. **Experiências de vida e formação**, 2. ed. São Paulo/Natal: Paulus/EDUFRN, 2010.

KOUDELA, Ingrid Dormien. **Jogos Teatrais**. São Paulo: Perspectiva, 1984.

_____. **Brecht na pós-modernidade**. São Paulo: Perspectiva, 2001.

_____. **Brecht: um jogo de aprendizagem**. São Paulo: Perspectiva, 1991.

_____. Introdução à Edição Brasileira. In: SPOLIN, Viola. **Improvisação para teatro**, p. 23-24, São Paulo: Perspectiva, 1987.

_____. **Texto e jogo**. São Paulo: Perspectiva, 1999.

LEHMANN, Hans-Thies. **Escritura política no texto teatral**. São Paulo: Perspectiva, 2009.

NORONHA, José Renato. **Entre o templo e a encruzilhada**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, UNICAMP, 2002.

_____. **(Auto)formação com musicais**: O descon(s/c)ertante flautista e a peça didática diz que sim. PPGE, UFSM, 2017.

NUNES, Juarez; BAUMGARTEL, Stephan. A construção de presença e a cena teatral multimidiática: a hegemonia de uma presença imanente. In: **Revista Brasileira de Estudos da Presença**, v. 5, n. 3, p. 640-661. Porto Alegre, 2015.

RAUPP, Marilene Dandolini (Org.) **Educação infantil: processo de formação**. UFSC, 2016.



JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA



ROGERS, Carl. **Tornar-se pessoa**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

SACRISTÁN, José Gimeno. **O Aluno como invenção** Porto Alegre: Artmed, 2005.

VIGOTSKI, Lev S. **Imaginação e criatividade na infância**, São Paulo. WMF Martins Fontes, 2014.

Ciência para segurança e soberania alimentar

Alencar Junior Zanon²

O tema Segurança Alimentar pode ser abordado sob dois componentes: 1 - Demanda de alimentos 2 - Oferta de alimentos. A demanda de alimentos é composta por dois elementos principais: número de pessoas e o que essas pessoas comem. O número de habitantes no planeta é de 7,5 bilhões de pessoas e a projeção é que em 2050 sejam aproximadamente 10 bilhões, ou seja, vai ocorrer um aumento de 30% na população mundial. Analisando a nível regional, observa-se que enquanto na Europa não irá ocorrer um aumento da população nos próximos 35 anos, nos continentes Asiático e Africano haverá uma explosão populacional, principalmente no continente Africano. Um dos principais fatores que explicam essas projeções é a taxa de natalidade, em outras palavras, países desenvolvidos tem menor taxa de natalidade quando comparado aos países subdesenvolvidos. Sendo assim, observa-se que a análise do tema de Segurança Alimentar deve ser realizada a nível regional e não a nível global (CASSMAN, 2012).

Mas não se trata apenas do número de pessoas, mas também o que essas pessoas comem, ou seja, a dieta alimentar é baseada em produtos tendo como base farinhas ou produtos de origem animal e lácteos. Observa-se que a medida que aumenta a renda per capita das famílias, ocorre imediatamente um aumento do número de calorias na dieta alimentar, ou seja, a medida que aumenta o poder aquisitivo, as pessoas comem melhor. Assim, há expectativa de um aumento da população mundial de 2,5 bilhões de pessoas, e essas, comendo dietas mais calóricas nos próximos 35 anos. Nesse sentido, e somando-se esses fatores projeta-se um aumento na demanda de produção de alimentos de ao redor de 50 a 70% até 2050 (LYNCH, 2007).

² Professor do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

A partir disso a questão é qual modelo queremos seguir para atender essa demanda: 1 – Aumentar a fronteira agrícola ou 2 – intensificar os sistemas produtivos atuais, de tal forma a não agredir ecossistemas que são importantes do ponto de vista da biodiversidade.

O melhor parâmetro para verificar quão intensificados são os atuais sistemas agrícolas é a produtividade dos cultivos agrícolas. Observa-se que ocorreu um incremento na produtividade de grãos dos principais cultivos agrícolas do mundo, porém, se seguir a tendência das taxas de ganho anual de produtividade, não será suficiente para atender a demanda de alimentos nas áreas que estão sendo cultivadas atualmente, isso significa que irá aumentar a pressão para expandir a fronteira agrícola (CASSMAN, 2012). Na verdade, já não é mais somente uma tendência, pois observa-se que desde 2000 está ocorrendo um incremento de 10 milhões de hectares por ano de área cultivada no mundo. Essa expansão está ocorrendo principalmente em regiões da África, Ásia e América do Sul que conservam as últimas reservas de biodiversidade do Planeta, lugares que tem ecossistemas ricos em carbono e que uma vez convertidos em agricultura tem um impacto direto na mudança climática. Sendo assim, para conservar a biodiversidade e aliviar a pressão de expansão dos sistemas agrícolas para as gerações futuras, a única opção é através da intensificação sustentável dos sistemas agrícolas, em outras palavras, explorar o máximo de produtividade em cada hectare cultivado atualmente de forma sustentável.

Neste sentido, observa-se que os desafios da agricultura mundial têm sido analisados exaustivamente e a necessidade de estabelecer práticas sustentáveis nos sistemas de produção agrícola buscando a segurança e soberania alimentar em um contexto de pressão por recursos naturais (SADRAS et al., 2015). Considerando que a importância do investimento em Pesquisa e Desenvolvimento na agricultura é cada vez mais reconhecida, a melhor alocação dos recursos (limitados) é essencial para aumentar a produção de alimentos. Neste contexto, a lacuna entre a produtividade real e a produtividade potencial é um ponto chave (CASSMAN, 2012).

O potencial de produtividade (PP) (também referido como produtividade potencial por muitos autores) é a produtividade de uma cultivar que cresce sem limitações de nutrientes, estresses bióticos (plantas daninhas, insetos e doenças) e água, ou seja, a taxa de crescimento da planta ou da cultura é determinada pela

radiação solar interceptada pelo dossel, temperatura, CO₂ atmosférico e características genéticas (EVANS, 1993; VAN ITTERSUM, RABBINGE, 1997). A lacuna de produtividade (LP), do inglês yield gap, é a diferença entre PP e as produtividades médias dos agricultores (PM) (LOBELL et al., 2009).

Estudos sobre lacuna de produtividade vêm aumentando nos últimos anos, motivados pela crescente demanda mundial de alimentos e de energia para atender ao aumento populacional e de renda em muitos países (FERMONT et al., 2009; GRASSINI et al., 2015). Esta pressão por aumento na produção de alimentos e de energia está levando a repensar a agricultura para um novo patamar, o da “intensificação sustentável” (MUELLER et al., 2012), mais um ingrediente a considerar para a consolidação da Segunda Revolução Verde (LYNCH, 2007). Os estudos de lacunas de produtividade permitem identificar os principais fatores biofísicos e de manejo que limitam o aumento do rendimento dos agricultores e direcionar novas linhas de pesquisa, além de aprimorar as atuais práticas de manejo (VAN ITTERSUM et al., 2013). Esta nova abordagem motivou a criação do projeto Global Yield Gap Atlas - GYGA (www.yieldgap.org), um esforço mundial para estimar a lacuna de produtividade das principais culturas agrícolas ao redor do Planeta.

No Brasil, os estudos sobre lacunas de produtividade ainda são incipientes, havendo a necessidade de esforços de pesquisa para calcular PP e determinar a PM a partir de dados coletados em lavouras, e após, calcular a lacuna de produtividade, bem como identificar os principais fatores biofísicos e de manejo que limitam os produtores alcançar produtividade mais próximos do PP. Nesse sentido, os grupos de Pesquisa em Ecofisiologia e Manejo e de Agrometeorologia da UFSM coordenados pelos professores Alencar Junior Zanon e Nereu Agusto Streck, respectivamente, em conjunto com professores da Esalq/USP e pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão, liderados pelo Dr Patrício Grassini (líder mundial do Projeto GYGA) iniciaram esforços científicos em agosto de 2017 para estimar o quanto é possível aumentar a produção de soja, arroz irrigado e milho no Brasil na área atualmente cultivada. Os resultados destes esforços pioneiros no Brasil podem ser acompanhados nas redes sociais da equipe SimulArroz, no facebook.com/simularroz, Instagram@simularroz e Twitter@simularroz1.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASSMAN, K. G. What do we need to know about global food security? **Global Food Security**, v. 1, p. 81-82, Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2012.12.001>. 2012.

EVANS, L. T. **Crop Evolution, Adaptation, and Yield**. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1993.

FERMONT, A. M.; VAN ASTEN, P. J. A.; TITTONELL, P.; VAN WIJK, M. T.; GILLER, K. E. Closing the cassava yield gap: an analysis from small holder farms in East Africa. **Field Crops Research**, v. 112, p. 24-36, 2009.

GRASSINI, P.; TORRION, J. A.; YANG, H. S.; REES, J.; ANDERSEN, D.; CASSMAN, K. G.; SPECHT, J. E. Soybean yield gaps and water productivity in the western U.S. Corn Belt. **Field Crops Research**, v. 179, p. 150-163, 2015.

LOBELL, D. B.; CASSMAN, K. G.; FIELD C. B. Crop yield gaps: their importance, magnitudes and causes. **Review of Environment and Resources**, v. 34, p. 179-204, 2009.

LYNCH, J. P. Roots of the Second Green Revolution. **Australian Journal of Botany**, v. 55, p. 493-512, 2007.

MUELLER, N. D.; GERBER, J. S.; JOHNSTON, M.; RAY, D. K.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A. Closing yield gaps: nutrient and water management to boost crop production. **Nature**, v. 490, p. 254-257, 2012.

SADRAS, V. **Yield gap analysis of field crops: Methods and case studies**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015.

VAN ITTERSUM, A. M. K.; CASSMAN, K. G.; GRASSINI, P.; WOLF, J.; TITTONELL, P.; HOCHMAN, Z. Yield gap analysis with local to global relevance - A review. **Field Crops Research**, v. 143, p. 4-17, 2013.

VAN ITTERSUM, M. K.; RABBINGE, R. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. **Field Crops Research**, v. 52, p. 197-208, 1997.

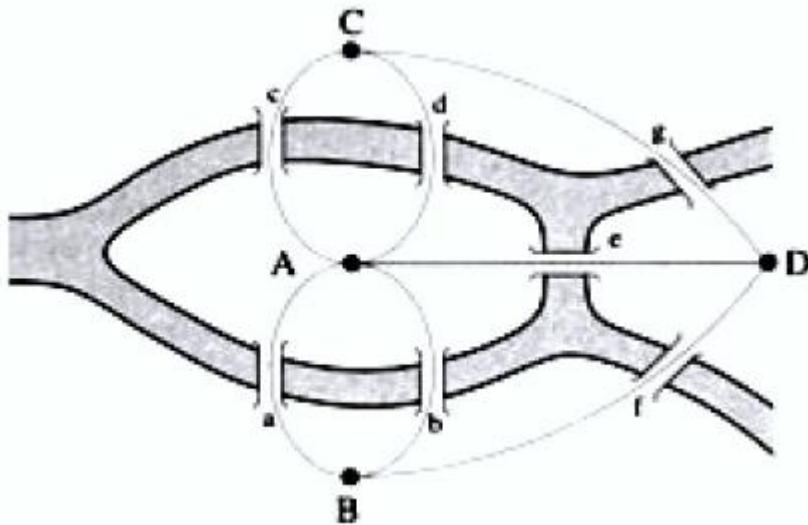
O número de árvores geradoras em cografos

Fernando Colman Tura¹

1 INTRODUÇÃO

O primeiro trabalho reconhecido como Teoria de Grafos foi escrito por Leonard Euler em 1735. O problema que ficou conhecido como o “Problema das sete pontes de Konigsberg” era determinar a existência de um caminho contínuo que cruza cada uma das sete pontes exatamente uma vez.

Figura 1



Euler não desenhou um grafo para resolver o problema, mas ele reformulou o problema como uma tentativa de encontrar uma sequência de letras A,B,C e D onde cada par AB e AC são adjacentes duas vezes e AD, BD e CD são adjacentes somente uma vez, como ilustra a Figura 1. Através de um argumento de contagem, Euler mostrou que não existe tal sequência e assim o problema das sete pontes de Konigsberg não possui solução.

¹ Departamento de Matemática, UFSM, E-mail: ftura@smail.ufsm.br

Com o passar dos anos muitos outros Matemáticos auxiliaram no desenvolvimento da Teoria de Grafos. Um desses Matemáticos foi Gustav Kirchhoff. Uma das grandes contribuições de Kirchhoff foi o Teorema da Matriz Árvore. Dizemos que uma árvore geradora de um grafo G com n vértices é um subgrafo sem ciclos de ordem $n-1$. O resultado do Kirchhoff afirma exatamente o número de árvores geradoras em um grafo qualquer.

Seja $G=(V,E)$ um grafo de n vértices. A matriz de Kirchhoff $K(G)$ de um grafo G tem entradas d_i se $i=j$, -1 se v_i é adjacente a v_j e zero caso contrário, onde d_i é o número de arestas incidentes ao vértice v_i de G .

Teorema 1([2]) Para qualquer grafo G com matriz $K(G)$ definida acima, o cofator de $K(G)$ é igual ao número de árvores geradoras de G .

Nesse trabalho estamos interessados em determinar o número de árvores geradoras em uma classe de grafos denominada de Cografos. Essa classe de grafos foi descoberta de forma independente por diversos pesquisadores desde os anos de 1960. Eles possuem diversas caracterizações (ver, por exemplo [1]). De acordo com [2], podemos definir um cografo de forma recursiva por: (i) um único vértice é um cografo; (ii) a união disjunta (+) de dois cografos é um cografo; (iii) o join (\times) de dois cografos é um cografo.

Cografos podem ser representados unicamente por uma árvore chamada de co-árvore [2]. A coárvore $T(G)$ possui dois tipos de vértices: vértices terminais v_i que correspondem aos vértices do grafo e os vértices interiores w_i que representam as operações de união (+) e join (\times).

A Figura 2 à esquerda, por exemplo, representa a coárvore do cografo G , obtido de forma recursiva por $((v_1 \times v_2) \times v_3) + v_7) \times (v_4 + v_5)) \times v_7$.

Figura 2



2 O ALGORITMO

Nessa seção apresentaremos o algoritmo que determina o número de árvores geradoras em cografos. O algoritmo baseia-se no Teorema da Matriz Árvore, ou seja, o número de árvores geradoras é obtido através do cálculo do cofator da matriz de Kirchhoff $K(G)$ de um cografo G .

Teorema 1([3]) Sejam G um cografo, $T(G)$ sua coárvore e x um número real. O algoritmo Cografo determina uma matriz diagonal congruente a $K(G) - xI$, onde I representa a matriz identidade.

Figura 3

```

Algoritmo Cografo ( $T_G - v$ )
  initialize  $d_i := \text{grau}(v_i)$ , para  $1 \leq i \leq n$ 
  enquanto  $T_G$  tem  $\geq 2$  folhas
    selecione o pair  $(v_k, v_l)$  de maior profundidade e pai  $w$ 
     $\alpha \leftarrow d_k$   $\beta \leftarrow d_l$ 
    se  $w = \otimes$ 
       $d_l \leftarrow \frac{\alpha\beta-1}{\alpha+\beta+2}; \quad d_k \leftarrow \alpha + \beta + 2; \quad T_G = T_G - v_k$ 
    senão  $w = \cup$ 
       $d_l \leftarrow \frac{\alpha\beta}{\alpha+\beta}; \quad d_k \leftarrow \alpha + \beta; \quad T_G = T_G - v_k$ 
  pare

$$\tau = \prod_{i=1}^{n-1} d_i$$


```

O algoritmo começa atribuindo a cada vértice terminal o grau do vértice e retira um vértice da coárvore. A cada passo um par de vértices (v_k, v_l) é selecionado de tal modo que o seu pai w tem maior profundidade. Após a atribuição o vértice v_k é retirado da coárvore, como ilustra a Figura 2. O passo final para obter o número de árvores geradoras é tomar o produto das atribuições. O algoritmo é ilustrado na Figura 3.

3 APLICAÇÃO

Finalizamos esse trabalho apresentando uma aplicação do algoritmo para determinar o número de árvores geradoras em um cografo.

Figura 4



Seja o cografo G obtido recursivamente por $((v_1 \times v_2) \times v_3) + v_7) \times (v_4 + v_5)) \times v_7$. Atribuindo aos vértices os graus e eliminando-se o vértice v_1 , como ilustra a Figura 4, à esquerda. O primeiro passo do algoritmo é atribuir valores aos vértices destacados em vermelho. Uma vez que o pai desses vértices é do tipo join (\times) então as seguintes atribuições são dadas: $v_k = 12$ e $v_l = 2$, eliminando-se v_k da coárvore e v_l subindo de nível, como ilustra a Figura 4 à direita.

Figura 5



O passo seguinte é operar sobre os vértices em destaque em vermelho com o pai w do tipo (+). Assim, as atribuições são $v_k = 10$ e $v_l = 5/2$, repetindo o procedimento anterior como ilustra a Figura 5 à esquerda. Uma vez que os vértices com valores 2 e 3 estão no nível de maior profundidade e o pai é do tipo (+), temos que as atribuições são $v_k = 5$ e $v_l = 6/2$.

Figura 6



As últimas duas iterações são ilustradas na Figura 6. Dessa forma o número de árvores geradoras do cografo é obtido pelo produto das atribuições finais, ou seja

$$(12)(10)(5)(46/5)(119/23)(63/476) = 3780.$$

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

CORNEIL, D. G.; LERCHS, H.; BURLINGHAM, L. S. **Complement reducible graphs**, Discrete Appl. Math. v. 3, n. 3, p. 163-174, 1981.

HARARY, F. **Graph Theory**, Addison-Wesley, Reading, MA, 1969.

JACOB, D.; TREVISAN, V.; TURA, F. **Eigenvalue Location in Cograph**, Discrete Appl. Math. 2017.

LOZIN, V. **Graph Theory Notes**, University of Warwick, 2015.

Veterinária molecular: do gene à aplicação clínica

Kalyne Bertolin^{1*}

Amanda Krummenauer²

Nayrema Maciel²

RESUMO

O objetivo deste capítulo é enfatizar a importância dos estudos das moléculas celulares, incluindo DNA, RNA e proteína, para as aplicações clínicas em Medicina Veterinária. O conhecimento específico e aprofundado dos genes de cada célula permite a melhor regulação de sua expressão. Técnicas de biologia molecular importantes como PCR, Western Blotting e imunohistoquímica são descritas, criando um paralelo entre suas aplicações como reconhecidas ferramentas de diagnóstico molecular, mas sobretudo como ferramentas que possibilitam tratamentos, prevenções, prognósticos e invenções com aplicação para Medicina humana e animal. O olhar do Médico Veterinário sob a óptica específica, detalhada e completa do conhecimento, gera cada vez mais descobertas para a constante melhoria clínica, sanitária e de produção animal.

Palavras-chave: Célula. DNA. Expressão gênica. RNA. Proteína. PCR. Pesquisa científica.

¹ Professor, Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

² Aluno de Iniciação Científica, Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

* Autor para correspondência: kalyne.bertolin@ufsm.br

INTRODUÇÃO

Para entendermos a importância dos estudos da biologia molecular no contexto da função dos órgãos dos seres vivos, traçaremos um paralelo – a título de analogia – com a produção de soja no Brasil. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja (EMBRAPA, 2017), perdendo apenas para os Estados Unidos. No entanto, sabe-se que o Brasil é dividido em 26 estados e um Distrito Federal, sendo os estados de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás os principais produtores nacionais de soja (MAPA, 2017). Dentro do Mato Grosso, que é o estado brasileiro número 1 em produção de soja, o município de Sorriso lidera o ranking da produção, sendo o município com a maior produção de soja no Brasil (IBGE, 2017). Por outro lado, dentro do próprio município de Sorriso, não há apenas produção de soja, havendo outros profissionais além do sojicultor. Portanto, afirmar que o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo é uma informação correta, mas generalista e parcialmente detalhada e completa, levando em consideração que muitos municípios brasileiros não contribuem para essa estatística agrícola, e que alguns estados/municípios/agricultores se sobressaem na sua produção.

Muitos dos conhecimentos que retemos na formação em Medicina Veterinária ainda são limitados à visão global e parcialmente completa. Por exemplo, ao afirmar que a progesterona – hormônio feminino relacionado à gestação – é produzida pelo ovário (ALLEN, 1941), temos uma informação correta mas parcialmente completa, como quando afirmamos que a soja é produzida pelo Brasil. Dentro do ovário, há várias estruturas morfológicas, como folículos e corpo lúteo. O corpo lúteo contém, dentre outras, células especializadas na produção de progesterona, como as células luteais grandes e as células luteais pequenas (HANSEL et al., 1987), sendo que a produção de progesterona se sobressai nas células luteais grandes (WEBER et al., 1987). A capacidade esteroidogênica nas células luteais é dependente de genes específicos, como o gene *HSD3B1* (*hydroxy-delta-5-steroid dehydrogenase, 3 beta-and steroid delta-isomerase 1*) responsável pela conversão do precursor pregnenolona que dá origem à progesterona (CHEDRESE et al., 1990). Portanto, a maior produção de progesterona pelo ovário vem do corpo lúteo, e é resultado do

efeito de genes como o *HSD3B1* das células luteais grandes. Para cada célula, tecido, órgão e sistema dos seres vivos, existem genes especializados na regulação de sua fisiologia e/ou patologia.

O conhecimento específico e aprofundado dos genes de cada célula permite a melhor atuação na sua manipulação, regulação, silenciamento, aumento ou diminuição de sua expressão. Todos os sinais clínicos, resposta a fármacos e índices zootécnicos são resultados do desencadear de uma cascata de genes dentro das células-alvo. Através de técnicas importantes como a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), Western Blotting e imunohistoquímica, obtém-se informações concretas da atuação de hormônios, receptores, genes, proteínas. A imensa gama de conhecimentos que a biologia molecular proporciona é de extrema importância para a elucidação da fisiologia de todos os organismos vivos, gerando grande potencial para contribuir com o dia-a-dia do Médico Veterinário.

Quando analisamos as grades curriculares dos cursos de Medicina Veterinária no Brasil, não há uma constância sobre a obrigatoriedade da disciplina de biologia molecular ou de biologia celular na formação do Médico Veterinário. Neste capítulo, discutiremos alguns resultados que foram obtidos utilizando técnicas de biologia molecular como ferramenta para agregar conhecimentos de pesquisa básica, com potencial para serem traduzidos e/ou estendidos para aplicação na clínica, na saúde e na produção animal.

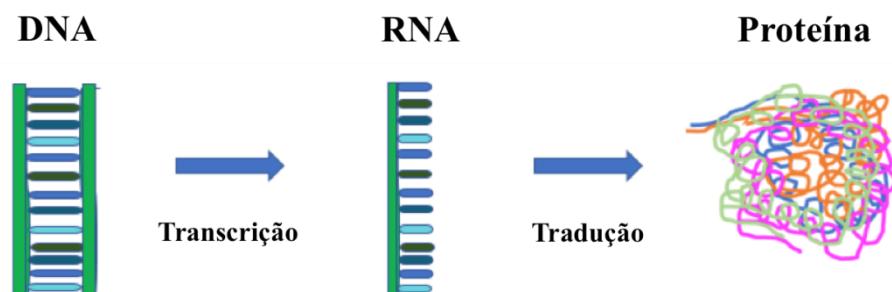
BIOLOGIA DAS MOLÉCULAS CELULARES

Os estudos contendo informações sobre a composição celular, a posição nuclear do DNA (ácido desoxirribonucleico) e sua disposição nos cromossomos são datados desde a década de 1950 (MIRSKY and Ris, 1951). A estrutura do DNA foi determinada em 1953, baseada no modelo de dupla-hélice contendo pares de bases nitrogenadas, fazendo com que a molécula de DNA funcione como um código (WATSON and CRICK, 1953). Grande parte do conhecimento atual sobre o DNA foi possível graças às importantes pesquisas de Francis Harry Crick, cientista que ganhou o prêmio Nobel da Fisiologia ou Medicina, em 1962, pelas descobertas sobre a estrutura molecular dos ácidos nucleicos (NOBEL-PRIZE, 1962). O DNA, o RNA

(ácido ribonucleico) e as proteínas são **macromoléculas** que compõem a essência da biologia **molecular** como a área responsável pelos seus estudos.

É de Crick também o termo “dogma central” da biologia molecular, que sumariza a ideia da transferência da informação genética do DNA ao RNA, através do processo de transcrição, e posteriormente a tradução de RNA a proteínas, sendo essa ordem irreversível (Figura 1) (CRICK, 1958). O DNA armazena a informação genética, o RNA transmite a informação funcionando como mensageiro celular, e a proteína executa a função celular. O DNA está contido em todas as células vivas e contém o material genético de um organismo de cada espécie (CRICK, 1970), sendo que regiões pré-determinadas do DNA, conhecidas como genes, codificam proteínas específicas e constituem a unidade fundamental da hereditariedade. As células repetem este processo de transcrição e tradução inúmeras vezes de acordo com a necessidade, podendo ter sua síntese regulada por condições fisiológicas ou patológicas a que o organismo está submetido (ALBERTS et al., 2010).

Figura 1 – Esquema representativo do dogma central da biologia molecular.



Quando investigamos o DNA no núcleo celular de um organismo eucarioto, estamos identificando todas as sequências contidas em seu genoma, independentemente de quais células forem isoladas. Já o RNA será identificado especificamente para cada célula, podendo ter sua expressão alterada por diversas variáveis. Quando se fala em DNA, refere-se à informação genômica; o RNA, por sua vez, refere-se à expressão gênica. Cada gene codifica uma proteína, que são sequências de aminoácidos determinados pela sequência de nucleotídeos do RNA mensageiro. Tanto o DNA, quanto o RNA e as proteínas podem ser avaliados,

identificados e mensurados por técnicas de biologia molecular, com o intuito de determinar a informação molecular das células em questão.

TÉCNICAS DE BIOLOGIA MOLECULAR

No decorrer dos anos, várias técnicas para detecção das moléculas de DNA, RNA e proteína foram desenvolvidas e aperfeiçoadas. Uma das pioneiras técnicas utilizadas para a detecção de DNA foi a de Southern Blotting que, em 1975, foi descrita por Edwin Southern (HARDING, 2005; SOUTHERN, 1992). Com base na técnica de detecção de DNA, a sua adaptação foi possível para detecção de RNA para fins de expressão gênica, em 1977; como trocadilho para o nome da técnica de Southern (baseado nos pontos cardeais), a detecção de RNA foi chamada de Northern Blotting (ALWINE et al., 1977). Continuando com o jogo de palavras, Harry Towbin, em 1979, estabeleceu o método de detecção de proteínas conhecido e utilizado atualmente como Western Blotting (TOWBIN et al., 1992).

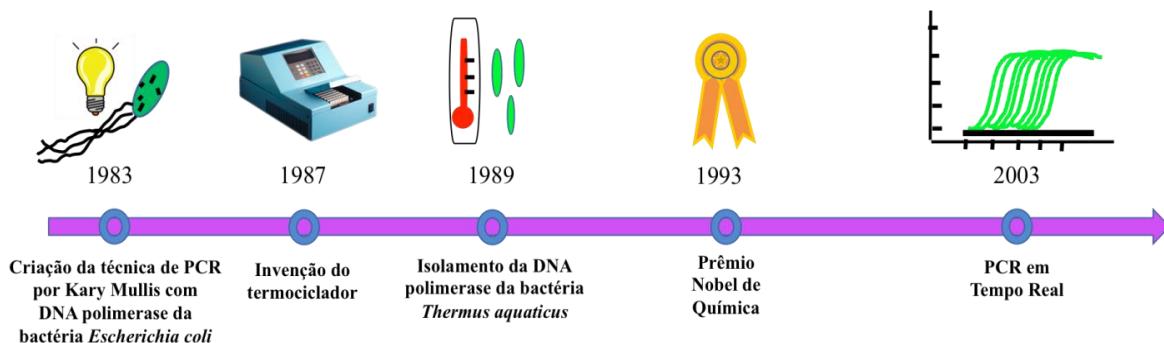
O Western Blotting contribuiu para o avanço da biologia molecular, já que a presença e a identificação de proteínas confirmam a atividade celular para determinada função. Estudada há mais de três décadas, a técnica baseia-se na detecção e quantificação de proteínas específicas contidas em uma amostra. O método é realizado por eletroforese em gel, onde as proteínas são separadas por seu peso molecular e transferidas à uma membrana, sendo posteriormente incubadas juntamente com o anticorpo específico para que sejam detectadas (TOWBIN et al., 1992).

Além do método de Western Blotting, a técnica de imunohistoquímica é muito utilizada na pesquisa de proteínas. Trabalhos da década de 50 já buscavam a detecção de proteínas em cortes histológicos através de anticorpos (COONS and KAPLAN, 1950; GITIL et al., 1953; MARSHALL, 1951). A visualização do tecido em questão é feita sob microscópio óptico, sendo muito útil para a caracterização de doenças e neoplasias. Basicamente, a técnica de Western Blotting detecta a proteína por quantificação num tecido desnaturado, e a técnica de imunohistoquímica detecta proteína por imunolocalização em corte histológico.

Já em 1983, a revolução nos estudos de amplificação de DNA e RNA foram possíveis pela criação da técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR, do inglês *Polymerase Chain Reaction*) por Kary Mullis, com patente americana registrada sob o título “Processo de amplificação, detecção, e/ou clonagem de sequências de ácidos nucleicos” (MULLIS et al., 1986). Nesta primeira versão da técnica, a amplificação da reação era feita pela adição da enzima DNA polimerase isolada da bactéria *Escherichia coli* (MULLIS et al., 1987), que por sua vez era sensível às diferentes trocas de temperaturas a que era submetida durante a reação em cadeia. Em 1987, a invenção do termociclador, equipamento automatizado que regula as temperaturas e tempos dos ciclos da reação (WEIER and GRAY, 1988), revolucionou a praticidade da execução de PCR. Pouco tempo depois, foi descoberta a Taq DNA polimerase, enzima isolada da bactéria *Thermus aquaticus* (HOLLAND et al., 1991; SAIKI et al., 1988) que, por sobreviver em altas temperaturas, proporcionou uma enzima termoestável para suportar as altas temperaturas dos ciclos da PCR.

Dez anos após a invenção da PCR, Kary Mullis ganhou o prêmio Nobel da Química, sendo a PCR reconhecida como um dos métodos mais contributivos para o avanço da Medicina e das biotecnologias no mundo (NOBEL-PRIZE, 1993). A evolução continuada da técnica de PCR (Figura 2) teve como novo marco o estabelecimento da Reação em Cadeia da Polimerase em Tempo Real (HIGUCHI et al., 1993), possibilitando a quantificação da expressão gênica.

Figura 2 – Linha do tempo das descobertas relacionadas à Reação em Cadeia da Polimerase.



A PCR é uma técnica simples, rápida e de grande sensibilidade e especificidade que serve para quantificar ácidos nucleicos, incluindo DNA e RNA. Além da amostra de DNA ou de RNA reversamente transcrito em DNA complementar (cDNA; pela enzima transcriptase reversa de origem viral), a reação deve conter: sequências iniciadoras, ou *primers*, que determinarão o gene a ser investigado; e enzima DNA polimerase que causará a polimerização, ou seja, a formação dos novos polímeros de DNA ou cDNA. Submetidas a diferentes temperaturas para desnaturação, anelamento e elongação, as sequências do gene-alvo multiplicam-se de maneira exponencial. Na PCR convencional, a informação da expressão é adquirida na sua fase final (platô), caracterizando assim resultados qualitativos, o que permite reconhecer exclusivamente a presença ou ausência de expressão, sem poder quantificá-la. Já na PCR em tempo real (qRT-PCR), um marcador com fluorescência é adicionado na reação, sendo possível computar em tempo real e quantificação dos níveis de expressão do gene.

Para o sucesso de todas essas possibilidades que a PCR oferece, há uma série de boas práticas laboratoriais a ser seguida. As exigências para a publicação de dados obtidos através da qRT-PCR vêm sendo cada vez mais rigorosamente cobradas pela comunidade científica, tendo sido criado o guia MIQE (*Minimum Information for Publication of Quantitative Real-Time PCR Experiments*) (BUSTIN et al., 2009) visando a transparência das publicações de expressão gênica. Os cuidados com armazenamento, preservação, manipulação e pipetagem das amostras são

importantes na execução da técnica, seguidos de cuidados com a análise dos dados normalizados com genes de referência, que são essenciais para a confiabilidade dos resultados.

Existem vários outros métodos que permitem os estudos de DNA, RNA e proteína, caracterizados como técnicas de biologia molecular. Nas rotinas dos laboratórios de pesquisa e nos resultados aplicados à clínica Médica Veterinária, as técnicas de PCR, Western Blotting e imunohistoquímica são bem estabelecidas. A opção por determinado protocolo depende da hipótese científica estudada, da infraestrutura do laboratório, do conhecimento técnico e da disponibilidade de amostras e reagentes para cada método.

DIAGNÓSTICO MOLECULAR

Já está bem estabelecida e aceita, no meio Veterinário, a importância da biologia molecular como ferramenta para diagnóstico de infecções. O diagnóstico de uma doença baseia-se nos resultados de exames clínicos, epidemiológicos e laboratoriais. Antes da classificação e conhecimento dos agentes e seus componentes, as infecções eram reproduzidas experimentalmente em animais susceptíveis, permitindo a diferenciação de doenças causadoras de sinais clínicos característicos. Ante às implicações éticas, viabilidade do agente e o surgimento de novas técnicas, gradualmente esses métodos vêm sendo substituídos. O isolamento em cultivo celular é ainda o método mais utilizado para investigar a presença de vírus, e o cultivo e avaliação fenotípica para identificação de bactérias e fungos, porém, esses métodos implicam em demora na obtenção de resultados. A detecção de ácidos nucleicos por PCR, por sua vez, representa uma técnica de alta especificidade e sensibilidade, com possibilidade de obtenção de resultados rápidos e a partir de um pequeno fragmento de amostra (FLORES, 2007).

Muito se discute e se aplica, durante a graduação e na prática Médica Veterinária, as opções de PCR, Western Blotting e imunohistoquímica para detecção de microrganismos como vírus, bactérias, fungos e parasitas. O progresso no conhecimento científico dos agentes causadores de enfermidades foi possível devido ao aprimoramento e desenvolvimento dessas biotecnologias. A partir da década de

1980, as técnicas moleculares, como a PCR, começaram a ser utilizadas nesse objetivo, substituindo os métodos fenotípicos tradicionais, e se tornaram essenciais para o tratamento e qualidade de vida do paciente, provendo um diagnóstico precoce e preciso (MIYACHI, 2001).

Além de detectar a presença de microrganismos através da identificação da presença de seu DNA ou RNA ou proteína, as técnicas moleculares permitem a identificação de fatores de virulência, como fímbrias e toxinas, como no caso da bactéria *Escherichia coli* (FURRER et al., 1990; MOSELEY et al., 1982), que é uma bactéria comensal intestinal de animais. Para a maioria das infecções bacterianas, é impossível estabelecer o agente causal se houver falha na cultura bacteriana. A análise de genes ribossomais por PCR, com subsequente sequenciamento do produto, é de grande utilidade para o diagnóstico, pois a técnica identifica bactérias nas infecções e provém dados para estabelecer o potencial patogênico dessa bactéria (WISOTZKEY et al., 1990). Na era da resistência bacteriana aos tratamentos com antibióticos, pesquisas e descobertas proporcionadas pela biologia molecular determinando a base estrutural de lipopolissacarídeos, que são mecanismos de sobrevivência desses microrganismos, ajudam não apenas no entendimento da biogênese do agente, mas também no potencial de novas drogas contra a resistência antibiótica (DONG et al., 2014).

Através de métodos moleculares na pesquisa virológica, os avanços são evidentes quando se analisam as descobertas atuais. Como exemplos dos vários conhecimentos adquiridos através dessas ferramentas para Medicina humana e animal, é possível citar a identificação da proteína chaperona de histona HIRA, que participa da proteção às células contra vírus (RAI et al., 2017); a caracterização do vírus *Zika*, que causa morte celular e desregula a progressão do ciclo das células progenitoras neurais em humanos, levando à microcefalia fetal (TANG et al., 2016); ou a identificação da via de inibição do receptor nicotínico no sistema nervoso, com o qual o vírus da raiva interage para causar mudanças comportamentais nos animais infectados (HUEFFER et al., 2017). Esses conhecimentos recentes abrem portas para mais perguntas e futuras pesquisas, contribuindo para o melhor entendimento e potencial tratamento ou prevenção de infecções virais.

Na pesquisa micológica, uma comparação de técnicas de diagnóstico e de estratégias terapêuticas para o fungo *Candida* demonstrou que a PCR é uma ferramenta importante para melhorar o custo-benefício das terapias antifúngicas de peritonites em humanos (PAGES et al., 2017). Também com bases moleculares, identificou-se a relação do fungo *Candida tropicalis* com a doença de Crohn (HOARAU et al., 2016), indo além de fatores genéticos e nutricionais, descoberta essa que foi classificada pela comunidade científica como inovadora no futuro do tratamento da doença que vem se manifestado cada vez mais em humanos (DAHLHAMER et al., 2016).

Para estabelecer a prevalência do uso da biologia molecular como ferramenta de diagnóstico, sobretudo a técnica de PCR, realizamos uma busca por indexadores virtuais com o objetivo de evidenciar a importância que essas técnicas tem adquirido. A interatividade que é proporcionada pelas bases de dados encontradas na internet é essencial para a comunicação científica. Buscando por descobertas científicas indexadas na base de dados do PubMed, do Centro Nacional de Informações Biotecnológicas – NCBI, dos EUA, no mês de dezembro de 2017, quando se utilizaram os termos “*PCR and molecular biology*”, foram obtidos aproximadamente 30 mil artigos científicos, sendo esses nos últimos 30 anos. O termo “*molecular biology*” possui mais de 200 mil manuscritos correspondentes publicados. Da mesma forma, quando se realizou a pesquisa pelos termos “*PCR and virus*” com 65.189 resultados, “*PCR and bacteria*” com 125.074, “*PCR and fungus*” com 13.051 e “*PCR and parasite*” 9.926, evidencia-se a difusão dessa técnica em diferentes áreas da Medicina humana e animal. Com 221.104 resultados para os termos “*PCR and diagnosis*” e 167.098 para “*PCR and research*”, demonstra-se que os métodos moleculares possuem uma grande relevância para o diagnóstico e para a pesquisa nas mais diversas áreas biológicas.

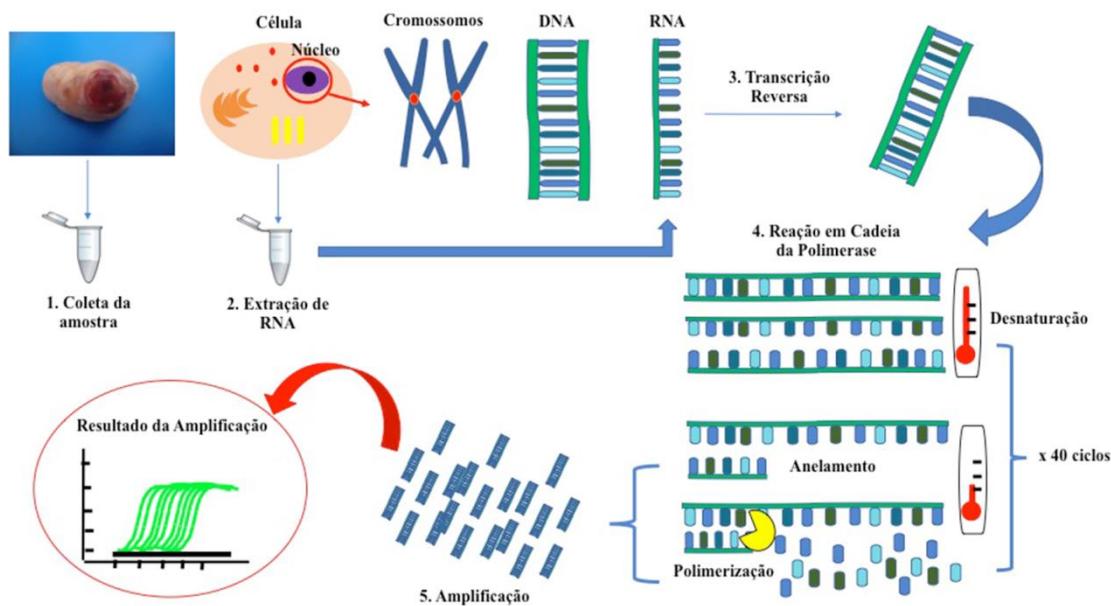
APLICAÇÃO CLÍNICA DA BIOLOGIA MOLECULAR

Uma reação de PCR clássica só pode ser aplicada para amostras de DNA, pois a enzima usada durante a etapa de polimerização é uma DNA polimerase. No entanto, em 1970, com a descoberta da enzima transcriptase reversa (BALTIMORE, 1970;

TEMIN and MIZUTANI, 1970), não apenas o dogma central da biologia molecular foi contradito, como a realização de PCR a partir de RNA tornou-se possível. Contrariando a ordem de que o DNA é transcrito em RNA, os vírus da família Retroviridae convertem o RNA viral – que constitui seu genoma – em DNA, através da enzima transcriptase reversa, para que o DNA então se integre ao genoma do hospedeiro infectado. Com o isolamento dessa enzima viral, amostras de RNA de outras espécies podem ser transformadas em DNA complementar (cDNA) *in vitro*, e experimentos de expressão gênica tornam-se possíveis (SCANLON and KASHANI-SABET, 1989), independentemente do tecido e da espécie (SARKAR and SOMMER, 1989; SPIEGELMAN et al., 1971).

As amplas pesquisas que podem ser realizadas através das técnicas de biologia molecular, considerando a opção de estudar genoma (DNA) e expressão gênica (RNA mensageiro), vão muito além da sua bem estabelecida aplicação na detecção de microrganismos para diagnóstico. Grandes resultados vêm sendo obtidos nas mais variadas áreas Médicas e Veterinárias através dessas técnicas. Em 2008, um grande avanço no entendimento na área de reprodução humana e animal, combinando as ferramentas de manipulação genômica e avaliação de genes e proteínas, foi a evidenciação do receptor nuclear NR5A2 como regulador pleiotrópico das funções ovarianas (BERTOLIN et al., 2014; BERTOLIN et al., 2017; DUGGAVATHI et al., 2008), com potencial aplicação em futuras pesquisas sobre infertilidade feminina ou contracepção, reconhecido pela revista Québec Science como uma – entre as 10 – mais relevantes descobertas do ano de 2008. Esse é um exemplo de trabalho que une os conhecimentos clássicos de biologia molecular, técnicas como isolamento de ácidos nucleicos, PCR quantitativo em tempo real através de RNA reversamente transcrito em cDNA, e interpretação de resultados quantitativos com potencial para gerar um avanço científico (Figura 3).

Figura 3 – Etapas para a obtenção de resultados quantitativos de expressão gênica por qRT-PCR.



No ano de 2017, a ciência trouxe novas esperanças em cura ou prevenção de doenças de origens variadas, com descobertas inovadoras oriundas de pesquisas elegantes em diversas áreas humanas e animais, que jamais seriam possíveis sem o conhecimento da estrutura das moléculas dessas espécies. Quando se busca pelo termo “breakthrough” (do inglês, significa “uma importante descoberta ou desenvolvimento que ajuda a resolver um problema”) da ciência em 2017, a grande maioria dos avanços referentes à clínica e saúde estão relacionados com métodos moleculares.

A surpreendente e mais atual notícia é o trabalho desenvolvido por grupos chineses para editar o genoma humano em busca de tratamento de condições patológicas. Usando o método revolucionário CRISPR de edição de genoma, que é capaz de modificar estrutura de DNA, o grupo injetou – ineditamente em humanos – células contendo genes editados com o objetivo de combater câncer (NORMILE, 2017). O método CRISPR também já tem sido utilizado em animais, por exemplo, criando suínos geneticamente modificados e resistentes ao vírus da síndrome reprodutiva e respiratória dos suínos (PRRSV), através da edição de uma proteína que serve de porta de entrada viral (BURKARD et al., 2017).

Em uma exploração profunda sobre as mutações genéticas relacionadas com neurônios no cérebro humano, um grupo da Universidade de Nebraska descobriu o mecanismo e potencial cura terapêutica para o autismo. Uma mutação do gene ARID1B, que leva aos comportamentos cognitivos e sociais anormais relacionados ao autismo, prejudica os neurotransmissores GABA resultando num desequilíbrio de comunicação no cérebro. O tratamento farmacológico com medicamentos moduladores do receptor GABA reverte os sinais comportamentais no modelo experimental estudado, tendo um potencial clínico para aplicação em humanos (JUNG et al., 2017).

Pesquisas com terapia genética tem estudado a Atrofia Muscular Espinal tipo 1, uma doença degenerativa que compromete os movimentos desde a vida fetal em humanos, incluindo o não desenvolvimento do sistema respiratório, com uma expectativa de sobrevida de dois anos. A terapia genética testou uma única injeção, usando um vírus como vetor carreador do gene terapêutico até o sistema nervoso central, resultando em melhor sobrevida e melhores funções motoras de pacientes tratados. Esse tipo de tratamento com vetores virais torna-se um marco histórico de tratamentos de doenças genéticas (MENDELL et al., 2017).

Outra pesquisa que marcou o ano de 2017 foi o desenvolvimento de ovelhas prematuras em bolsas plásticas como imitação fisiológica do ambiente uterino, substituindo a função da placenta. Essa inovação tem grande atenção para a implementação em neonatologia humana. Graças aos conhecimentos gerados por pesquisa básica de fisiologia que descrevem a função da placenta, a composição do líquido amniótico, trocas materno-fetais e a regulação gênica da gestação, a bolsa plástica pôde repetir o ambiente uterino o mais próximo possível, e os fetos apresentaram desenvolvimento saudável (PARTRIDGE et al., 2017).

Todos juntos, esses eventos científicos são apenas alguns exemplos dos mais atuais avanços, e são fundamentais para demonstrar a importância da pesquisa dos genes na melhoria da qualidade de vida, de bem estar e de saúde humana e animal. As pesquisas científicas com aplicação clínica em humanos, muitas vezes mais avançadas em comparação às pesquisas aplicadas à Veterinária, dependem de modelos experimentais animais para que possam evoluir. A exemplo dos avanços que foram possíveis para Medicina humana, há muitas perguntas a serem investigadas

em diferentes espécies animais. Em geral, a pesquisa científica deve andar em paralelo com a clínica e a produção, para que melhorias e descobertas sejam possíveis.

CONCLUSÃO

A originalidade do termo Veterinária Molecular, usado no título deste capítulo, tem o objetivo de criar ênfase à importância de uma biologia molecular focada à Medicina Veterinária. Das complexas vias e regulações que a biologia molecular engloba, muitas podem e devem ser aplicadas com objetividade clínica, para cativar os graduandos, pós-graduandos e graduados Médicos Veterinários. Cada vez mais as descobertas científicas exigem profundidade na investigação, não bastando o sinal clínico, mas sim o mecanismo pelo qual o sinal foi desencadeado. Muitos – se não todos – dos avanços utilizados a campo ou na clínica, foram obtidos através de experimentos científicos, e essa fonte de informação deve ser referenciada e reverenciada pelos usuários do conhecimento aplicado. O olhar do Médico Veterinário sob a óptica específica, detalhada e completa do conhecimento, gera cada vez mais descobertas para a constante melhoria clínica, sanitária e de produção animal. Na geração dessas descobertas, as abordagens interdisciplinares são de fundamental importância, para que cada especialista, clínico ou laboratorial, aplique suas *expertises* para agregar experiências e gerar um conhecimento completo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Mecanismos Genéticos Básicos**. Parte II - Biologia Molecular da Célula, p. 195-411, 2010.

ALLEN, W. M. The Chemical and Physiological Properties, and Clinical Uses of the Corpus Luteum Hormone, Progesterone. **Bull N Y Acad Med** v. 17, p. 508-518. 1941.

ALWINE, J. C.; KEMP, D. J.; STARK, G. R. Method For Detection of Specific RNAs in Agarose Gels By Transfer to Diazobenzyloxymethyl-Paper and Hybridization With DNA Probes. **Proc Natl Acad Sci U S A** v. 74, p. 5350-5354, 1977.

BALTIMORE, D. RNA-Dependent DNA Polymerase in Virions of RNA Tumour Viruses. **Nature**, v. 226, p. 1209-1211, 1970.

BERTOLIN, K.; GOSSEN, J.; SCHOONJANS, K.; MURPHY, B. D. **The Orphan Nuclear Receptor Nr5a2 Is Essential for Luteinization in the Female Mouse Ovary.** *Endocrinology*, En20131765, 2014.

BERTOLIN, K.; MEINSOHN, M. C.; SUZUKI, J.; GOSSEN, J.; SCHOONJANS, K.; DUGGAVATHI, R.; MURPHY, B. D. Ovary-Specific Depletion of the Nuclear Receptor Nr5a2 Compromises Expansion of the Cumulus Oophorus But Not Fertilization by Intracytoplasmic Sperm Injection. **Biol Reprod**, v. 96, p. 1231-1243, 2017.

BURKARD, C.; LILLICO, S. G.; REID, E.; JACKSON, B.; MILEHAM, A. J.; AIT-ALI, T.; WHITELAW, C. B.; ARCHIBALD, A. L. Precision Engineering for Prrsv Resistance in Pigs: Macrophages from Genome Edited Pigs Lacking Cd163 Src5 Domain are Fully Resistant to Both Prrsv Genotypes While Maintaining Biological Function. **Plos Pathog**, v. 13, E1006206. 2017.

BUSTIN, S. A.; BENES, V.; GARSON, J. A.; HELLEMANS, J.; HUGGETT, J.; KUBISTA, M.; MUELLER, R.; NOLAN, T.; PFAFFL, M. W.; SHIPLEY, G. L., et al. The Miqe Guidelines: Minimum Information for Publication of Quantitative Real-Time Pcr Experiments. **Clin Chem**. v. 55, p. 611-622, 2009.

CHEDRESE, P. J.; LUU THE, V.; LABRIE, F.; JUORIO, A. V.; MURPHY, B. D. Evidence For The Regulation of 3 Beta-Hydroxysteroid Dehydrogenase Messenger Rna By Human Chorionic Gonadotrophin in Luteinized Porcine Granulosa Cells. **Endocrinology**, v. 126, p. 2228-2230. 1990.

COONS, A. H.; KAPLAN, M. H. Localization Of Antigen In Tissue Cells; Improvements In A Method for the Detection of Antigen By Means of Fluorescent Antibody. **J Exp Med**, v. 91, p. 1-13, 1950.

CRICK, F. Central Dogma of Molecular Biology. **Nature** v. 227, p. 561-563, 1970.

CRICK, F. H. On Protein Synthesis. **Symp Soc Exp Biol**, v. 12, p. 138-163, 1958.

DAHLHAMER, J. M.; ZAMMITTI, E. P.; WARD, B. W.; WHEATON, A. G.; CROFT, J. B. Prevalence of Inflammatory Bowel Disease Among Adults Aged ≥ 18 Years - United States, 2015. **Mmwr Morb Mortal Wkly Rep**, v. 65, p. 1166-1169, 2016.

DONG, H.; XIANG, Q.; GU, Y.; WANG, Z.; PATERSON, N. G.; STANSFELD, P. J.; HE, C.; ZHANG, Y.; WANG, W.; DONG, C. Structural Basis for Outer Membrane Lipopolysaccharide Insertion. **Nature**, v. 511, p. 52-56, 2014.

DUGGAVATHI, R.; VOLLE, D. H.; MATAKI, C.; ANTAL, M. C.; MESSADDEQ, N.; AUWERX, J.; MURPHY, B. D.; SCHOONJANS, K. Liver Receptor Homolog 1 Is Essential for Ovulation. **Genes & Development**, v. 22, p. 1871-1876, 2008.

EMBRAPA (2017). Disponível em <https://www.Embraapa.Br/Soja/Cultivos/Soja1>.

FLORES, E. F. **Virologia Veterinária**. Editora Ufsm, n. 61. 2007.

FURRER, B.; CANDRIAN, U.; LUTHY, J. Detection and Identification of E. Coli Producing Heat-Labile Enterotoxin Type I By Enzymatic Amplification of a Specific Dna Fragment. **Lett Appl Microbiol**, v. 10, p. 31-34. 1990.

GITIL, D.; LANDING, B. H.; WHIPPLE, A. The Localization of Homolgous Plasma Proteins in the Tissues of Young Human Beings as Demonstrated With Fluorescent Antibodies. **J Exp Med**, v. 97, p. 163-176. 1953.

HANSEL, W.; ALILA, H. W.; DOWD, J. P.; YANG, X. Z. Control of Steroidogenesis In Small and Large Bovine Luteal Cells. **Aust J Biol Sci**, v. 40, 331-347, 1987.

HARDING, A. **Sir Edwin Southern**: Scientist as Problem Solver. **Lancet** 366, 1919, 2005.

HIGUCHI, R.; FOCKLER, C.; DOLLINGER, G.; WATSON, R. Kinetic Pcr Analysis: Real-Time Monitoring of Dna Amplification Reactions. **Biotechnology (N Y)** v. 11, p. 1026-1030, 1993.

HOARAU, G.; MUKHERJEE, P. K.; GOWER-ROUSSEAU, C.; HAGER, C.; CHANDRA, J.; RETUERTO, M. A.; NEUT, C.; VERMEIRE, S.; CLEMENTE, J.; COLOMBEL, J. F. et al. Bacteriome and Mycobiome Interactions Underscore Microbial Dysbiosis in Familial Crohn's Disease. **Mbio**, v. 7, 2016.

HOLLAND, P. M., ABRAMSON, R. D., WATSON, R., And GELFAND, D. H. Detection of Specific Polymerase Chain Reaction Product By Utilizing The 5'----3' Exonuclease Activity of Thermus Aquaticus Dna Polymerase. **Proc Natl Acad Sci USA**, v. 88, p. 7276-7280, 1991.

HUEFFER, K.; KHATRI, S.; RIDEOUT, S.; HARRIS, M. B.; PAPKE, R. L.; STOKES, C.; SCHULTE, M. K. Rabies Virus Modifies Host Behaviour Through a Snake-Toxin Like Region of its Glycoprotein that Inhibits Neurotransmitter Receptors in the Cns. **Scientific Reports**, v. 7, p. 12818, 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pam 2016: Valor da Produção Agrícola Nacional foi 20% maior do que em 2015 Disponível Em [Https://Agenciadenoticiasibgegovbr/2013-Agencia-De-Noticias Releases/16814-Pam-2016-Valor-Da-Producao-Agricola-Nacional-Foi-20-Maior-Do-Que-Em-2015html](https://Agenciadenoticiasibgegovbr/2013-Agencia-De-Noticias Releases/16814-Pam-2016-Valor-Da-Producao-Agricola-Nacional-Foi-20-Maior-Do-Que-Em-2015html). Acessado em:2017.

JUNG, E. M.; MOFFAT, J. J.; LIU, J.; DRAVID, S. M.; GURUMURTHY, C. B.; KIM, W. Y. Arid1b Haploinsufficiency Disrupts Cortical Interneuron Development and Mouse Behavior. **Nat Neurosci**, v. 20, p. 1694-1707. 2017.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Quatro Estados concentram quase 70% da produção de grãos do País. Disponível Em <Http://Wwwagriculturagovbr/Noticias/Tecnologia-No-Cultivo-De-Soja-Estimulou-Mecanizacao-De-Outras-Culturas>. Acessado em:2017.

MARSHALL, J. M., Jr. Localization of Adrenocorticotropic Hormone by Histochemical and Immunochemical Methods. **J Exp Med**, v. 94, p. 21-30, 1951.

MENDELL, J. R.; AL-ZAIDY, S.; SHELL, R.; ARNOLD, W. D.; RODINO-KLAPAC, L. R.; PRIOR, T. W.; LOWES, L.; ALFANO, L.; BERRY, K.; CHURCH, K.; et al. Single-Dose Gene-Replacement Therapy for Spinal Muscular Atrophy. **N Engl J Med**, v. 377, p. 1713-1722, 2017.

MIRSKY, A. E.; RIS, H. The Composition and Structure of Isolated Chromosomes. **J Gen Physiol**, v. 34, p. 475-492, 1951.

MIYACHI, H. [The Present Status And Future Prospect of the Molecular Diagnostic Tests]. **Rinsho Byori**, v. 49, p. 139-149. 2001.

MOSELEY, S. L.; ECHEVERRIA, P.; SERIWATANA, J.; TIRAPAT, C.; CHAICUMPA, W.; SAKULDAIPEARA, T.; FALKOW, S. Identification of Enterotoxigenic Escherichia Coli By Colony Hybridization Using Three Enterotoxin Gene Probes. **J Infect Dis**, v. 145, p. 863-869, 1982.

MULLIS, K.; ERLICH, H. A.; ARNHEIM, N.; HORN, G. T.; SAIKI, R. K.; SCHAFER, S. J. Patente Us4683195 A - Process for Amplifying, Detecting, and/Or-Cloning Nucleic Acid Sequences. Disponível em <https://www.google.com/Patents/Us4683195>. 1987.

MULLIS, K.; FALOONA, F.; SCHAFER, S.; SAIKI, R.; HORN, G.; ERLICH, H. Specific Enzymatic Amplification of Dna In Vitro: the Polymerase Chain Reaction. Cold Spring Harbor **Symposia On Quantitative Biology**, v. 51 Pt 1, p. 263-273. 1986.

NOBEL-PRIZE. Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina. Disponível em https://www.nobelprize.org/Nobel_Prizes/Medicine/Laureates/1962/Crick-Factshtml. 1962.

NOBEL-PRIZE. Prêmio Nobel de Química - Kary B. Mullis. Disponível em https://www.nobelprize.org/Nobel_Prizes/Chemistry/Laureates/1993/Presshtml. 1993.

NORMILE, D. China Sprints Ahead In Crispr Therapy Race. **Science**, v. 358, p. 20-21, 2017.

PAGES, A.; IRIART, X.; MOLINIER, L.; GEORGES, B.; BERRY, A.; MASSIP, P.; JUILLARD-CONDAT, B. Cost Effectiveness of Candida Polymerase Chain Reaction Detection and Empirical Antifungal Treatment Among Patients With Suspected Fungal Peritonitis in the Intensive Care Unit. **Value Health**, v. 20, p. 1319-1328, 2017.

PARTRIDGE, E. A.; DAVEY, M. G.; HORNICK, M. A.; MCGOVERN, P. E.; MEJADDAM, A. Y.; VRECENAK, J. D.; MESAS-BURGOS, C.; OLIVE, A.; CASKEY, R. C.; WEILAND, T. R. et al. An Extra-Uterine System to Physiologically Support the Extreme Premature Lamb. **Nat Commun**, v. 8, p. 15112. 2017.

RAI, T. S.; GLASS, M.; COLE, J. J.; RATHER, M. I.; MARSDEN, M.; NEILSON, M.; BROCK, C.; HUMPHREYS, I. R.; EVERETT, R. D.; ADAMS, P. D. Histone Chaperone

Hira Deposits Histone H3.3 Onto Foreign Viral Dna and Contributes to Anti-Viral Intrinsic Immunity. **Nucleic Acids Res**, v. 45, p. 11673-11683. 2017.

SAIKI, R. K.; GELFAND, D. H.; STOFFEL, S.; SCHARF, S. J.; HIGUCHI, R.; HORN, G. T.; MULLIS, K. B.; ERLICH, H. A. Primer-Directed Enzymatic Amplification of Dna With A Thermostable Dna Polymerase. **Science**, v. 239, p. 487-491, 1988.

SARKAR, G.; SOMMER, S. S. Access to A Messenger Rna Sequence or its Protein Product Is Not Limited By Tissue or Species Specificity. **Science**, v. 244, p. 331-334. 1989.

SCANLON, K. J., KASHANI-SABET, M. Utility of the Polymerase Chain Reaction in Detection of Gene Expression in Drug-Resistant Human Tumors. **J Clin Lab Anal**, v. 3, p. 323-329. 1989.

SOUTHERN, E. M. Detection of Specific Sequences Among Dna Fragments Separated by Gel Electrophoresis. 1975. **Biotechnology**, v. 24, p. 122-139, 1992.

SPIEGELMAN, S.; WATSON, K. F.; KACIAN, D. L. Synthesis of Dna Complements of Natural Rnas: a General Approach. **Proc Natl Acad Sci U S A**, v. 68, p. 2843-2845. 1971.

TANG, H.; HAMMACK, C.; OGDEN, S. C.; WEN, Z.; QIAN, X.; LI, Y.; YAO, B.; SHIN, J.; ZHANG, F.; LEE, E. M. et al. Zika Virus Infects Human Cortical Neural Progenitors and Attenuates Their Growth. **Cell Stem Cell**, v. 18, p. 587-590, 2016.

TEMIN, H. M.; MIZUTANI, S. Rna-Dependent Dna Polymerase in Virions of Rous Sarcoma Virus. 1970. **Biotechnology**, v. 24, p. 51-56, 1970.

TOWBIN, H.; STAHELIN, T.; GORDON, J. Electrophoretic Transfer of Proteins from Polyacrylamide Gels to Nitrocellulose Sheets: Procedure and Some Applications. 1979. **Biotechnology**, v. 24, p. 145-149, 1992.

WATSON, J. D.; CRICK, F. H. **The Structure Of Dna**. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, v. 18, p. 123-131, 1953.

WEBER, D. M.; FIELDS, P. A.; ROMRELL, L. J.; TUMWASORN, S.; BALL, B. A.; DROST, M.; FIELDS, M. J. Functional Differences Between Small and Large Luteal Cells of the Late-Pregnant Vs. Nonpregnant Cow. **Biol Reprod**, v. 37, p. 685-697, 1987.

WEIER, H. U.; GRAY, J. W. A Programmable System to Perform the Polymerase Chain Reaction. **Dna**, v. 7, p. 441-447, 1988.

WISOTZKEY, J. D.; JURTSCHUK, P.; JR. And FOX, G. E. Pcr Amplification of 16s Rdna from Lyophilized Cell Cultures Facilitates Studies in Molecular Systematics. **Curr Microbiol**, v. 21, p. 325-327, 1990.

Toxicologia ambiental aplicada à Gestão dos Recursos Hídricos: o caso dos agrotóxicos

Francisco Rossarolla Forgiarini¹;

Bárbara Estevão Clasen²;

Carine Baggiotto³;

Luiza Loss⁴;

Maéli Túani Castoldi⁴.

1 Engenheiro Civil, Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Professor da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, 1000 – Bairro Camobi, Santa Maria, CEP: 97105-900, RS, Brasil. E-mail: francisco.forgiarini@ufrm.br

2 Bioquímica, Engenheira Agrônoma, Doutora em Bioquímica Toxicológica, Professora da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Campus de Três Passos, Rua Cipriano Barata, 47 - bairro Érico Veríssimo, Três Passos, CEP: 98600-000, RS, Brasil. E-mail: ba.clasen@hotmail.com

3 Engenheira Sanitarista e Ambiental, Mestra em Engenharia Ambiental, Pesquisadora na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, 1000 – Bairro Camobi, Santa Maria, CEP: 97105-900, RS, Brasil. E-mail: carine.bg@hotmail.com

4 Alunas do Curso de Engenheira Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, 1000 – Bairro Camobi, Santa Maria, CEP: 97105-900, RS, Brasil. E-mail: lossluiza@hotmail.com e maeli70@hotmail.com

A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segundo Lanna (2001), a Gestão dos Recursos Hídricos (GRH) é uma atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e diretrizes, ao preparo de documentos orientadores e normativos, à estruturação de sistemas gerenciais e à tomada de decisões. A GRH tem por objetivo final promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos, que nada mais são do que as águas destinadas às suas mais diversas utilizações.

Em última análise, a GRH procura responder uma única e preocupante questão: *como alocar um recurso escasso (água) entre usuários que são competitivos ao longo do tempo?* Ou seja, a GRH procura o equilíbrio entre a oferta de água, em quantidade e qualidade, e a demanda para os usos múltiplos da água.

Após a Constituição Federal de 1988 foram criados os marcos legais mais significativos para a GRH no Brasil, são eles: a Lei Federal nº 9.433/1997, denominada Lei das Águas, a Lei Federal nº 9.984/2000, que criou a Agência Nacional das Águas (ANA), e as Leis Estaduais de águas. A Lei das Águas regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criando o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SNGRH). A PNRH e o SNGRH são baseados no sistema Francês de gerenciamento deste recurso e os princípios da PNRH brasileira são (BRASIL, 1997):

- A água é um bem de domínio público;
- A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- A gestão dos recursos hídricos deve proporcionar o uso múltiplo das águas;
- A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do SNGRH;
- A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Para atingir os objetivos da PNRH, a lei criou cinco instrumentos de gestão: o plano de bacia hidrográfica; a outorga de direitos de uso da água; a cobrança pelo uso da água; o enquadramento dos corpos hídricos em classes de uso; e o sistema de informações sobre recursos hídricos.

O Plano de Bacia Hidrográfica configura-se como o instrumento chave da integração de todas as ações e visa uma melhoria da oferta de quantidade e de qualidade da água perante as necessidades de uso dos recursos e de sustentação do ambiente. Suas diretrizes devem provir de processo social, onde se incluem a negociação do enquadramento, da outorga e da cobrança pelo uso da água. A implantação destes instrumentos, incluindo o próprio Plano de Bacia, podem ocorrer em um processo único ou escalonado ao longo do tempo, dependendo da região e do arranjo das forças políticas e sociais (FORGIARINI, SILVEIRA e CRUZ, 2008).

O enquadramento define o nível de qualidade da água a ser atingido na bacia, influenciando diretamente o plano da bacia. Com a outorga, o poder público faz a repartição dos recursos hídricos aos diversos usuários requerentes, de acordo com

as prioridades estabelecidas nos planos de bacia hidrográfica e o equacionamento entre a disponibilidade hídrica e a demanda. O plano será desenvolvido para atender o nível de qualidade determinado pelo enquadramento e para atingir os valores da outorga.

A cobrança tem como objetivo financeiro as ações definidas no Plano da Bacia e necessita estar integrada aos demais instrumentos de gestão, especialmente a outorga, pois assim o usuário solicitaria a outorga correspondente à sua real necessidade e além disso existiria uma facilidade de controle, fiscalização e aceitação da cobrança pela sociedade. O sistema de informação funcionará como um banco de dados das informações relativas aos recursos hídricos da região estudada, fornecendo os dados necessários para o desenvolvimento dos estudos e as informações para todos os interessados (usuários, poder público, comunidade, etc.).

Apesar de todos os avanços ocorridos nas últimas décadas para a implementação dos instrumentos citados, observa-se falhas no SNGRH e a possibilidade de avançar em questões importantes. Uma destas questões é o uso da Toxicologia Ambiental associada aos instrumentos de gestão, notadamente, a outorga e o enquadramento, para avaliação do lançamento de agrotóxicos em corpos hídricos.

A TOXICOLOGIA AMBIENTAL E OS AGROTÓXICOS

Todos os dias são despejadas gigantescas quantidades de substâncias químicas nos corpos hídricos brasileiros, que causam modificações negativas no estado químico, físico e biológico da água e de seres vivos a que dela dependem. A Toxicologia Ambiental, ou Ecotoxicologia, é o estudo dos efeitos adversos (intoxicação) causados sobre os organismos vivos pelas substâncias químicas liberadas no ambiente, os xenobióticos. A Toxicologia Ambiental é baseada em testes ecotoxicológicos que objetivam, especialmente:

- Definir concentrações ou condições seguras de exposição de agentes tóxicos no ambiente;
- Desenvolvimento e teste de exigências legais para a liberação de novos produtos;

- Desenvolvimento de princípios teóricos e empíricos para melhorar os conhecimentos sobre o comportamento e efeitos das substâncias químicas em sistemas vivos.

Na legislação ambiental brasileira relacionada aos lançamentos de efluentes nos corpos hídricos, contemplada pelas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005 e 430/2011, e do Rio Grande do Sul, a Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) 355/2017 são apresentados limites de lançamento de efluentes que devem ser respeitados para a implementação dos instrumentos de Outorga de direitos de uso e Enquadramento dos corpos hídricos em classes de uso. No entanto, nestas legislações não há citação direta sobre substâncias com alto poder de toxicidade, tal como os agrotóxicos, tampouco, determina claramente os critérios de ecotoxicidade a serem respeitados.

O artigo 18 da Resolução CONAMA 430/2011 estabelece: “O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente”. A Resolução CONSEMA 355/2017 determina em seu Artigo 9º: “Os efluentes líquidos de que trata esta Resolução devem atender aos padrões toxicidade estabelecidos em resolução específica sobre a matéria”. Porém, esta resolução ainda não existe. Assim, a análise dos lançamentos de efluentes com agrotóxicos se torna subjetiva e, muitas vezes, falha por não haver uma legislação clara sobre os lançamentos destas substâncias.

Após sua liberação no ambiente, os agrotóxicos podem ter diferentes destinos. Aqueles que são pulverizados podem mover-se através do ar e, eventualmente, ter seu destino final em outros compartimentos do ecossistema, tais como o solo ou a água. Quando aplicados diretamente ao solo podem escorrer superficialmente e alcançar corpos hídricos mais próximos como açudes, lagos e rios ou ainda sofrer percolação, lixiviação através do solo para as camadas inferiores e assim, podendo chegar até as águas subterrâneas.

A aplicação de agrotóxicos diretamente em corpos hídricos no controle de plantas daninhas ou indiretamente como resultado de lixiviação, escoamento superficial do solo ou de outras rotas, pode levar não somente a acumulação de agrotóxicos na água, mas também pode contribuir para o aumento dos níveis destes

produtos no ar através da evaporação. As diversas possibilidades de movimento dos agrotóxicos no meio ambiente são bastante complexas e, indicam que essas transferências ocorrem continuamente entre os diferentes ecossistemas. Em alguns casos, essas trocas não ocorrem apenas entre as áreas próximas, podendo envolver o transporte de agrotóxicos por longas distâncias.

Os aspectos positivos da aplicação de agrotóxicos são o aumento na produtividade das culturas e consequente produção alimentos e a redução drástica de doenças transmitidas por vetores. No entanto, seu uso de maneira indiscriminada e desregulada tem levantado sérias questões preocupantes no que se refere aos possíveis danos ambientais principalmente sobre a qualidade das águas, a saúde dos humanos e dos animais. Apesar de proibição de aplicação de alguns dos agrotóxicos ambientalmente persistentes e menos biodegradáveis (como organoclorados) em muitos países, a sua utilização está sempre em ascensão. Os agrotóxicos causam sérios riscos à saúde dos sistemas vivos devido à presença de gordura de rápida solubilidade e bioacumulação em organismos não alvo (AGRAWAL, PANDEY e SHARMA, 2010).

Os agrotóxicos, mesmo em baixa concentração, podem exercer vários efeitos adversos, que podem ser monitorados através de avaliações em níveis bioquímicos, moleculares e/ou comportamentais dos seres vivos. Os fatores que afetam a contaminação da água por agrotóxicos, seus resíduos e metabólitos secundários incluem drenagem, precipitação, a atividade microbiana, temperatura do solo, tratamento de superfície, taxa de aplicação, bem como a solubilidade, a mobilidade e a meia-vida de pesticidas (AGRAWAL, PANDEY e SHARMA, 2010; CLASEN et al. 2014). De tal modo que, um dos maiores impactos da agricultura na qualidade dos recursos hídricos (água subterrânea e superficial) ocorre devido à possibilidade de contaminação desses com resíduos de agrotóxicos. Infelizmente, têm sido crescentes as evidências sobre a presença de resíduos de agrotóxicos em amostras de água subterrâneas e superficiais em áreas agrícolas ou até mesmo em áreas de captação de água para consumo humano (SCORZA JÚNIOR, NÉVOLA e AYELO, 2010).

A extensa utilização de agrotóxicos representa um grave problema de saúde pública em muitos países em desenvolvimento, especialmente naqueles que tem a agricultura como a base da economia, como exemplo, o Brasil. Segundo Melo, Brito e

Miguel (2010), existem mais de 18 mil produtos licenciados para uso, e a cada ano cerca de 1 bilhão de litros de agrotóxicos são aplicados na produção agrícola, residências, escolas, parques e florestas. Considerando que o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo desde 2008, o monitoramento e a avaliação dos impactos do uso destas substâncias por meio de testes ecotoxicológicos são fundamentais para garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários que utilizam tais insumos (EMBRAPA, 2014).

ESTUDO DE CASO: PEIXES PARA AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO AQUÁTICA POR AGROTÓXICOS

Os Estados do Paraná e do Rio Grande do Sul são o terceiro e quarto com maior produção de batata do Brasil, perdendo apenas para Minas Gerais e São Paulo (EMBRAPA, 2005). O cultivo da batata normalmente exige um uso exagerado de agrotóxicos pois os consumidores selecionam as batatas através de características visuais, como forma e cor dos tubérculos, sendo que há uma preferência por tubérculos lisos e brilhantes (EMBRAPA, 2005). Assim, o abuso destas substâncias é comum em lavouras de batatas na busca de um produto adequado ao mercado, principalmente na região Sul, onde historicamente chegam a ser feitas até 30 pulverizações por ciclo produtivo (LOPES; BUSO, 1999).

Neste contexto, o município de Silveira Martins no Estado do Rio Grande do Sul se destaca, pois é comum ocorrerem casos de mortandade de peixes em reservatórios e rios devido ao suposto uso de agrotóxicos. O município é um importante produtor de batata inglesa da região, que no momento do beneficiamento, onde são realizadas a seleção e lavagem das batatas, é utilizado um grande volume de água. Normalmente, para este tipo de atividade os órgãos ambientais exigem apenas um tratamento simplificado de sedimentação para aprovação do licenciamento ambiental da atividade e descarte do efluente em um corpo hídrico.

Este estudo de caso avaliou o efluente de uma indústria de beneficiamento de batata procurando responder algumas questões chaves: *(i) Que substâncias tem neste efluente? (ii) O que estas substâncias podem causar nos seres vivos? (iii) Quais os limites toleráveis para o lançamento destas substâncias nos corpos hídricos?*

METODOLOGIA

Amostras do efluente bruto foram coletadas na saída do sistema de tratamento dos efluentes de uma das indústrias de beneficiamento de batatas do tipo inglesa no município de Silveira Martins – RS para a realização da caracterização físico-química e dos agrotóxicos. O sistema de tratamento é composto por tanques de sedimentação simples com fluxo intermitente e o efluente é liberado para o rio que passa próximo. Na figura 1, pode-se detectar o curso hídrico onde é realizado o despejo do efluente.

Figura 1 – (A) Vista aérea do local de estudo. (B) Local onde ocorre o lançamento do efluente no rio. (C) Situação do rio após o lançamento do efluente. Data imagem: 16/08/2011. Fonte: GOOGLE MAPS – Fotos dos autores.



A caracterização físico-química compreendeu as análises de temperatura e Oxigênio Dissolvido (OD) em campo, turbidez, pH, Condutividade Elétrica, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Dissolvidos, Sólidos em Suspensão, Sólidos Sedimentáveis e Sólidos Totais em laboratório. Os processos analíticos utilizados estão preconizados no *Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WPCF, 2012). A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que rios não enquadrados são considerados classe 2. Portanto, para serem lançados os efluentes não devem modificar esta classe.

O efluente coletado também foi enviado ao LARP (Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas), localizado na UFSM, para detecção dos possíveis agrotóxicos presentes. Foi utilizado o método descrito por Zanella et al. (2003) que é baseado em Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE).

A avaliação dos efeitos ecotoxicológicos dos compostos químicos presentes no efluente foi realizada utilizando peixes da espécie *Cyprinus carpio*. Os peixes têm sido cada vez mais utilizados em estudos ecotoxicológicos nos últimos anos e a *Cyprinus carpio*, ou Carpa Húngara, apresenta boas características para os mesmos, destacando-se sua sensibilidade equilibrada. Muitos trabalhos têm avaliado contaminações utilizando *Cyprinus carpio* (CHANDRASEKARA e PATHIRATNE, 2005; ORUÇ e USTA, 2007; FERRARO, 2009; CLASEN et al., 2012; ATLI et al., 2016).

Foram utilizadas 60 carpas da espécie *Cyprinus carpio* obtidas de pisciculturas da região, pesando aproximadamente 10-20 gramas. Os peixes foram transferidos para caixas de 250 L com temperatura e aeração constantes, permanecendo nestas condições durante dez dias. Parâmetros de qualidade da água como temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹) foram monitorados diariamente. Os peixes foram alimentados uma vez ao dia com ração comercial Supra® (42% de proteína bruta, 5% biomassa).

Após o período de aclimatação, os peixes foram distribuídos em caixas de 45L (totalizando 4 caixas) com densidade de 15 peixes por caixa em duplicata. Em 2 destas caixas os peixes foram expostos ao efluente, somente com aeração constante, compondo o tratamento. Nas outras 2 caixas foi utilizada água limpa, aeração constante e filtragem, configurando o controle. Os peixes foram alimentados com a mesma ração do período de aclimatação comercial da Supra contendo 42% de proteína bruta uma vez ao dia, 5% biomassa. Os parâmetros de qualidade de água foram avaliados diariamente da mesma maneira como descrito na aclimatação. A coleta dos peixes foi realizada após 7, 14 e 28 dias de exposição ao efluente para separação do material biológico. A cada coleta foram retirados 5 peixes de cada caixa.

Cada peixe foi pesado e medido antes de ser sacrificado por secção medular.¹ Imediatamente após o sacrifício, cérebro, brânquias, fígado e músculo foram retirados,

¹ Este procedimento foi aprovado pelo Comitê de Ética e Bem Estar Animal da UFSM.

e congelados para análises enzimáticas posteriores, que compreenderam: Peroxidação lipídica por meio da determinação de substância reativa ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) e Acetylcolinesterase (AChE).

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk, a fim de aferir a normalidade dos dados, sendo realizado teste de Dunnett para os dados que seguiram distribuição normal. Para a análise de dados com distribuição não-normal, foi utilizada a análise de variância não-paramétrica (teste de Kruskal-Wallis), complementada com as comparações múltiplas entre pares de grupos usando Bonferroni (NORMAN e STREINER, 1994). Para todas as análises foi adotado nível de significância de 5%. Para as análises estatísticas, foi utilizada uma extensão do Excel, o ActionStat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão os valores médios das análises dos parâmetros físico-químicos, os valores estabelecidos na CONSEMA 355 e na CONAMA 430 como padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos e as concentrações no rio onde ocorre o lançamento com os limites para a classe 2 da CONAMA 357.

Tabela 1 – Concentrações dos parâmetros físico-químicos do efluente e limites das Resoluções CONSEMA 355 e CONAMA 430 e Concentrações no rio para a vazão de referência e limites da Classe 2 na Resolução CONAMA 357.

Parâmetro	Média \pm Desvio Padrão	CONSEMA355/2017 (até 100 m ³ /d)	CONAMA 430/2011	Conc. Rio	Classe 2 (CONAMA 357/2006)
Temperatura (°C)	21,1 \pm 4,5	40	< 40		
OD	2,5 \pm 1,7	-	-		
pH	6,3 \pm 0,1	6 e 9	5 a 9		
Condutividade Elétrica (μ S/cm)	149,4 \pm 28,1	-	-		
Turbidez (NTU)	165,5 \pm 62,5	-	Até 40		
Sólidos Suspensos (mg/L)	609,0 \pm 286,4	140	-	361,5	
Sólidos Totais (mg/L)	850,0 \pm 206,1	-	-	504,5	
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	238,0 \pm 82,1	-	-	141,3	500
Sólidos Sedimentáveis (ml/L)	0,3 \pm 0,1	\leq 1,0	\leq 1,0	0,2	1
DBO ₅ (mg O ₂ /L)	20,5 \pm 15,3	120	-	12,2	5
DQO (mg O ₂ /L)	70,3 \pm 23,0	330	-	41,7	

Observa-se que os parâmetros turbidez e sólidos suspensos estão em desacordo com a legislação. A turbidez ocorre pela presença de partículas em suspensão, ou de substâncias em solução, que tende a agravar a poluição. A turbidez limita a penetração de raios solares, restringindo a realização da fotossíntese que, por sua vez, reduz a reposição do oxigênio (GONÇALVES, 2009). Notoriamente, quanto maior a turbidez, maior a quantidade de sólidos, razão essa pela qual ambos os parâmetros estão em discrepância com a legislação. A grande quantidade de sólidos que são lançados no rio, juntamente com os sólidos grosseiros, que deveriam ter ficado retido nas grades do tratamento preliminar, podem causar impactos negativos significativos, conferindo uma cor avermelhada à água e, ao longo dos anos, poderá assorear e extinguir sua fauna.

Notou-se também que o OD teve valores muito baixos, o que pode prejudicar a biota aquática, já que ele é considerado um teste-chave na análise ambiental para verificar a qualidade das águas de uma bacia, pois sua variação revela o grau de poluição existente (APHA; AWWA; WPCF, 2012). Quanto às concentrações dos parâmetros físico-químicos do rio, observou-se que a DBO está em desconformidade com a classe 2 da CONAMA nº 357. Isso deve refletir diretamente na quantidade de oxigênio dissolvido disponível para a fauna do rio.

As análises de resíduos de agrotóxicos deveriam ser uma exigência do órgão legislador para emissão de licenças ambientais, pois somente com as análises exigidas até então não se pode mensurar todas substâncias que estão sendo lançadas nos corpos hídricos. Segundo Rubinger (2009), as análises somente dos parâmetros físico-químicos são insuficientes, pois se tornaria impossível determinar quimicamente todos os componentes existentes em uma amostra de água ou efluente e avaliar seu efeito potencial aos seres. Na tabela 2, tem-se o resultado da CLAE, com os princípios ativos encontrados, sua classe e a concentração detectada.

Tabela 2 – Resultado da análise de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)

Princípio ativo	Classe	Classif.	LOQ	LOD	C _{AGS}	Carga Agrot (μg/dia)	Conc (μg/L)
Azoxistrobina	Fungicida	Medianamente tóxico	5,00	2,00	21,00	89,25	0,01
Clorpirifós	Inseticida	Altamente tóxico	5,00	2,00	278,00	1181,50	0,14
Difenoconazol	Fungicida	Extremamente tóxico	20,00	6,00	36,00	153,00	0,02
Fenpropatrina	Inseticida/ Acaricida	Altamente tóxico	10,00	3,00	239,00	1015,75	0,12
Flutolanil	Fungicida sistêmico	Medianamente tóxico	5,00	2,00	6,00	25,50	0,003
Tebuconazol	Fungicida	Pouco tóxico	5,00	2,00	62,00	263,50	0,03
Tiametoxam	Inseticida	Medianamente tóxico	5,00	2,00	11,00	46,75	0,01
Total	-	-	-	-	653,00	2775,25	0,33

LOQ - Limite de quantificação do método (do inglês Limit of quantification) em μg/Kg

LOD - Limite de detecção do método (do inglês Limit of detection) em μg/Kg

CAGS - Concentração dos agrotóxicos no sedimento em μg/Kg

Classif. - Classificação toxicológica quanto a periculosidade (EMBRAPA, 2017)

Conc. - Concentração de agrotóxico no efluente

Nas análises realizadas por CLAE, além da presença de 6 princípios ativos indicados para uso na cultura da batata, foi encontrado o princípio ativo Fenpropatrina, que não é indicado para essa cultura e é considerado altamente tóxico, o que pode trazer contaminação adicional tanto no solo onde é aplicado, quanto no corpo hídrico

onde o efluente da indústria é lançado. Além disso, esses princípios ativos não constam na legislação, o que ocasiona uma falha.

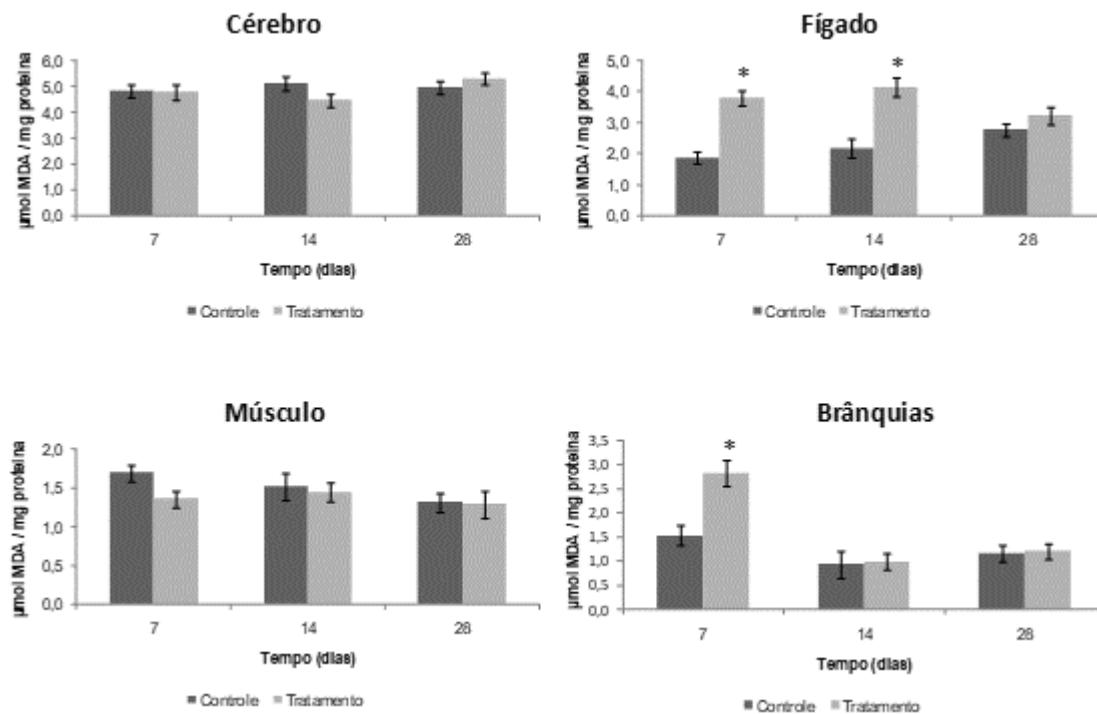
Apesar das resoluções existentes, ainda há poucas referências em relação aos limites tolerados de agrotóxicos em cursos de água no Brasil. Para a União Europeia, a concentração máxima é $0,1\mu\text{g L}^{-1}$ para cada agrotóxico e $0,5\mu\text{g L}^{-1}$ para o total de agrotóxicos em águas destinadas ao consumo humano, independente de sua toxicidade (COUNCIL DIRECTIVE, 1980) e limites semelhantes também são adotados por outros países, como Estados Unidos e Canadá (CARNEY, 1991). O Clorpirifós e a Fenpropatrina ficaram acima do limite de concentração máxima permitido pela União Européia com $0,14$ e $0,12\mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente, porém a concentração total dos agrotóxicos encontrados não ultrapassou o valor máximo permitido (Tabela 2).

O clorpirifós é um inseticida organofosforado que não é autorizado no Brasil (ANVISA, 2014). Ele pode causar vômito, diarreia, cólicas abdominais, broncoespasmo, miose puntiforme e paralítica, bradicardia, hipersecreção, ansiedade, agitação, confusão mental, ataxia, depressão de centros cardio-respiratórios, convulsões e coma (PYRINEX 480 EC, 2017).

Os piretróides, do qual a fenpropatrina faz parte, são atualmente os inseticidas mais utilizados, pois apresentam baixa toxicidade em mamíferos, baixo impacto ambiental, são efetivos contra um largo espectro de insetos e são necessárias baixas quantidades para exercerem sua ação (dos SANTOS et al., 2007). Porém, eles demonstraram ser tóxicos para peixes, artrópodes aquáticos e abelhas em testes laboratoriais. Os sintomas mais comuns de intoxicação por fenpropatrina são formigamento, prurido, eritema e queimação na face ou em outras áreas expostas. Em princípio o contato não é irritante, contudo o efeito principal da exposição é a dermatite. A lesão usual é uma dermatite eritematosa moderada com vesículas, pápulas nas áreas úmidas e intenso prurido. Pode causar também náusea, vômito e dor abdominal (SUMIRODY 300, 2017).

A atividade da substância reativa ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) em cérebro e músculo não apresentaram alterações significativas entre controle e tratamento quando analisado estatisticamente (Figura 2). Já fígado apresentou aumento significativo aos 7 e 14 dias, enquanto brânquias mostraram alterações somente aos 7 dias.

Figura 2 – Atividade de TBARS em vários órgãos de *Cyprinus carpio* após diferentes tempos de exposição. Os asteriscos indicam diferença significativa do grupo controle em $p \leq 0,05$.



Os resultados referentes aos níveis de TBARS podem indicar uma resposta compensatória do peixe para sobreviver após o estresse oxidativo induzido por pesticidas. Alguns efeitos foram observados no perfil oxidativo, indicando que mesmo baixas concentrações de inseticidas afetam os órgãos dos peixes e interrompem o metabolismo normal (CLASEN et al., 2014). Considerando que o TBARS aumentou em brânquias somente após 7 dias de exposição e depois os níveis não foram significativos, poderíamos sugerir que neste tecido houve uma resposta eficiente do sistema antioxidante para combater a peroxidação lipídica induzida pelos agrotóxicos presentes no resíduo no qual os peixes foram expostos. O aumento dos níveis de TBARS no fígado encontrado após 7 e 14 dias pode estar diretamente relacionado com a presença de agrotóxicos na água e posteriormente, suas defesas antioxidantes conseguiram bloquear a peroxidação lipídica.

As diferenças observadas nos níveis de TBARS de cérebro, fígado, brânquias e músculo da carpa podem ser devidas à especificidade do tecido, considerando a

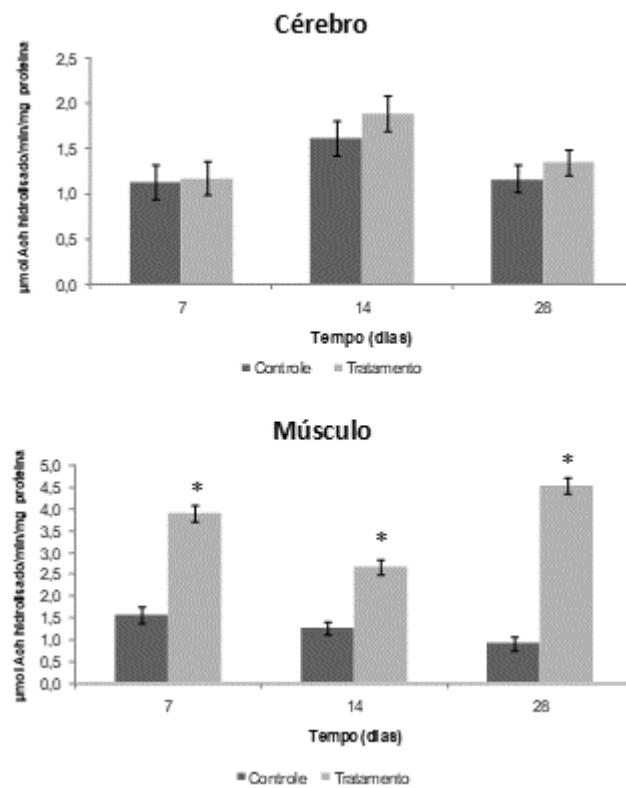
sua susceptibilidade a danos oxidativos, bem como a eficiência do sistema de defesa antioxidante para combater espécies reativas produzidas pela exposição a pesticidas (TONI et al., 2013). Neste estudo, tanto o fígado quanto as brânquias pareciam ser mais sensíveis do que o músculo e cérebro, já que níveis elevados de TBARS já eram observados aos 7 dias de exposição aos efluentes, mas não detectados até 28 dias em nenhum dos tecidos. Isso demonstra que as defesas antioxidantes conseguiram frear o dano oxidativo depois dos 14 dias de exposição, por isso aos 28 dias nenhum tecido estava mais sendo afetado.

Após os 28 dias de exposição, não houve diferenças significativas quando testado o cérebro e músculo dos peixes. Menezes et al. (2012), também não verificaram alterações em cérebro de peixes expostos a 1 mg/L do herbicida quinclorac. Murussi et al. (2014), igualmente não verificaram alterações nos níveis de TBARS para o músculo quando expuseram carpas a 23 µg/L do herbicida Penoxsulam.

O aumento de TBARS persistiu no fígado por até 14 dias, enquanto que em brânquias, somente aos 7 dias houve aumento significativo dos níveis de TBARS no tratamento comparado ao controle. Estes resultados corroboram os encontrados por Menezes et al. (2012), quando expuseram *Cyprinus carpio* a 1 mg/L do herbicida quinclorac. Toni et al. (2011) também verificaram aumento significativo em fígado de *Cyprinus carpio* após exposição a 33,47 e 36,23 µg/L de tebuconazol por 7 dias em condições de laboratório. Ainda, Clasen et al. (2012), verificaram que os níveis de TBARS foram aumentados em tecidos do fígado, quando expuseram *Cyprinus carpio* à uma formulação comercial contendo 25% de fipronil. Resultados semelhantes foram encontrados em estudo realizado por Ferreira et al. (2010), onde foi detectado níveis de TBARS superiores em fígado de *R. quelen* exposto a tebuconazol quando comparado ao controle. Como o resíduo no qual os peixes desse experimento foram expostos também continha tebuconazol, o resultado se mostra similar.

Não ocorreram alterações significativas de acetilcolinesterase (AChE) entre controle e tratamento quando realizado testes em cérebro. Porém, músculo apresentou alterações aos 7, 14 e 28 dias (Figura 3).

Figura 3 – Atividade de AChE em cérebro e músculo de *Cyprinus carpio* após diferentes tempos de exposição. Os asteriscos indicam diferença significativa do grupo controle em $p \leq 0,05$.



A falta de efeitos observados na AChE cerebral pode estar associada a resposta da enzima de proteção nesse órgão (BONANSEA et al., 2016). Embora existam diversos trabalhos que comprovem que o cérebro é o órgão mais afetado quando se fala em atividade colinérgica, quando em contato com agrotóxicos (CLASEN et al., 2014; MURUSSI et al., 2014; BONIFACIO et al., 2016), isso não foi o encontrado nesse estudo. Apesar de terem sido encontrados uma grande variedade de pesticidas, estes não apresentaram altas concentrações segundo Council Directive (1980) e, talvez por isso a atividade da acetilcolinesterase em cérebro não tenha sido afetada. Moraes et al. (2011) encontraram resultados semelhantes em cérebro de *Cyprinus carpio* após exposição por 90 dias a um herbicida contendo imazethapir e imazapic. Toni et al. (2011) também não verificaram alterações de AChE cerebral após expor *Cyprinus carpio* a tebuconazol.

Já em músculo, em todos os tempos do estudo houve aumentos significativos no tratamento, em relação ao controle. Este aumento pode ser devido à síntese da acetilcolinesterase pelo metabolismo de compensação, que resulta da presença de compostos anticolinesterásicos para compensar defeitos funcionais no sistema colinérgico (YANG, NIU e LI, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos e as legislações atuais demonstram a importância de considerar a Toxicologia Ambiental na Gestão dos Recursos Hídricos. Assim será possível avaliar de uma maneira mais abrangente as substâncias existentes nos efluentes despejados em corpos hídricos e que causam estresse oxidativo nos seres vivos.

As legislações brasileiras atuais deixam a responsabilidade de análises adicionais para o órgão ambiental competente, o que permite a subjetividade. Portanto, as análises de resíduos de agrotóxicos deveriam ser uma exigência do órgão legislador para emissão ou renovação de licenças ambientais para esse tipo de atividade, pois somente com as exigências existentes, não se pode mensurar todas as substâncias que estão sendo lançadas nos corpos de água e seus efeitos sobre a biota aquática. Os limites de concentrações de agrotóxicos das legislações internacionais poderiam ser adotados no Brasil, especialmente os adotados na União Europeia.

O efluente da indústria de beneficiamento de batatas analisado no estudo de caso pode ser considerado tóxico pois causou alteração em grande parte das enzimas analisadas, indicando dano oxidativo que pode chegar aos humanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRAWAL, A.; PANDEY, R. S.; SHARMA, B. Water Pollution with Special Reference to Pesticide Contamination in India. **J. Water Resource and Protection**, v. 2, p. 432-448. 2010.

ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos - Relatório 2012 (2º etapa)**. 2014. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso 11 abr. 2017.

APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 22. ed. Washington D.C., 2012.

ATLI, G.; CANLI, E. G.; EROGLU, A.; CANLI, M. Characterization of antioxidant system parameters in four freshwater fish species. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 126, p. 30-37. 2016.

BONANSEA, R. I.; WUNDERLIN, D. A.; AMÉ, M. V. Behavioral swimming effects and acetylcholinesterase activity changes in Jenynsia multidentata exposed to chlorpyrifos and cypermethrin individually and in mixtures. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 129, p. 311-319. 2016.

BONIFACIO, A. F.; CAZENAVE, J.; BACCHETTA, C.; BALLESTEROS, M. L.; DE LOS ÁNGELES BISTONI, M.; AMÉ, M. V.; BERTRAND, L.; HUED, A. C. Alterations in the general condition, biochemical parameters and locomotor activity in Cnesterodon decemmaculatus exposed to commercial formulations of chlorpyrifos, glyphosate and their mixtures. **Ecological Indicators**, v. 67, p. 88-97. 2016.

BRASIL. **Lei n. 9.433:** Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. 72p.

CARNEY, M. European drinking water standards. **Journal American Water Works Association**, Denver, v. 83, n. 6, p. 48-55. 1991.

CHANDRASEKARA, H. U.; PATHIRATNE, A. Influence of low concentrations of Trichlorfon on haematological parameters and brain acetylcholinesterase activity in common carp, Cyprinus carpio L. **Aquaculture Research**, v. 36, p. 144-149. 2005.

CLASEN, B.; LORO, V. L.; CATTANEO, R.; MORAES, B.; LÓPES, T.; AVILA, L. A.; ZANELLA, R.; REIMCHE, G. B.; BALDISSEROTTO, B. Effects of the commercial formulation containing fipronil on the non-target organism Cyprinus carpio: implications for rice–fish cultivation. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 77, p. 45-51. 2012.

CLASEN, B.; LEITEMPERGER, J.; MURUSSI, C.; PRETTO, A.; MENEZES, C.; DALABONA, F.; MARCHEZAN, E.; ADAIME, M. B.; ZANELLA, R.; LORO, V. L. Carbofuran promotes biochemical changes in carp exposed to rice field and laboratory conditions. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 101, p. 77-82. 2014.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução 357 de 17 de março de 2005.** Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> Acesso em: 25 set 2015.

CONSEMA. **Resolução 355.** Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Conselho Estadual do Meio Ambiente, 2017, 7p.

COUNCIL DIRECTIVE. Relating to the quality of water intended for human consumption. European Communities, 1980. 19p. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/consleg/1980/L_01980L0778-19950101-n.pdf> Acesso em 2 fev 2017.

SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. Piretróides—uma visão geral. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, p. 339-349. 2007.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **Documento 98**. Panorama da Contaminação Ambiental por Agrotóxicos e Nitrato de Origem Agrícola no Brasil: cenário 1992/2011. 2014.

EMBRAPA [Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária]. Circular Técnica 48: Produção de Batata no Rio Grande do Sul. Ministério da Agricultura, **Pecuária e Abastecimento**. 2005. ISSN 1516-8832.

FERRARO, M. V. M. **Avaliação de três espécies de peixes – Rhamdia quelen, Cyprinus carpio e Astyanax bimaculatus, como potenciais bioindicadores em sistemas hídricos através dos ensaios: cometa e dos micronúcleos**. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Genética, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009.

FERREIRA, D.; MOTTA, A. C.; KREUTZ, L. C.; TONI, C.; LORO, V. L.; BARCELLOS, L. J. G. Assessment of oxidative stress in *Rhamdia quelen* exposed to agrichemicals. *Chemosphere*, v. 79, n. 9, p. 914-921. 2010.

FORGIARINI, F. R.; SILVEIRA, G. L.; CRUZ, J. C. Modelagem da Cobrança pelo uso da Água Bruta na Bacia do Rio Santa Maria/RS: I – Estratégia Metodológica e Adaptação à Bacia. RBRH: **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 2, p. 65-77, 2008.

GONÇALVES, E. M. **Avaliação da qualidade da água do rio Uberabinha – Uberlândia - MG**. 159f. 2009. Dissertação (Mestrado em Tecnologia dos processos químicos e bioquímicos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

LANNA, A. E. **Instrumentos Econômicos de Gestão das Águas: Aplicações no Brasil**. Relatório de Consultoria Contratada pelo Ministério do Meio Ambiente. 2001.

LOPES, C. A.; BUSO, J. A. **A Cultura da Batata**. Embrapa Hortaliças. Organizadores Carlos Alberto Lopes e José Amuri Buso – Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 1999. 184 p. 16 cm – Coleção Plantar; 42. ISBN 85-7383-0670-0.

MELO, R. F.; BRITO, L. T.; MIGUEL, A. A. Pesticidas e seus impactos no Ambiente. **Pesticidas e seus impactos no ambiente**. 1. ed., v. 1, p. 1-187. 2010.

MENEZES, C. C.; LEITEMPERGER, J.; SANTI, A.; LÓPES, T.; VEIVERBERG, C. A.; PEIXOTO, S.; ADAIME, M. B.; ZANELLA, R.; BARBOSA, N. B. V.; LORO, V. L. The effects of diphenyl diselenide on oxidative stress biomarkers in *Cyprinus carpio* exposed to herbicide quinchlorac (Facet®). **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 81, p. 91-97, 2012.

MORAES, B. S.; CLASEN, B.; LORO, V. L.; PRETTO, A.; TONI, C.; AVILA L. A.; MARCHESAN, E.; MACHADO, S. L. O.; ZANELLA, R.; REIMCHE, G. B. Toxicological response of *Cyprinus carpio* after exposure to a commercial herbicide containing imazethapyr and imazapic. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 74, p. 328-335. 2011.

MURUSSI, C. R.; THORSTENBERG, M. L.; LEITEMPERGER, J.; COSTA, M.; CLASEN, B.; SANTI, A.; MENEZES, C.; ENGERS, V. K.; LORO, V. L. Toxic effects of penoxsulam herbicide in two fish species reared in southern Brazil. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, v. 92, n. 1, p. 81-84. 2014.

NORMAN, G. R.; STREINER, D. L. **Biostatistics: the bare essentials**. St. Louis: Mosby-Year Book; 1994.

ORUÇ, E. Ö.; USTA, D. Evaluation of oxidative stress responses and neurotoxicity potential diazinon in different tissues of *Cyprinus carpio*. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 23, p. 48-55. 2007.

PYRINEX 480 EC - Bula de agrotóxico. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Inseticidas/PYRINEX_480_EC.pdf> Acesso em 21 mar 2017.

RUBINGER, C. F. **Seleção de métodos biológicos para a avaliação toxicológica de efluentes industriais**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). 90 f. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, 2009.

SCORZA JÚNIOR, R. P.; NÉVOLA, F. A.; AYELO, V. S.; ACHA: avaliação da contaminação hídrica por agrotóxico. Embrapa Agropecuária, 31 p. 2010.

SUMIRODY 300 – **Bula de Agrotóxico**. Disponível em: <<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Inseticidas/sumirody300.pdf>> Acesso em 22 mar 2017.

TONI, C.; LORO, V. L.; SANTI, A.; MENEZES, C. C.; CATTANEO, R.; CLASEN, B. E.; ZANELLA, R. Exposure to tebuconazol in rice field and laboratory conditions induces oxidative stress in carp (*Cyprinus carpio*). Comparative Biochemistry and Physiology Part C: **Toxicology & Pharmacology**, v. 153, n. 1, p. 128-132, 2011.

TONI, C.; MENEZES, C.; CLASEN, B.; LEITEMPERGER, J.; PRETTO, A.; ADAIME, M. B.; MARTINS, M. L.; ZANELLA, R.; LORO, V. L. Oxidative stress in carp exposed to quinchlorac herbicide under rice field condition. **Ecotoxicology and environmental safety**. v. 92, p. 27-31, 2013.



JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA



YANG, Y. X.; NIU, L. Z.; LI, S. N. Purification and studies on characteristics of cholinesterases from *Daphnia magna*. *J. Zhejiang Univ. Sci. B.* v. 14, n. 4, p. 325-335, 2013.

ZANELLA, R.; PRIMEL, E. G.; GONÇALVES, F. F.; KURZ, M. H. S.; MISTURA, C. M. Development and validation of a high-performance liquid chromatographic procedure for the determination of herbicide residues in surface and agricultural waters. *Journal of Separation Science*. v. 26, p. 935-938, 2003.

Fatores de sucesso na produção do novilho superprecoce

Ivan Luiz Brondani¹

Diego Soares Machado²

Dari Celestino Alves Filho³

INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda por carne bovina e principalmente, a busca por um produto de maior qualidade por parte dos consumidores, tem causado grande influência na cadeia produtiva da carne bovina, levando os produtores a mudanças de concepção sobre o sistema de produção. Por conta disso, os produtores estão adotando novas tecnologias, mas que também visem sua manutenção na atividade, principalmente atendendo os anseios do consumidor, o que é garantia de mercado para seus produtos.

Neste contexto, a redução da idade ao abate dos bovinos tem apresentado ao consumidor uma carne melhor, principalmente referente aos atributos sensoriais, com ênfase a maciez da carne. Pois este processo passa pela redução da idade de abate para 18 meses ou menos, significando aumento no processo de intensificação dentro da propriedade pecuária.

Este processo de intensificação exige dos responsáveis pela propriedade uma capacitação para tomada de decisões, pois uma tecnologia deste nível não permite espaço para erros, considerando o curto período para produção do novilho superprecoce, sob pena de comprometer a lucratividade. Dentre os principais riscos a serem avaliados estão o aumento dos custos, que o tipo de investimento exige, aliado ao aumento do benefício.

Outro aspecto muito relevante para a adoção deste sistema é a questão cultural, pois a poucas décadas atrás eram produzidos novilhos em condições de abate com 48 meses de idade ou mais. Isto implica em mudar praticamente tudo dentro da propriedade pecuária, a começar pela mentalidade dos administradores.

¹ Professor Associado – Departamento de Zootecnia – UFSM

² Zootecnista, aluno de Doutorado – PPGZ – UFSM

³ Professor Associado – Departamento de Zootecnia – UFSM

FATORES CHAVE PARA O SUCESSO

Grupo genético envolvido

A escolha do animal que vamos utilizar para produzir o novilho superprecoce é de suma importância, pois sob o ponto de vista técnico econômico, nem todas as raças são apropriadas para essa finalidade. No nosso estado (RS) temos a vantagem de poder usar raças europeias devido ao clima e isso amplia o número de possibilidades para esse tipo de exploração.

Referente ao grupo genético a ser usado para esse fim, precisamos de um tipo de animal que tenha potencial para ganho de peso, juntamente com precocidade no acabamento de carcaça.

O uso de animais cruzados que tenham na sua composição genética o potencial para o alto ganho de peso e acabamento são os mais indicados para o propósito, pois além da complementariedade entre as raças, melhorando as características desejadas, temos também o efeito de heterose.

Outra opção que temos são as raças sintéticas (Ex. Brangus e Braford), que possuem na sua formação genes de raças britânicas e zebuínas, e que apresentam como objetivo aliar a precocidade, desempenho e qualidade de carne.

Embora saibamos que a “melhor raça” é aquela que melhor se adaptada ao meio ambiente, a qual estão inseridas as raças puras, podem apresentar algumas limitações ligadas a suas características de origem para trabalhar no sistema superprecoce de maneira sustentável sob o ponto de vista econômico.

As raças britânicas (Ex. Angus e Hereford) possuem como característica fundamental a precocidade ao acabamento, porém por depositar gordura cedo acabam tendo um gasto energético maior para ganho de peso. Além disso, são animais que como média de raça apresentam estatura moderada, fato que não proporciona manter ao longo do período de terminação ganhos de peso elevados. Mas quando trabalhamos com esse sistema de produção em pastagem mais suplementação, observamos que essas raças se adequam muito bem ao presente sistema, pois se tem menor custo de produção. Lembramos que o melhoramento genético das raças é constante e que todas estão produzindo cada vez mais e sempre voltadas ao atendimento do mercado atual.

Outro grupo de raças europeias são as continentais (Ex. Charolês e Limousin) que apresentam como principal característica o elevado potencial para ganho de peso, principalmente deposição de musculatura, com maior peso à maturidade. Entretanto estes grupos genéticos apresentam como limitação o fato de serem menos precoces em depositar gordura. Este fato pode trazer ao produtor o risco de não ter animais com o acabamento de carcaça desejado pelos frigoríficos ou a necessidade de incrementar muito a energia da dieta podendo afetar negativamente a viabilidade econômica do sistema.

Por último o grupo dos zebuíños (Ex. Nelore e Guzerá) são animais que apresentam como grande virtude a capacidade de adaptação ao ambiente tropical e a maior resistência a ectoparasitas. Por isso, a raça Nelore é a de maior participação no rebanho nacional, exceto na região Sul. Estes grupos genéticos são precoces na deposição de gordura de acabamento, quando destinados à terminação (engorda), em que um dos motivos é a menor exigência nutricional de manutenção, em relação aos outros grupos. Porém, sua limitação é um menor potencial para ganho de peso, que pode comprometer o abate em idade super precoce por produzir carcaças mais leves.

Portanto, o cruzamento entre raças é uma ótima alternativa para aproveitar o “melhor” de cada raça, através da complementariedade e o efeito benéfico da heterose resultante, em que os produtos cruzados apresentam desempenho superior à média de seus pais.

Peso do terneiro aos sete meses

Se precisamos um novilho com peso vivo igual ou superior a 400 kg até os 18 meses de idade, precisamos também que esse tenha um bom desempenho durante todo esse tempo. Por isso, um bom peso aos sete meses de idade é fundamental para sabermos que podemos continuar no processo de produção, sem ter que correr atrás de um peso ainda não obtido e que teríamos que fazer malabarismo para conseguir o objetivo. Pois pesos inferiores nessa idade podem direcionar ao insucesso econômico.

O bom peso aos sete meses de idade, com um mínimo de 200 kg, mostra que uma parte importante foi conseguida e muito provavelmente de forma econômica, pois se aproveitou bem o momento de maior eficiência biológica do animal. Nessa idade e

com esse peso, temos tranquilamente espaço para conseguirmos o produto que queremos.

Sabemos também que existe uma correlação positiva entre o peso aos sete meses e ao sobreano, mostrando que quanto maior é esse aos sete meses, maior será ao sobreano. Ferraz Filho et al. (2002) verificaram correlações genéticas e fenotípicas entre peso aos 205 dias (idade do desmame convencional) e aos 550 dias (sobreano), com valores respectivos de 0,83 e 0,57 para bovinos da raça Tabapuã. Outro aspecto que nos leva a colocar 200 kg como peso chave aos sete meses é que este bezerro necessitaria um ganho de peso diário em torno de 725 g por dia até os 18 meses para atingir 450 kg. Este ganho de peso flexibiliza o sistema, por existirem tecnologias para alcançá-lo sem muitas dificuldades, pois neste sistema os animais necessariamente devem receber alimentação de qualidade diferenciada.

Em estudo realizado por Pizzuti (2014), com bezerros Braford desmamados aos 4,5 meses e mantidos em pastagem de Tifton 85, recebendo diferentes níveis de suplementação entre janeiro e início de junho foi possível observar boa evolução de peso dos animais. Os dados de peso e ganho de peso diário destes bezerros são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Peso inicial e final e ganho de peso diário de bezerros Braford em pastagem de Tifton 85 de acordo com o nível de suplementação.

Variáveis	Nível de suplementação, kg/100 kg de peso corporal			
	0,29	0,50	1,00	1,50
Peso inicial, kg	128,23	127,95	128,41	128,45
Peso final, kg	203,86	210,82	248,27	254,27
Ganho de peso, kg/dia	0,540	0,592	0,856	0,899

Fonte: Adaptado de Pizzuti (2014).

O suplemento utilizado na pesquisa citada era composto por milho, farelo de soja, macro e microminerais, e ionóforo. Cabe ressaltar ainda que os animais do tratamento 0,29 receberam suplemento apenas no intuito de completar os requerimentos proteicos desta categoria animal, não atendidos pela pastagem. É importante salientarmos com os resultados desta pesquisa que os pesos alcançados

ao final deste período condizem com os valores anteriormente recomendados, inclusive com incrementos significativos nos maiores níveis de suplementação.

Ainda é de extrema relevância salientarmos que o uso de alimentação concentrada, com ingredientes de alto valor biológico deve ser intensificado para bovinos com idade mais jovem, dada a sua maior eficiência biológica. Também é importante que neste período ocorra um bom desenvolvimento dos bovinos, que com isso terão aumentada a sua capacidade de ingestão de forrageiras. Este fato também é importante para que no futuro próximo os animais consigam extraír maior quantidade de nutrientes da pastagem, que é o componente menos oneroso da dieta.

Sanidade

A sanidade é um fator muito importante, pois estamos trabalhando com vidas e altos investimentos. As vacinas e o processo de vacinação utilizados para os bovinos não atrapalham em nada o desempenho dos animais e são a fração do custo de produção com o maior custo-benefício que se conhece na área de produção. Temos as vacinas obrigatórias pela legislação e as recomendadas em função do ambiente em que estamos produzindo carne bovina e podemos concluir que devemos executar sem exceção a totalidade de todos os procedimentos recomendados nesta área.

Outro problema sério que temos observado são as infestações de endo e ectoparasitas nos bovinos. Controlá-los da melhor maneira possível é vital para o empreendimento pecuário, pois uma única infestação (endo e/ou ectoparasitas) provocará uma diminuição no desempenho e muito provavelmente não será possível recuperar o desempenho perdido, em tempo hábil para a produção do novilho superprecoce, pois este é dependente de ganho de peso elevado todos os dias. Caso ocorra problemas por erros ou negligência no manejo sanitário é provável que os novilhos não cheguem às condições desejadas para o abate na “idade alvo”.

Esse fator (sanidade) deve ser tratado com o máximo de seriedade, dado a sensibilidade dos animais e o alto investimento do sistema. Para que haja o aproveitamento esperado da pastagem e do alimento fornecido no cocho, que impactam de forma mais significativa o bolso do produtor é necessário que os cuidados sanitários estejam em dia.

Nível nutricional

A preocupação com a nutrição adequada é peça chave na produção do novilho superprecoce. Bovinos jovens, assim como outras espécies possuem maior exigência nutricional que o animal adulto; este fato, portanto faz com que sua alimentação precise ser diferenciada do restante do rebanho quando o objetivo é o abate precoce.

O ganho de peso diário do animal não pode ser baixo ou não conseguiremos atingir o objetivo. Valores próximos a um kg de ganho médio diário de peso são desejados, pois por exemplo, aos sete meses de idade, já temos idealizado o peso mínimo. Se o terneiro permanece ao pé da mãe até os sete meses, então devemos cuidar a lotação dessas matrizes na pastagem, para que a produção de leite seja boa o suficiente para o terneiro e que o mesmo possa se desenvolver como queremos. O ideal seria uma pastagem cultivada, mas é totalmente possível também se bem manejada, o uso da pastagem nativa.

Em propriedades onde é feito o desmame precoce, iniciamos o nível de suplementação na ordem um por cento do peso vivo do animal e nunca vamos diminuir. Deve-se pensar também na qualidade da proteína (fornecer fontes de proteína de alto valor biológico), pois o pequeno animal ainda é muito sensível, exigente e vai depender de uma boa suplementação. Isto porque ele precisa substituir a boa quantidade e qualidade de leite que “poderia” estar recebendo da mãe, se estivesse ao pé dela.

A boa qualidade desse suplemento é muito importante, pois o animal tem que ingerir o suficiente para desempenhar conforme o desejado. Inicialmente recomenda-se em torno de 18 – 20 % de proteína bruta, mas com o passar do tempo pode-se ir reduzindo gradativamente até 14 – 15 %. Com relação aos valores de energia podemos recomendar 75 % de nutrientes digestíveis totais para a fase do desmame precoce.

Uma boa suplementação em cima de pastagens com boas características nutricionais deve ocorrer a partir do desmame e ir até o abate. Vamos observar que na idade de 10 meses o terneiro está bem desenvolvido, apresentando boa estrutura e consequentemente boa capacidade de ingestão de alimentos, o que vai ajudar no aumento do ganho de peso.

Se dispusermos de suplementos, com perfil nutricional mais fraco, então temos que pensar em aumentar o percentual para 1,2 ou até 1,5 % do peso vivo, para compensar o aporte de nutrientes.

Recriar e terminar esses animais suplementados em campo nativo no RS é insuficiente, exceto pequenas regiões, pela estacionalidade na produção forrageira do mesmo, mas principalmente pela pequena “janela” em que este campo pode apresentar qualidade que atenda os requerimentos deste perfil de animal. Essa categoria requer pastagem cultivada durante todo o processo (inverno e verão).

A qualidade da forragem, provavelmente seja o fator mais importante para o sucesso na produção do novilho superprecoce, principalmente do ponto de vista técnico-econômico. A suplementação deve ser utilizada como um adicional de nutrientes aos animais, principalmente energia, pois forrageiras tropicais apresentam baixa densidade calórica.

Até o momento falamos muito em peso, mas é fundamental pensar também na condição corporal, com adequado grau de acabamento. O acabamento de gordura é dependente do grupo genético, mas principalmente da ingestão de energia que vai assegurar o sucesso na comercialização com a indústria.

Custos com alimentação

Os alimentos que vamos utilizar para os animais representam um custo significativo. Como já foi dito, a qualidade do alimento fornecido é diferenciada, principalmente nos primeiros meses de vida do animal. Mas é justamente nessa primeira idade que o animal melhor responde, aliado a pequena quantidade de suplemento que ingere pois ele ainda apresenta baixo peso.

Dessa forma, pode-se dizer que os custos via suplemento até podem nos preocupar, mas a relação custo-benefício é boa, ou seja, vale a pena investir, pois o animal vai responder positivamente a esse investimento.

Fornecemos um alimento de qualidade, com o seu custo, mas estamos aproveitando a juventude e o baixo peso inicial do animal, para que se consiga fazer o quanto antes uma “fábrica de produzir carne”. Logo quando bem desenvolvido, o novilho vai ingerir mais alimentos (principalmente volumosos) e pode responder cada vez mais em termos de ganho de peso.

Reiterando, o animal precisará de pastagem cultivada, a partir do desmame, pelo resto de sua vida e essas também têm seus custos de implantação e manutenção, que não são baixos. As pastagens de inverno como a aveia e o azevém, são consideradas anuais e por isso apresentam um custo maior do que aquelas de verão e perenes, como a aruana, o tifton, etc, que podem permanecer por vários anos produzindo, quando bem manejadas. Pastagens anuais de verão (milheto, sorgo forrageiro, etc) já apresentam maior custo, pois necessitam implantação anualmente, com menor período de uso, em relação às perenes o que aumenta o custo diário no processo de produção do novilho superprecoce. Esta diferença deve-se ao fato do custo das pastagens perenes, embora mais elevados no momento da implantação, serem diluídos ao longo dos anos subsequentes.

Levar o alimento conservado (silagem, feno, etc.) até o animal tem um custo maior do que ele próprio ir buscar o alimento volumoso no pasto, que é feito com pouco esforço e com seleção das partes mais nobres da planta, via pastejo.

A oscilação natural do preço de alimentos concentrados, como o milho, exigirá do produtor a adoção de estratégias para a compra do suplemento, seja comprando em maior escala ou até mesmo juntamente com outros produtores. Além disso, quando se fala em custos é fundamental que os produtores tenham a capacidade de gerenciá-los, com anotações de todos os gastos (saídas de dinheiro) e remuneração com o novilho gordo (entrada de dinheiro). Somente desta maneira ele terá ferramentas para avaliação econômica do seu sistema e identificação de pontos a serem melhorados em anos posteriores.

Manejo

Nesse tipo de tecnologia e com o conhecimento adequado, o manejo dos animais e do sistema como um todo não apresenta grandes complicações. Os bovinos permanecem na pastagem cultivada o tempo todo, seja na forma de pastejo contínuo ou rotacionado. Lá recebem o suplemento diário (duas vezes ao dia) e são detalhadamente vistoriados quanto ao número (se possível), aspecto sanitário, estado nutricional e tamanho.

Quando trabalhamos com bastante animais, convém separar lotes por tamanho e estado corporal (mínimo de três lotes), devido ao problema da dominância social no momento da ingestão do suplemento concentrado.

A pastagem oferecida deve ter quantidade e qualidade, porque dessa forma, indiretamente, a um melhor custo benefício no nosso processo de produção. A qualidade da pastagem é bastante influenciada pelo manejo, em que, manter a mesma com boa proporção de folhas vai assegurar aos bovinos a ingestão de um alimento de maior valor nutricional.

Os animais naturalmente se mostram calmos, pela proximidade frequente do ser humano. Deve-se trabalhar com calma com esses terneiros e eles perceberão que estão recebendo o melhor possível. Podemos dizer então que problemas de stress não existem e “nunca devem existir”.

É importante ainda que tenhamos um cuidado especial com a quantidade e qualidade da água fornecida aos animais, seja ela em aguadas naturais (açudes, lagoas, etc.) ou em bebedouros artificiais. A ingestão de água limpa e em volume adequado para todos os animais do piquete vai ser também um fator fundamental para o bom funcionamento do organismo dos mesmos. Inclusive a restrição hídrica que por ventura venha a ser imposta aos animais vai interferir negativamente no consumo de alimentos, que não é o que desejamos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de novilho superprecoce é viável, quando todos os processos são atendidos de maneira correta e pode ser uma boa alternativa de agregação de valor dentro do empreendimento agropecuário.

A utilização do cruzamento pode ser uma ferramenta aliada neste sistema de produção. Bezerros destinados a este sistema devem apresentar bom peso aos sete meses (± 200 kg), sob pena de inviabilizar o processo. Os cuidados com a sanidade são fundamentos básicos para o sucesso na produção animal.

A produção do novilho superprecoce só é possível quando seus requerimentos nutricionais para manutenção e ganho de peso são plenamente atendidos, para isso deve-se fazer uso de pastagens e concentrados de boa qualidade.

A viabilidade econômica é dependente dos custos dos insumos, mas é muito dependente também do capricho em atender os outros fatores de forma correta.

O manejo tanto da pastagem, como dos animais, o “estar sempre de olho” deve ser um ponto de análise constante, para o sucesso do sistema de produção.

REFERÊNCIAS

FERRAZ FILHO, P. B.; RAMOS, A. A.; SILVA, L. O. C. et al. Herdabilidades e correlações genéticas, fenotípicas e ambientais para peso em diferentes idades de bovinos da raça Tabapuã. **Archives of Veterinary Science**, v. 7, n. 1, p. 65-69, 2002.

PIZZUTI, L. A. D. **Suplementação de bezerros desmamados em pastagem de Tifton 85**. 2014. 135p. Tese de Doutorado em Zootecnia – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

RESTLE, J. **Confinamento, pastagens e suplementação para produção de bovinos de corte**. Santa Maria: UFSM, 258 p. 1999.

SOARES, J. P. G. **Aspectos na produção de novilhos jovens**. Porto Velho: Embrapa, 2004, p. 25.

Nanoestruturas Magnéticas e suas aplicações.

Juliano Casagrande Denardin¹

Diego S. da Rosa²,

Orci E. da Silva²,

Denilson T. da Silva²,

Danian A. Dugato²,

Rafael Seeger²,

J. P. G. Gazola²

RESUMO

O estudo das propriedades magnéticas e elétricas em arranjos regulares de micro e nano estruturas tem um grande potencial para aplicações em dispositivos de memórias magnéticas, sensores magnéticos não voláteis com alta resolução e uma nova geração de dispositivos de gravação de alta densidade. Ao combinar técnicas de litografia e “sputtering” é possível fabricar arranjos de micro e nanoestruturas de várias geometrias sobre grandes áreas. Nestes sistemas nanoestruturados, as propriedades magnéticas são muito diferentes das encontradas em sistemas macroscópicos, e o carácter intrínseco magnético dos materiais assim como as suas características geométricas e a distância entre elementos determinam o processo de magnetização.

Neste capítulo mostraremos resultados recentes da fabricação e caracterização magnética e elétrica de nanoestruturas com propriedades interessantes para aplicações como sensores magnéticos e armazenamento de informação.

¹ Professor Titular Departamento de Física, Universidad de Santiago de Chile, e Prof. visitante Pós-graduação em Física UFSM.

² Estudantes da Pós-graduação em Física, LMMM, UFSM

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a Nanociência e Nanotecnologia (N&N) têm estado na vanguarda da investigação científica fundamental e tecnológica, mantendo ao mesmo tempo um grande potencial para o desenvolvimento de novas aplicações de alto impacto. Prova disso é o crescente aumento de grupos de física e ciência dos materiais que trabalham com materiais nanométricos e especialmente materiais nanomagnéticos, ganhando um lugar de destaque no âmbito científico e tecnológico.

O estudo das propriedades magnéticas e de transporte elétrico dependente de spin em arranjos regulares de micro e nanoestruturas tem um grande potencial para aplicações em dispositivos de memória magnéticos, sensores magnéticos não voláteis de alta resolução e uma nova geração de dispositivos de gravação de alta densidade [1,2].

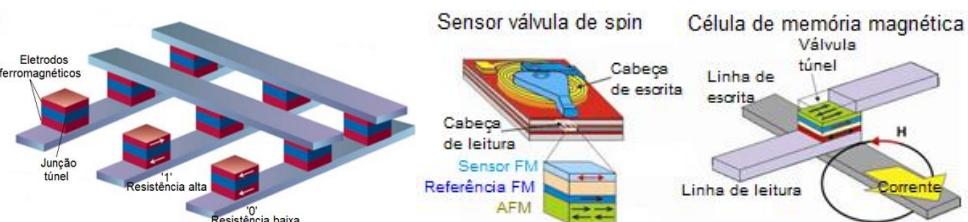
Hoje em dia, a popularidade dos dispositivos eletrônicos pessoais com o aumento das capacidades de computação, mas também um consumo de bateria mais exigente, impulsionou o interesse da pesquisa em dispositivos de memória de alta densidade com alta velocidade e menor consumo de energia [1]. Por esse motivo, os esforços de pesquisa em nanomagnetismo migraram de unidades de disco rígido (HDD) para dispositivos de memória de acesso aleatório não volátil baseados na eletrônica de spin (spintrônica), sendo a memória de acesso aleatório magnetoresistiva (MRAM) o exemplo mais promissor [1]. Na MRAM, a magnetoresistência é o fenômeno físico que resulta nos estados binários ("0" e "1") no dispositivo.

Na década de 90, o estudo das propriedades de transporte em sistemas magnéticos nanoestruturados obteve uma de suas maiores conquistas, a descoberta da magnetoresistência gigante (GMR) por A. Fert e P. Grünberg [3,4]. Este fenômeno marcou o ponto de partida da nova era eletrônica em armazenamento magnético e sensoriamento [5]. A GMR é um fenômeno associado com a mudança de resistência de um material por aplicação de um campo magnético. Em particular, a GMR é o fenômeno relacionado com a mudança "gigante" (~ 100%) da resistência filmes finos magnéticos que consistem em multicamadas ferromagnéticas separadas por espaçadores não magnéticos. O efeito é dependente da orientação relativa da

magnetização das camadas [3,4]. Nestes sistemas quando a orientação magnética das camadas é paralela, a resistência elétrica é muito baixa em comparação com a resistência, quando a configuração magnética das camadas é oposta. A GMR foi usada pela primeira vez em sensores de cabeça de leitura HDD, e agora faz parte integrante da tecnologia MRAM [5]. Os dispositivos HDD são baseados em um arranjo que consiste em duas camadas ferromagnéticas separadas por um espaçador não magnético. Enquanto uma dessas camadas é magneticamente acoplada a um material antiferromagnético adjacente, a outra é mantida livre. Pode-se obter os estados de baixa e alta resistência elétrica, dependendo da orientação relativa das camadas ferromagnéticas. Este acoplamento pode ser obtido através do efeito Exchange-Bias (EB). Tal efeito origina-se no acoplamento de troca entre o material ferromagnético e spins não compensados na região interfacial do material antiferromagnético.

A Figura 1 mostra uma representação esquemática do princípio de funcionamento em dispositivos MRAM. Neste dispositivo, a orientação da magnetização de uma das camadas magnéticas pode ser revertida por aplicação de corrente elétrica nos eletrodos, gerando um campo magnético local nos nós (escrita assistida por campo ou MRAM) ou criando um torque na magnetização da camada livre devido aos elétrons spin polarizados que viajam através do dispositivo (ST-MRAM) [5].

Figura 1 – (esquerda) Representação esquemática de um dispositivo MRAM (centro) sensor tipo válvula de spin em cabeça de leitura magnética e (direita) detalhe de uma célula de memória magnética usada em MRAMs [5].



O interesse tecnológico no ST-MRAM também renovou o interesse da pesquisa em multicamadas de anisotropia magnética perpendicular (PMA), como Co/Pd e Co/Pt, que podem ser usadas nos dispositivos de gravação magnética [6]. As

multicamadas PMA nano-estruturadas são sistemas magnéticos monodomínio com reversão magnética quadrada e abrupta, aspectos fundamentais para os requisitos do MRAM.

Ao combinar técnicas de litografia e pulverização catódica (*sputtering*) é possível fabricar arranjos de micro e nanoestruturas de várias geometrias sobre grandes áreas. Nestes sistemas, as propriedades magnéticas são muito diferentes das encontradas em sistemas macroscópicos, e o carácter intrínseco magnético dos materiais assim como as suas características geométricas e a distância entre elementos determina o processo de magnetização.

Por outro lado, sensores de efeito Hall são dispositivos amplamente utilizados, onde as suas aplicações vão desde a medição de campos magnéticos, sensores de posicionamento e, mais recentemente, foram propostos como sistemas de gravação magnética não-volátil [7]. A configuração usada para medir este efeito requer que o campo magnético seja aplicado perpendicularmente ao dispositivo. A partir deste ponto de vista, é interessante considerar que os filmes magnéticos tendo anisotropia fora do plano (PMA) favoreçam este efeito, além de contribuir com uma componente adicional chamada efeito Hall extraordinário, que é proporcional à magnetização da amostra.

Neste capítulo mostraremos resultados de fabricação e caracterização sistemática de filmes finos magnéticos com anisotropia perpendicular (PMA) e Exchange Bias (EB), visando melhorar as propriedades de magneto-transporte para possíveis usos como sensores de campo magnéticos e propor sistemas de gravação magnética.

Exchange Bias em filmes e multicamadas a base de FeMn/NiFe.

O fenômeno de Exchange Bias (EB) foi descoberto em 1956 por Meiklejohn e Bean [8] quando estudavam nanopartículas de cobalto ferromagnéticas envolvidas por uma camada de seu óxido natural antiferromagnético, o CoO. Descrito por eles como uma nova anisotropia magnética, hoje é conhecida como polarização de intercâmbio ou tradicionalmente como “Exchange Bias”. Esta anisotropia é consequência de um acoplamento de troca interfacial entre um material ferromagnético (FM) e um material antiferromagnético (AFM). As principais

manifestações observadas do fenômeno são o deslocamento em campo magnético da curva de magnetização, o desalinhamento dos picos em medidas de magnetorresistência anisotrópica, AMR, e o aumento do campo coercivo quando comparado a um material ferromagnético (ver figura 4).

Esse fenômeno tem sido muito investigado na área do magnetismo e tem importantes aplicações tecnológicas [9]. Alguns dos principais dispositivos magnéticos encontrados em eletrônicos avançados, como computadores e leitores de MP3 ou MP4, utilizam-se do efeito de EB para fixar a magnetização (M) de uma camada de referência ferromagnética em uma direção fixa no espaço. Em relação à direção fixa de M na camada de referência, é possível alinhar a direção da magnetização de uma segunda camada ferromagnética, denominada *camada sensora* em um ângulo arbitrário. Se a direção de M na camada do sensor for girada por um campo magnético, o dispositivo atua como um sensor para a direção e força do campo magnético através do efeito de magnetorresistência gigante (GMR), conforme utilizado nas cabeças de leitura e gravação magnética, bem como memórias magnéticas de acesso aleatório (MRAM), como mostrado na figura 1.

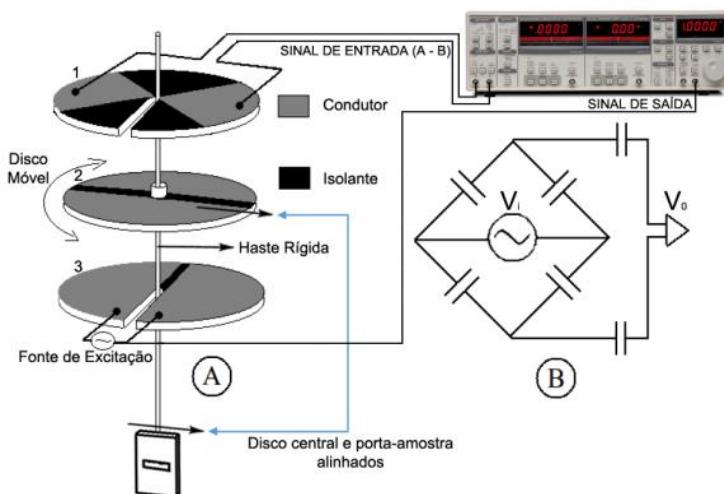
Se M na camada do sensor for usado para definir dois estados distintos, paralelos ou antiparalelos à camada de referência, temos uma célula de memória que consiste em bits "1" e "0", como mostrado na figura 1. O requisito principal é manter a camada de referência inalterada pelas reversões da magnetização na camada do sensor - e isso é assegurado pelo Exchange Bias. Em geral, o efeito é definido como a fixação *unidirecional* de uma camada FM por uma camada AFM adjacente. Durante muitos anos, esse efeito foi otimizado através da engenharia de materiais e empregado em dispositivos sem uma boa compreensão científica. Investigar esse fenômeno é fundamental para se termos uma maior clareza sobre o comportamento das constantes de anisotropia associadas aos sistemas FM/AFM que apresentam EB.

A magnetometria de torque vem sendo utilizada por muitos anos, sendo um importante instrumento na investigação e análise das propriedades anisotrópicas de materiais magnéticos. Com a descoberta do Exchange Bias em 1956 por Meiklejohn e Bean [8], o magnetômetro de torque passou a ser utilizado também no estudo do acoplamento de troca interfacial de camadas FM/AFM com bicamadas e multicamadas. Esta técnica é fundamental em nosso estudo, uma vez que possibilita,

não somente o estudo de anisotropias, mas também da histerese rotacional (HR), a qual é comumente observada nas medidas de curvas de torque.

Na figura 2 podemos visualizar o sensor de posição angular. Em (A) temos o arranjo de placas similar a um transdutor capacitivo linear e em (B) o diagrama elétrico equivalente do sensor capacitivo. Esta técnica quando aplicada ao estudo das propriedades magnéticas de filmes finos, exige muita sensibilidade devido ao pequeno momento magnético das amostras. O sistema que compõe o magnetômetro de torque é constituído basicamente por um pêndulo de torção, onde está fixo no porta-amostras, um sistema de detecção de variação da posição angular da amostra (transdutor capacitivo), um par de bobinas de Helmholtz, uma fonte de corrente ajustável, um amplificador Lock-in e um computador completam o sistema.

Figura 2 – Esquema experimental do torquímetro utilizado no LMMM-UFSM.

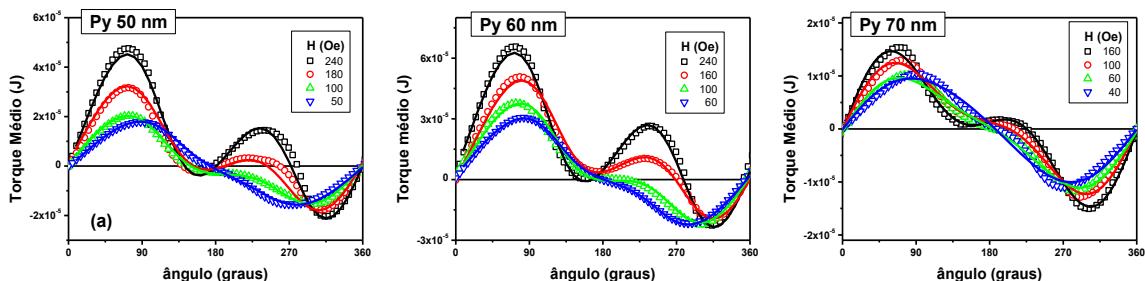


O experimento consiste em suspender uma amostra com magnetização M em um campo magnético H . Isto faz com que a amostra gire de maneira que sua magnetização tenda a se alinhar com H . Medindo-se a variação da posição angular da amostra e conhecendo-se a constante de torção da balança, pode-se determinar o torque. A partir do valor do torque, podemos determinar a energia de anisotropia da amostra de filme fino magnético estudada, bem como sua direção. Com esse sistema podemos determinar, além das constantes de anisotropia, o campo coercivo, a magnetização remanente e a magnetização de saturação da amostra.

Através de amostras de filmes finos (bicamadas e multicamadas), já bem caracterizadas por outras técnicas aplicadas, como magnetização e magnetoresistência, podemos demonstrar o desempenho e sensibilidade do torquímetro utilizado através da análise dos dados obtidos. A compreensão dos princípios que regem a anisotropia magnética é fundamental para que possamos entender o comportamento de várias outras propriedades que dependem dela ou da física que a rege. Basicamente é a existência da anisotropia nos materiais que permite a construção de ímãs com alto campo remanescente (anisotropia magnetocrystalina), meios de gravação magnética baseada em partículas aciculares (anisotropia de forma) ou em filmes finos (anisotropia de superfície), havendo ainda outras aplicações tecnológicas onde a anisotropia possui um papel importante.

Medidas realizadas pelo torquímetro presente no LMMM (UFSM) são mostradas na figura abaixo, para amostras de FeMn/Py, com diferentes espessuras de Py.

Figura 3 – Evolução angular das curvas de torque médio medidas nos campos indicados superpostos às curvas calculadas.

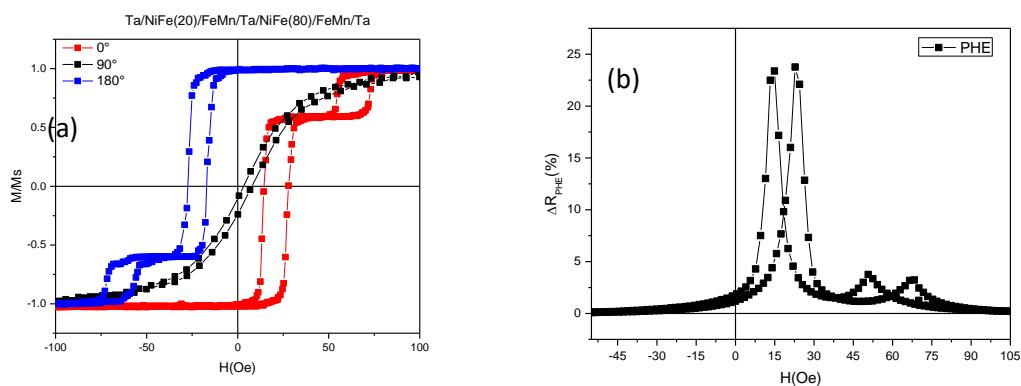


Foram também fabricados filmes finos na forma de multicamadas magnéticas do tipo válvulas de spin. Estes filmes consistem de NiFe (Py) um liga ferromagnética, acopladas com FeMn, uma liga antiferromagnética. Os filmes foram produzidos pela técnica de *sputtering*, com pressão de base de 7×10^{-7} Torr, fluxo de 32 sccm de Ar, e 2mTorr de pressão durante a deposição. O Ta foi utilizado para separar as bicamadas de NiFe/FeMn e assim desacoplar as magnetizações das bicamadas, formando o efeito de válvulas de spin desejados.

A figura 4.a mostra como ao variar a espessura das camadas inferiores e superiores de NiFe foi possível observar um aumento no desacoplamento das

camadas magnéticas, evidenciado pelo degrau nas curvas de histerese. Sistemas como este podem ser utilizados nas aplicações mencionadas na introdução, tanto como dispositivos sensores de campo como para meios de gravação magnética do tipo MRAM.

Figura 4 – (a) Curvas de histerese de multicamadas com diferentes espessuras relativas de NiFe. Os ângulos representam a direção de medida da magnetização relativa ao campo de Exchange bias. (b) Medida de AMR da amostra a 0°.



Dentre os efeitos de transporte elétrico dependente de spin, o efeito Hall planar (PHE) merece destaque devido à sua grande sensibilidade. O efeito consiste no aparecimento de uma tensão elétrica transversal em um filme condutor na presença de um campo magnético aplicado no plano do filme quando é passado uma corrente elétrica. As medidas de variação de resistência elétrica devido ao PHE nas multicamadas são mostradas na figura 4.b.

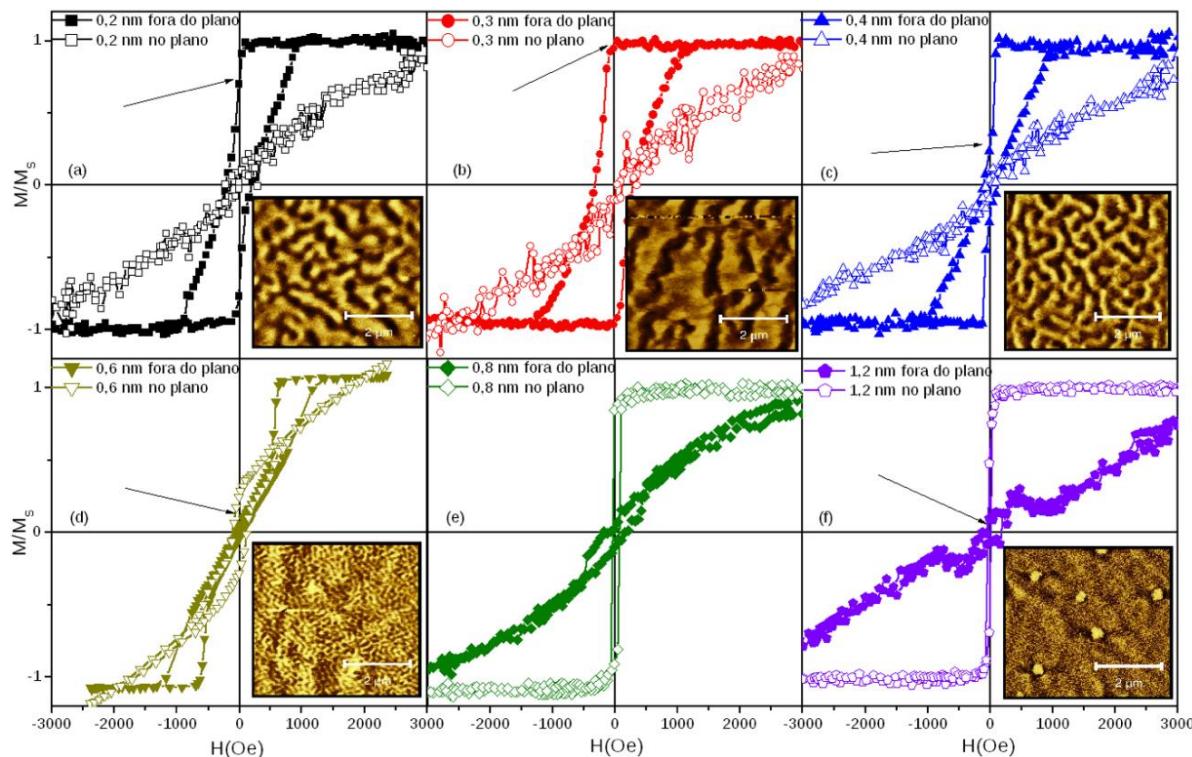
Multicamadas magnéticas de Co/Pd com Anisotropia perpendicular

É bem conhecido na literatura que os filmes finos em forma de multicamadas de Co/Pd, em que as espessuras de Co em cada camada são inferiores a 0,6 nm, apresentam anisotropia perpendicular ao plano do filme [10]. Os filmes finos de Co/Pd com PMA, foram crescidos com diferentes espessuras de Co e números de camadas, para se escolher o melhor conjunto de parâmetros. Com isso também foi possível fazer um estudo da dependência da espessura do Co com a mudança da direção da magnetização. As medidas de magnetização foram realizadas nas direções perpendicular e paralela ao plano das amostras selecionadas. Na figura 5 são

mostradas as curvas de MxH para amostras com diferentes valores de espessura de Co. É possível observar claramente que as amostras com 0,2, 0,3 e 0,4 nm de Co apresentam PMA, enquanto nas amostras com 0,6 e 0,8 nm de Co a magnetização está em um estado de uma misto, ou seja, perpendicular e paralelo ao plano. A anisotropia vai para o plano da amostra com 1,2 nm de Co como pode ser visto na figura 5.f.

Para observar as configurações de domínios magnéticos deste conjunto de amostras foram realizadas medidas de microscopia de força magnética, MFM. A figura 5 (interior direito) mostra as configurações de domínios magnéticos, medidas no estado de remanência magnética (indicados por uma flecha nas curvas de MxH), sendo utilizada uma ponteira magnética magnetizada perpendicularmente, ou seja, gerando imagens magnéticas na direção perpendicular do plano das amostras. Destas imagens é possível observar que nas amostras com menor espessura de Co os domínios magnéticos são maiores, especialmente no caso da amostra com 0,3 nm de Co, em que a remanência é mais alta de todas as amostras. A amostra com 0,6 nm de Co apresenta domínios magnéticos menores, devido à baixa remanência e na amostra com 1,2 nm de Co não foi possível observar domínios perpendiculares a amostra.

Figura 5 – Curvas de histerese para multicamadas de Co/Pd com diferentes espessuras de Co, medidas no plano e perpendicular ao plano dos filmes. Na parte inferior dos gráficos são mostradas as imagens MFM dos filmes, medidas na remanência, conforme indicado pelas flechas.

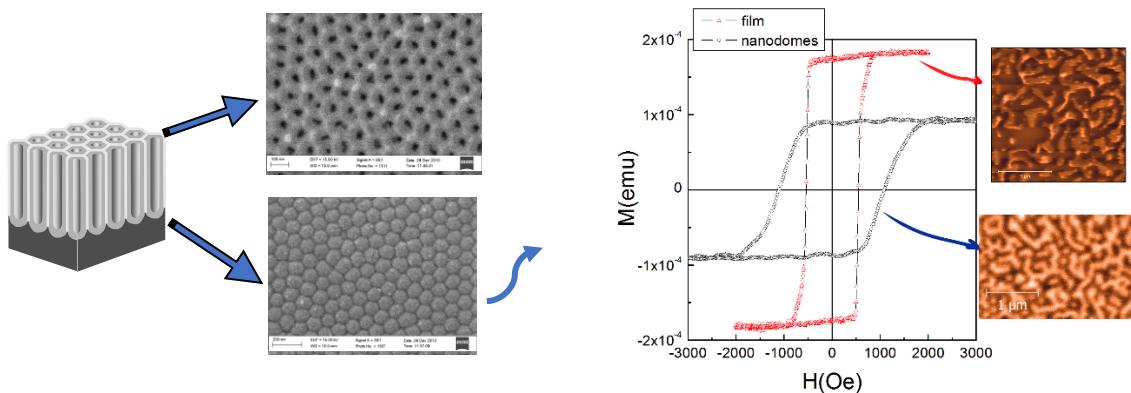


Dos resultados anteriormente mostrados, é possível concluir que um sistema de multicamadas magnéticas como o Co/Pd pode ser interessante para gravação magnética perpendicular. Entretanto, como foi visto nas imagens de MFM, o estado de magnetização remanente apresenta domínios magnéticos de tamanhos micrométricos (ver figura 5b), o que não é interessante para gravação magnética de alta densidade. Uma forma de manter a anisotropia perpendicular, curvas de histerese quadradas, e domínios magnéticos nanométricos, é através da nano estruturação do filme magnético.

Existem duas formas de obter nanoestruturas magnéticas de maneira controlada. Por meio de métodos de fabricação auto organizados ou por meio de litografia. Na figura 6 são mostrados exemplos de multicamadas magnéticas depositadas sobre substratos de alumina ordenada, obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Utilizou-se a parte superior (aberta) e inferior

(fechada), das membranas de alumina porosa ordenadas hexagonais, fabricadas pelo método de anodização dupla [11], como substratos. É possível observar que estes filmes de Co/Pd depositados na estrutura de nanodomos apresentam PMA, curvas de histerese quadrada e configuração de domínios magnéticos da ordem de 100 nm, que se ajustam perfeitamente ao tamanho dos nanodomos. Sistemas como este foram propostos como possíveis meios de gravação magnética de alta densidade [12, 13].

Figura 6 – Imagens obtidas por MEV de filmes depositados na superfície e na parte inferior (nanodomos) de membranas de alumina. A direita é mostrada as curvas de histerese de filmes de Co/Pd depositados em nanodomos e em filmes contínuos, com as correspondentes imagens de MFM.



Para tentar entender melhor como se comporta a magnetização nos filmes nanoestruturados, é possível usar técnicas de simulação micromagnéticas. A utilização de recursos de simulação para o entendimento de alguns aspectos do comportamento magnético na presença de uma variação de um campo magnético tem sido extensivamente estudada nos últimos anos.

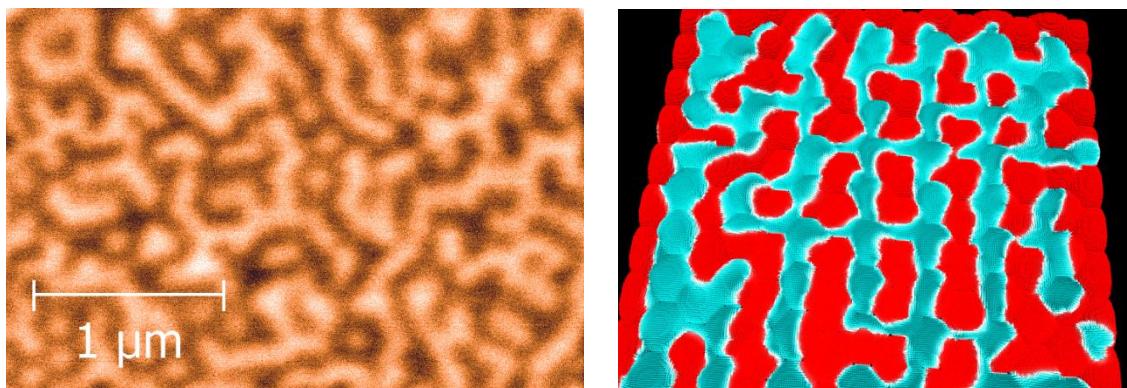
Simulações de micromagnetismo são feitas utilizando escalas espaciais maiores do que os átomos individuais. A magnetização é assim aproximada como um vetor contínuo M . O comprimento do vetor de magnetização em cada ponto é assumido como constante e igual à magnetização de saturação.

O micromagnetismo pode ser dividido em duas áreas: micromagnetismo estático, onde estamos interessados na configuração de equilíbrio dos momentos magnéticos, como o estado com energia mínima, e micromagnetismo dinâmico, onde a evolução temporal dos momentos é regida pela resolução da equação de Landau-

Lifshitz-Gilbert. O micromagnetismo trata-se de uma teoria contínua no qual o método para encontrar o vetor magnetização e modelado numericamente através de elementos finitos, tudo isso sempre tentando minimizar a energia do Hamiltoniano formado pela soma de três termos de energia: A energia magnetostática, a energia de troca e a energia zeeman.

Na figura 7 são mostrados os resultados de microscopia MFM e simulações micromagnéticas da configuração de domínios magnéticos no estado desmagnetizado para filmes de Co/Pd depositados sobre nanodomos com anisotropia perpendicular. As simulações foram feitas utilizando o software Mumax [14]. É possível observar na imagem de MFM que os domínios magnéticos seguem a estrutura dos domos, e na simulação este efeito também pode ser visualizado, comprovando que esta nanoestrutura restringe os domínios magnéticos ao diâmetro dos nanodomos, modificando a forma como ocorre a reversão da magnetização e possibilitando aplicações em gravação magnética, por exemplo.

Figura 7 – Imagem MFM de filme de Co/Pd depositado sobre nanodomos, e simulação micromagnética da estrutura de domínios, ambas obtidas no estado desmagnetizado.



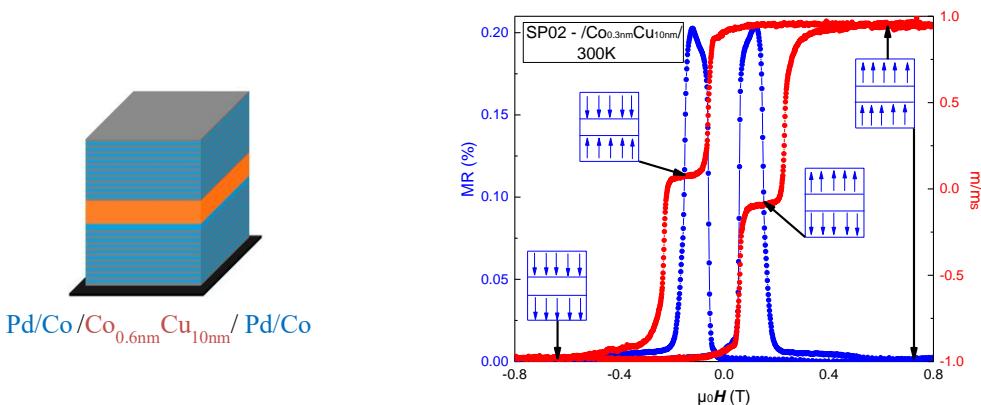
Pseudo-válvulas de Spin com Anisotropia Perpendicular

É possível também fabricar sistemas multicamadas de Co/Pd com a introdução de diferentes separadores intermédios, a fim de controlar o acoplamento magnético entre as camadas de PMA. Se as camadas dos filmes estão desacopladas, são observados processos de reversão magnética independentes nas diferentes camadas, e as curvas de efeito Hall e magnetorresistência apresentam características

interessantes para aplicações como sensores de campo ou sistemas de gravação magnética [15]. As propriedades magnetoelétricas, dependendo do material e da espessura das camadas intermédias também foram caracterizadas, de modo a determinar os parâmetros ótimos de anisotropia magnética afim de favorecer a GMR.

Na figura 8 é possível observar uma pseudo-válvula de spin (PSV) feita a partir de multicamadas de Co/Pd com um separador de Cu. Ao usar diferentes espessuras do separador de Cu é possível obter diferentes níveis de desacoplamento entre as multicamadas de Co/Pd. Com isso a curva de histerese apresenta um degrau na coercividade, ao passar de uma direção de magnetização a outra. Nestes sistemas a GMR ocorre devido ao espalhamento dependente de spin dos elétrons, ocasionando uma maior resistência elétrica quando as camadas estão magnetizadas antiparalelas. Assim, com diferentes espessuras de Cu é possível modular a largura deste degrau, o que se reflete também em uma modulação das posições dos máximos de magnetorresistência nas amostras, como pode ser observado na figura 8.

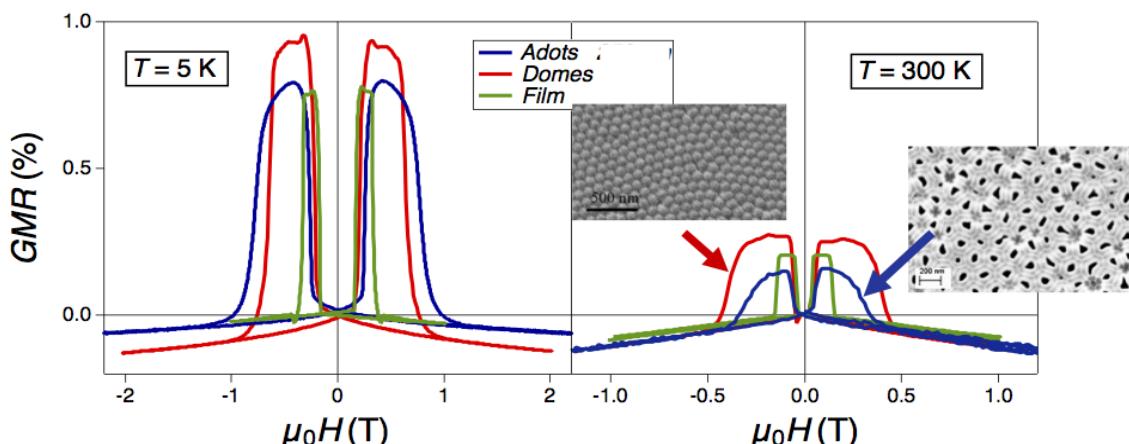
Figura 8 – Esquema ilustrativo de uma PSV feita a partir de multicamadas de Co/Pd com um separador de Cu. Na direita são mostradas curvas de magnetização e GMR sobrepostas para esta PSV.



Ao depositar as PSVs em substratos nanoestruturados, como as membranas de alumina, é possível também modificar os valores da coercividade das multicamadas, o que resulta em uma modificação também da GMR. Na figura 9 são mostrados resultados de amostras depositadas sobre substratos com nano-orifícios e nanodomos, com suas respectivas curvas de magnetização e magnetorresistência. Nas curvas de magnetização e magnetorresistência é possível observar um aumento

da coercividade das amostras depositadas nestes substratos modulados, com a consequente modificação da GMR observada.

Figura 9 – Curvas de GMR para PSVs depositadas sobre o filme contínuo (verde), nanodomos (vermelho) e membranas com nano-orifícios (azul).



CONCLUSÃO

Mostramos neste capítulo alguns resultados de amostras produzidas e caracterizadas no LMMM da UFSM. Estes materiais magnéticos podem ser utilizados como sensores de campo magnético, baseado no efeito Hall ou na magnetoresistência. Estudamos sistemas com magnetização no plano e perpendicular a amostra. Atualmente os sistemas com anisotropia perpendiculares são mais interessantes para gravação magnética por assegurar domínios magnéticos menores.

No estudo de amostras com EB obtivemos curvas de magnetização deslocadas em campo magnético. Este sistema é muito utilizado em gravação magnética por possibilitar inversão da magnetização distante do campo zero, assim a perda de informações por campos magnéticos externos é mais difícil. O uso da técnica de torquimetria trouxe informações referente as anisotropias de nossas amostras.

Nos sistemas com PMA conseguimos resultados que possibilitam desenvolvimento de dispositivos de gravação magnética perpendicular. Os domínios magnéticos observados em filmes contínuos são de ordem micrométrica, sendo possível reduzir estes domínios a escalas manométricas ao depositar os filmes sobre

nanodomos. Assim o uso de membranas de alumina porosa como substrato possibilita o fabricar filmes com valores maiores de coercividade e melhorar as densidades de gravação. A inserção de um espaçador, que configura uma PVS, possibilita um aumento dos valores de GMR. Além do mais, sistemas de PVS podem ser utilizados como MRAM. Através de simulações micromagnéticas conseguimos reproduzir as estruturas de domínios magnéticos obtidas por MFM nestes sistemas, permitindo projetar e entender melhor os processos de reversão da magnetização em nanoestruturas.

BIBLIOGRAFIA

- [1] STAMPS, R. L. et al., 2014. The 2014 Magnetism Roadmap. **Journal of Physics D: Applied Physics**, v. 47, n. 33, p. 333001.
- [2] PARKIN, S.; YANG, S-H. 2015. Memory on the racetrack. *Nature Nanotechnology*, 10(3), pp.195–198.
- [3] BAIBICH, M. N.; BROTO, J. M.; FERT, A. et al., **Phys. Rev. Lett.** v, 61, p. 2472, 1988.
- [4] TIAN, Y. YAN, S. Giant magnetoresistance: History, development and beyond. **Science China: Physics, Mechanics and Astronomy**, v. 56, n. 1, pp. 2–14, 2013.
- [5] CHAPPERT, C.; FERT, A.; VAN DAU, F. N. The emergence of spin electronics in data storage. **Nature materials**, v. 6, n. 11, pp. 813–823. 2007.
- [6] ALBRECHT, M. et al. Magnetic dot arrays with multiple storage layers. **Journal of Applied Physics**, v. 97, n. 10, pp.1-5, 2005.
- [7] ZHANG, S. L. et al. Extraordinary hall balance. **Scientific Reports**, v. 3, n. 1, p. 2087, 2013.
- [8] MEIKLEJOHN, W.H. BEAN, C.P. New magnetic anisotropy. **Physical review**, v. 102, n. 5, p. 1413, 1956.
- [9] NOGUÉS, J.; SORT, V.; LANGLAIS, et al. Exchange bias in nanostructures. **Physics Reports**, v. 422, n. 3, p. 65-117, 2005.
- [10] JOHNSON, M. T. et al. Magnetic anisotropy in metallic multilayers. **Reports on Progress in Physics**, v. 59, n. 11, pp. 1409-1458, 1996.
- [11] MASUDA, H.; FUKUDA, K. Ordered Metal Nanohole Arrays Made by a Two-Step Replication of Honeycomb Structures of Anodic Alumina. **Science**, v. 268, n. 5216, p. 1466-1468, 1995.

- [12] PIRaux, L. et al. Periodic arrays of magnetic nanostructures by depositing Co/Pt multilayers on the barrier layer of ordered anodic alumina templates. **Applied Physics Letters**, v. 101, n. 1, pp.1-6, 2012.
- [13] MICHEA, S. et al. Enhanced Hall effect in Co/Pd multilayered nanodomes with perpendicular anisotropy. **AIP Advances**, v. 7, n. 5, 2017.
- [14] VANSTEENKISTE, A. et al. The design and verification of MuMax3. **AIP Advances**, v. 4, n. 10, pp. 0-22, 2014.
- [15] FANG, Y. et al. A nonvolatile spintronic memory element with a continuum of resistance states. **Advanced Functional Materials**, v. 23, n. 15, pp.1919-1922. 2013.

O Direito em Marcha à Ré: do Estado de Direito ao Estado de Exceção e retrocesso de direitos

Maria Beatriz Oliveira da Silva¹

1 A TÍTULO DE INTRODUÇÃO: ALGUNS QUESTIONAMENTOS

A partir do fio condutor da história podemos verificar como evoluíram as relações de poder até chegar-se ao que hoje conhecemos como Estado Direito. O Estado passa a ser a principal fonte do Direito com competência (por meio dos seus poderes) para legislar e julgar, mas (teoricamente) também se submete às normas da qual ele, Estado, é a fonte.

Oposto ao Estado de Direito estaria o Estado de exceção, qual seja, quando são suspensos direitos e garantias fundamentais.

O jurista Carl Schmitt dizia que é na exceção que conhecemos a verdadeira face do Direito. Neste caso, o Brasil não necessita de muito esforço para conhecer esta face verdadeira visto que sua história republicana é um permanente oscilar entre o Estado de Direito e o Estado de exceção - com a consequente subtração de direitos e garantias individuais e coletivas como agora estamos testemunhando.

Assim, o atual contexto brasileiro propicia lançar para o debate as seguintes questões:

- Qual seriam as principais evidências de que estamos em um Estado de exceção? Em que medida o chamado Estado de Direito guarda (dialeticamente) em si a exceção?
- Em lugar de ser instrumento de combate contra o golpe em curso, não teria razão o professor Alysson Mascaro quando afirma que “todo Direito é um golpe”?

¹ Professora da graduação e do PPGD da UFSM e coordenadora do Núcleo de Pesquisa em Direito e Marxismo (NudMarx).

- Qual o papel que ainda resta ao Direito no atual contexto brasileiro?

Cada uma dessas questões demanda um grande debate, mas nossa intenção é apenas trazer alguns apontamentos no sentido de contribuir para o mesmo - começando por alguns aspectos históricos para compreender a formação do que veio a se chamar Estado de Direito.

2 UMA NOTA SOBRE A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO DIREITO

Que o Direito se revela na História e o que no passado foi denominado “Direito” é muito diferente do que o Direito se tornou com o advento do Estado Moderno - é o que irá nos mostrar o professor Alysson Mascaro² ao falar da evolução histórica do direito.

A começar que as normas jurídicas hoje são advindas do Estado e codificadas (códigos, constituições, legislação em geral). Quando observamos manifestações do passado, que embora continuemos a chamar de Direito, vamos ver que se tratam de normas que não têm as mesmas características das atuais, pois são normas de extrato completamente distinto cujo núcleo tem um caráter mais religioso ou moral.

Hoje fazemos a separação entre normas morais e jurídicas o que não se fazia no passado e existe uma razão histórica que explica essa distinção. O fato é que as sociedades do passado são pré capitalistas, e nos dois grandes modos de produção que antecederam ao capitalismo (no caso ocidental) - escravismo e feudalismo- as relações de poder se dão de forma direta, ou seja, não são mediadas por nenhum tipo de contrato.

Na antiguidade a dominação era direta e pela força na relação entre senhor e escravo e, mesmo quando o Direito vai aparecendo como um fenômeno próprio entre outros fenômenos sociais, ele se constitui em uma forma artesanal de resolver conflitos. Por exemplo, os gregos especulavam racionalmente sobre o que seria o justo (filosofia do justo) e os romanos buscavam diretrizes jurídicas para resolução de problemas práticos, mesmo assim, o Direito é mais arte do que técnica .

² Esta síntese de retrospectiva histórica sobre a origem do Direito é baseada na obra MASCARO, Alysson. Introdução ao Estudo do Direito - 5. ed. – São Paulo: Atlas, 2015.

Na idade média as relações também são direitas, visto que o senhor feudal detém a terra e todos os meios de produção, e aqueles que não os detém vinculam-se ao senhor sob a forma de vassalagem, que também não é um contrato, mas uma condição onde vassalo se entrega às variáveis da vontade do senhor feudal e, por conta disso, esta vinculação não é jurídica.

Portanto é por ato de força e não por ato jurídico que se dão as relações pré capitalistas e, neste contexto, como ensino o professor Mascaro, o Direito é incidental e as normas tendem a estar vinculadas à moral ou à religião - refletindo as sociedades senhoriais cuja forma é muito distinta do modo de produção capitalista.

Apenas com o advento do capitalismo surge o Direito na forma que hoje conhecemos e isso explica-se pelo fato de que para que haja capitalismo é preciso que haja territórios livres e unificados e um ente que garanta as relações comerciais: O Estado moderno – institucionalizado juridicamente através de todo um aparato que funciona como um terceiro entre as partes.

Assim, ao contrário das dominações pré-capitalistas a dominação capitalista é efetivada pelo Direito que vai evoluindo da exploração mercantil (que exige novos mecanismos de desenvolvimento - como por exemplo, a criação de títulos de créditos e letras de câmbio para desenvolver e expandir o comércio) até a exploração produtiva capitalista por meio do contrato de trabalho, pois além comércio se faz necessária também a exploração do trabalho na constituição do capitalismo.

Destarte, conforme já assinalado, a relação de exploração no capitalismo deixa de ser direita (força, violência, tradição, religião) e passa a contar com um terceiro que é o Estado institucionalizado juridicamente que faz de cada qual um sujeito de direito - com direito e deveres sob a garantia da chancela estatal.

Conclui-se que onde há capitalismo há necessidade do Estado como elemento intermediador das atividades econômicas garantindo as suas transações e sujeitos de direitos livres para contratar e vender sua força de trabalho.

Poderíamos aprofundar em muito essas reflexões sobre o surgimento do Estado e, consequentemente, do Direito e do sujeito de direito no capitalismo, mas não é este o nosso propósito. O propósito é, pegando o fio da história, mostrar como chegamos ao denominado Estado de Direito.

Essa ideia de um Estado de Direito no qual as leis governam os homens (e não o contrário) é fundamental para organização e manutenção do capitalismo – na verdade, o capitalismo dá existência ao Direito e o Direito sustenta institucionalmente o capitalismo. E é dentro dos marcos do capitalismo que se gera o embate entre Estado de Direito e Estado de exceção.

3 ESTADO DE DIREITO VERSUS ESTADO DE EXCEÇÃO

Se o Estado de Direito é, como foi apontado acima, o Estado em que as leis governam os homens e o próprio Estado, no Estado de exceção, segundo Agabem, “as medidas excepcionais encontram-se na situação paradoxal de medidas jurídicas que não podem ser compreendidas no plano do direito, e o estado de exceção apresenta-se como a forma legal daquilo que não pode ter forma legal”³.

Como se vê o Estado de Exceção “apresenta-se como forma legal aquilo que não pode ser legal”. Um exemplo emblemático a ser citado é o caso do Estado nazista, assim que tomou o poder Hitler promulgou um decreto para a proteção do povo e do Estado (forma legal) que suspendia os artigos da constituição de Weimar relativos às liberdades individuais (o que não pode ser legal).

Outra visão sobre o Estado de exceção é trazida pelo controverso jurista alemão Carl Schmitt⁴ cujo cerne da sua concepção já foi anteriormente mencionada de que é na exceção que conhecemos o Direito.

Para Schmitt o direito tem uma verdade mais profunda do que a verdade normativa estatal, visto que a regraposta pelo Estado é válida para o Direito até certo ponto, isso por que, no final das contas, descobriremos que o verdadeiro Direito está na manifestação mais profunda do poder. Para ele o Direito não está na regra, mas na exceção à regra e, sendo assim, não devemos nos fixar nessa consequência normativa do Direito, devemos buscar aquela que seja a base do próprio poder que sustentou o fenômeno jurídico – o soberano é aquele que decide sobre o Estado de exceção.

³ AGAMBEN, Giorgio Estado de exceção” [tradução de Iraci D. Poletti]. São Paulo: Boitempo, 2004

⁴ BORON, Atilio; GONZÁLEZ, Sabrina. Resgatar o inimigo? Carl Schmitt e os debates contemporâneos da teoria do estado e da democracia. Disponível em <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20100601030822/9BorGon.pdf> acesso 23/10/2017

No entanto, Schimit não responde objetivamente quem assume este poder. Pode se tratar de uma pessoa ou, eventual e transitoriamente, de uma ditadura policial, contanto que prevaleça efetivamente sobre o resto, que imponha sua vontade sobre o conjunto da sociedade e demonstre de tal forma sua capacidade decisória; daí o “decisionismo” schmittiano sobre o qual não iremos, aqui, nos debruçar. A ideias é mostrar que existe diferentes formas de conceber o Estado de exceção e, no atual momento brasileiro, alguns juristas de renome afirmam que o Brasil está mergulhado em um Estado de exceção, entre eles o professor Lênio Streck cuja argumentação será logo em seguida sintetizada. Antes disso vejamos algumas notas sobre a questão da exceção no Brasil.

3.1 Da “Ordem Pública” e de quando a exceção vira regra

A Constituição Brasileira, em seu “Título V – Da Defesa do Estado e Das Instituições Democráticas”, reserva um capítulo específico para a “Segurança Pública”. O artigo 144, caput, da Constituição, estabelece que “a segurança pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio”.

Resta definir a quem a ordem pública é direcionada prioritariamente se à manutenção do Estado, do governo ou das pessoas - lembrando que inúmeras vezes a “ordem pública” é utilizada como justificativa para violar direitos e garantias fundamentais. Não precisamos retroceder muito na história basta lembrar como a categoria “ordem pública” foi utilizada nos 21 anos de ditadura civil-militar no Brasil afastando o sistema constitucional.⁵

De outra parte, não precisamos fazer nenhuma digressão histórica, basta olharmos, especialmente, para as periferias dos grande centro urbanos para concluir a posição de Walter Benjamin quando afirma que “a tradição dos oprimidos nos ensina que o estado de exceção em que vivemos é na verdade a regra geral”.⁶

⁵ Leonardo Marcondes Machado Discurso de ordem pública na segurança é típico de um estado de exceção disponível em <https://www.conjur.com.br/2016-jul-05/academia-policia-discurso-ordem-publica-seguranca-típico-estado-excecao?imprimir=1>

⁶ Márcio Seligmann-Silva Walter Benjamin: o Estado de Exceção entre o político e o estético. Disponível em <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/cadernosbenjaminianos/article/viewFile/5299/4707>
Acesso em 22/10/2017

Nesta perspectiva poder-se-ia afirmar, inclusive, que não há Estado de exceção visto que o que há é uma tradição autoritária que leva à naturalização do que deveria ser exceção, e a exceção acaba virando regra. E essa tradição, como sustentam Teles e Saflate não foi rompida no Brasil com a Constituição de 1988.⁷

Assim, a tradição autoritária e golpista que está no DNA das elites brasileiras (basta novamente pegarmos o fio da história para vermos a sequencia de golpes na história republicana) que nunca permitiram que o Brasil se constituísse em uma verdadeira República e, muito menos, que a democracia anunciada nos pactos constitucionais verdadeiramente se consolidasse.

No momento de agudização de crise do capitalismo agudiza-se também o autoritarismo que nos coloca novamente, segundo um grande número de juristas, em um Estado de exceção – entre eles o professor Lênio Streck⁸ que nos apresenta uma lista de motivos que, na sua visão, comprovam tal fato.

4 CHECK LIST: 21 RAZÕES PELAS QUAIS JÁ ESTAMOS EM ESTADO DE EXCEÇÃO

Este é o título do artigo do professor Lênio Streck que, valendo-se da obra “Autoritarismo e golpes na América Latina — Breve ensaio sobre jurisdição e exceção”, de Pedro Serrano, apresenta 21 razões pelas quais “nossa incipiente democracia vai assim se esfacelando e se transformando em uma maquiagem, que confere a aparência de um Estado Democrático, mas ao invés de ampliar e efetivar direitos, suprime-os paulatinamente”.

Indicamos fortemente a leitura dos autores mencionados, mas não pretendemos repetir aqui as vinte umas razões apresentadas, apenas listar a algumas delas que pensamos que, por si só, já denunciariam a exceção:

- faz-se condução coercitiva ATÉ de advogado, em flagrante violação do CPP e da CF;

⁷ TELES, Edson, SAFATLE, Vladimir, O que resta da ditadura. São Paulo: Boitempo, 2010. (Coleção Estado de Sítio).

⁸ STRECK, Lênio. Check list: 21 razões pelas quais já estamos em Estado de exceção , disponível em <https://www.conjur.com.br/2017-jun-29/senso-incomum-check-list-21-razoes-pelas-quais-estamos-estado-excecao> acesso em 21/10/2017

- ocorre divulgação (seletiva ou não) de gravações resultantes de interceptações não autorizadas; isto é, quando a GloboNews e o Jornal Nacional sabem antes do próprio réu;
- ex-ministra do Superior Tribunal de Justiça confessa que foi conivente com vazamento, sob o argumento de que a ilegalidade era para o bem;
- membros do Ministério Público e do Judiciário se manifestam em redes sociais (tomam lado) confessando parcialidade e incitando a população contra o Tribunal Superior Eleitoral, face a julgamento com o qual não concordam;
- agentes políticos do Estado vendem, por intermédio de agenciamento comercial, palestras por altos valores, autopromovendo-se a partir de processos judiciais das quais são protagonistas;
- delações concluídas e homologadas à revelia da legislação, inclusive com cumprimento de penas que-não-são-penas porque não houve julgamento; ou seja, o prêmio da delação premiada é recebido antes do processo;

Pensamos que a última razão apresentada pelo autor em sua lista merece destaque. Diz ele:

- por último, estamos em Estado de exceção Regional (EER) quando todos os itens acima não causam indignação na comunidade jurídica e parcela majoritária dela os justifica/naturaliza pelo argumento de que “os fins justificam os meios”.

Para Streck “Juristas viraram torcedores. E torce-se o Direito à vontade. Vontade de poder. A mídia faz a pauta (des)institucional. O Direito desaparece(u).”

Assim, pautados pela mídia e com “juristas torcedores” a marcha à ré do Estado de Direito vai esfacelando a democracia e suprimindo paulatinamente direitos e garantias.

5 OS DIREITOS EM MARCHA À RÉ

Estamos em pleno retrocessos de direitos historicamente conquistados pela classe trabalhadora e o debate mais acentuado no que tange aos retrocessos se dá no campo dos direitos sociais, previdenciários e trabalhistas.

No campo dos direitos trabalhistas a proposta é de alterar diversos pontos das regras gerais do trabalho que conhecemos hoje, entre eles, as férias, as horas extras, a jornada de trabalho, a rescisão contratual, as modalidades de contratação e o modo de contabilizar as horas trabalhadas. Já no campo da previdência com a reforma proposta quase ninguém irá conseguir se aposentar, nem se manter empregado ou trabalhando por tanto tempo.

No coração de todo o retrocesso está a proposta de implementação do teto para os gastos públicos federais, objeto das PEC's 241/55 (que foi aprovada em 16 de dezembro de 2016, consolidando-se na Emenda Constitucional de número 95⁹) que instituiu um novo regime fiscal para vigorar nos próximos vinte anos, valendo, portanto, até 2036.

Como se diz no popular “ainda não caiu a ficha” e o povo, mesmo já sentindo os primeiros golpes, ainda não tem a dimensão do retrocesso e da penúria a que será submetido com o conjunto de medidas anunciada pelo grupo que tomou o país de assalto.

De fato, todas as políticas públicas para reduzir a miséria e as desigualdades sociais e regionais são seriamente comprometidas atingindo o núcleo fundamental do direito à igualdade e a não discriminação.

A Saúde e a educação perdem a garantia de investimento mínimo previsto constitucionalmente e o investimento nessas duas áreas sofre um corte de mais de 40%. Sem contar o que irá sofrer o restante das política públicas que foram criadas com a intenção de, pelo menos, minimizar as gigantescas desigualdades existentes no país, tais como: políticas públicas de combate ao racismo; de combate à violência doméstica , políticas voltadas às comunidades tradicionais; estímulo à reforma agrária e a agricultura familiar; políticas pelo fim da discriminação aos segmentos LGBT; de

⁹ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc95.htm

acesso à moradia e direito à cidade – apenas para citar algumas, pois sabemos que o rol de políticas públicas que serão comprometidas é bem maior.

Resta evidente que tais medidas vão atingir mais fortemente as camadas mais pobres e vulneráveis da sociedade que possuem uma maior dependência em relação aos serviços públicos. É clara a opção é de uma política de sacrifício para os mais pobres sem alteração alguma na estrutura tributária brasileira, favorecendo os ricos sem nenhuma regulação no que tange à evasão fiscal.

Também é importante destacar que todas essas propostas de redução da eficácia ou extinção de direitos fundamentais são originárias de um Presidente da República que galgou o cargo através de um evidente golpe parlamentar patrocinado pelo poder econômico e seu braço midiático com o apoio do poder judiciário – poder-se-ia dizer que, mais do que o apoio, tendo o poder judiciário como parte constitutiva na implementação do golpe que no hoje nos coloca em um Estado de exceção.

E Aí resta a questão: Qual é o lugar do Direito neste contexto?

6 VOLTANDO AO COMEÇO PARA CONCLUIR: QUAL O LUGAR DO DIREITO NO ATUAL CONTEXTO BRASILEIRO?

Temos dito aos nossos alunos que está difícil sair de casa para dar aula no curso de direito e falar, por exemplo, em uma Constituição que não existe mais; em direitos e garantias que não existem mais, em ritos processuais que não existem mais e, assim por diante.

Neste contexto ainda há os que se apegam a alguma “ilusão jurídica”, mas há os que não mais acreditam - como há também os que nunca acreditaram.

Há os que dizem que estamos em um Estado de exceção, como há os que sustentam que o Direito é a própria exceção.

O Professor Alysson Mascaro vai mais longe ao afirmar que “todo direito é golpe” e “tal golpismo jurídico se faz mediante instituições estatais, sustentando-se numa ideologia jurídica que é espelho da própria ideologia capitalista”.

Para Mascaro o Direito é a forma do engendramento da exploração do capital e da correspondente dominação de seres humanos sobre seres humanos e, assim sendo, a legalidade não passa de uma moldura para a reprodução do capital e todo o

direito e toda a política se fazem a partir de graus variados de composição entre regra e exceção.

Para o autor em destaque o caso mais simbólico e impactante que comprovam suas afirmações é o caso de Dilma Rousseff que, por meio de processo de impeachment, foi tirada do cargo presidencial no Brasil por conta de acusação de crime de responsabilidade por “pedalada fiscal”, um tipo penal inexistente no ordenamento jurídico brasileiro.

Como se pode ver a “pedalada fiscal” é o tipo penal “inventado” que vai dar legalidade ao que não é legal. Aliás, o processo como um todo fugiu do que constitucionalmente é previsto e, acrescente-se a isso, tal processo de impeachment irrompe após anos de sangramento dos governos Lula e Dilma, mediante reiteradas investigações e julgamentos judiciais de corrupção seletivos - que não se estenderam a políticos e partidos aliados dos golpistas.

Para comprovar sua tese Mascaro mostra que, golpes, constrangimentos e linhas de força conservadoras e reacionárias que agem pelo direito e pelos meios de comunicação de massa” pavimentam a ideologia do capital de modo pleno: seus trâmites se dão com a linguagem e dentro do espaço que constitui a própria compreensão da subjetividade – sujeito de direito, lei, ordem, processo judicial, rito, procedimento”.

Se por um lado concordamos com o professor Mascaro e dizemos aos alunos que está cada vez mais difícil ser professora de Direito, por outro, a história tem nos mostrado que é em nome dos seus direitos que os povos se levantam e, por mais que venhamos a teorizar sobre o lugar do Direito no Brasil de hoje, concordamos com o poeta Thiago de Melo quando diz “Mas só o povo é quem pode a rebeldia quando no peito não lhe cabe a dor...”.

Ecotécnicas Verdes e seus benefícios ao ambiente construído: coberturas vivas e jardins verticais

Minéia Johann Scherer¹

INTRODUÇÃO

Presenciamos atualmente uma urbanização acelerada das cidades, com impactos que aumentam a degradação ambiental e, consequentemente, diminuem a qualidade de vida dos cidadãos. Um dos pontos de maior relevância é a escassez de áreas vegetadas no meio urbano, cada vez mais dominado por edifícios e pavimentações.

Mesmo que os benefícios do uso da vegetação para a qualificação ambiental e a sustentabilidade sejam de amplo conhecimento, nos deparamos com a intensificação de uso e ocupação do solo urbano, desordenado e seguindo principalmente critérios econômicos. As áreas destinadas ao verde são reduzidas aos índices mínimos previstos nos lotes e a efetiva execução de praças ou parques estão cada vez mais escassas. Isto, além de limitar o importante contato do ser humano com a natureza, influencia no desempenho energético das edificações e no conforto ambiental das cidades, alterando o seu microclima e intensificando o fenômeno da “ilha de calor” urbano, onde as temperaturas tendem a ser mais elevadas do que em regiões próximas, porém menos ocupadas.

Outro ponto de grande relevância é que isto afeta o regime hídrico das cidades, cada vez mais suscetíveis a alagamentos por não dispor de áreas suficientes para infiltração da água no solo ou para retenção desta em momentos de forte precipitação. Os Planos Diretores municipais, que regulamentam os índices permitidos para construção nos lotes, geralmente aumentam as possibilidades para áreas construídas, em detrimento das áreas verdes ou incentivo à sistemas com capacidade para absorver ou reter a água da chuva.

¹ Curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul.

A arquitetura denominada verde, ecológica, bioclimática ou mais sustentável, pode ser considerada, segundo Yeang (1999), a uma forma de projetar edificações e cidades associadas com a natureza, de modo ambientalmente responsável. Garrido (2011) reforça que “o objetivo de uma verdadeira arquitetura sustentável consiste em realizar uma atividade construtiva conceitualmente integrada com a natureza”. Por esta razão, conforme avalia Falcón (2007), “é importante procurar fórmulas novas e criativas, auxiliadas pelo avanço tecnológico disponível na atualidade, que permitam aumentar a massa vegetal da cidade e, com ela, os benefícios ambientais”. Segundo o mesmo autor, as últimas tendências de planejamento e gestão da vegetação nas grandes cidades estão destinadas a explorar formas de aumentar o verde, a partir da busca de novos suportes urbanos, até agora pouco valorizados como lugares de crescimento de vegetação: é o caso das paredes e das coberturas das edificações.

Pode-se definir ecotécnica como “um conjunto de intervenções tecnológicas no ambiente, que se baseia na compreensão dos processos naturais e tem como foco a resolução de problemas com o menor custo energético possível e com uso eficiente de bens naturais” (BRASIL, 2012). Desta forma, o uso de coberturas vivas e jardins verticais integrados à arquitetura representam estratégias de condicionamento térmico passivo, repercutem positivamente no conforto ambiental das cidades, além de proporcionarem um efeito visual interessante para a edificação e espaço urbano.

DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Coberturas vivas

Os telhados vegetados ou coberturas vivas são um tipo de fechamento superior de edificações, constituído por camada de solo e vegetação, além de outras camadas não orgânicas, pertinentes em cada caso (manta de retenção de substrato; camada de drenagem; manta anti-raiz e impermeabilização). Desta forma, é uma ecotécnica que pode ser usada em substituição aos sistemas de cobertura convencionais.

Existem basicamente duas categorias de coberturas vivas, classificadas dependendo de sua forma de execução e função que pretende exercer: as extensivas e intensivas. As coberturas verdes extensivas são geralmente de pouca profundidade (substrato com até 100 mm), não constituem espaços acessíveis e a vegetação utilizada é de pequeno porte e precisa ser bem adaptada às condições do clima da

região. Já as intensivas são comumente planejadas como jardins, com delimitação de caminhos e espaços de contemplação e o porte da vegetação pode ser variado, utilizando-se desde gramíneas até arbustos ou árvores de pequeno porte. Para isto, a altura da camada de substrato precisa ser maior, compatível com o porte da vegetação (geralmente entre 100 mm a 400 mm) (JOHNSTON; NEWTON, 2004; MINKE, 2004).

Quanto à forma de execução das coberturas vivas, podemos distinguir basicamente os sistemas contínuos e os sistemas modulares. A figura 1 apresenta um panorama geral da classificação e dos diferentes sistemas de execução das coberturas vivas.

Figura 1 – Esquema geral de classificação e execução das coberturas vivas



Tanto os sistemas contínuos quanto os modulares possuem camadas a serem sobrepostas e que desempenham funções específicas. Primeiramente é necessária a realização de uma impermeabilização eficiente sobre a estrutura que vai receber a cobertura viva. Após, realizam-se as seguintes camadas:

- 1) Camada de proteção: manta anti-raiz, geralmente lona plástica grossa, com finalidade de proteger a impermeabilização, evitando um possível contato das raízes do vegetal;

- 2) Camada drenante: com função de receber o excesso de água e escoar para calhas ou ralos. Nos sistemas contínuos utilizam-se pedras ou argila expandida (preferível por ter menos peso) e nos sistemas modulares essa camada é substituída por módulos pré-fabricados, que podem ser de diferentes materiais e alturas (inclusive com função de armazenar água);
- 3) Camada filtrante: utiliza-se uma manta geotêxtil que é permeável à água, mas evita a passagem do substrato;
- 4) Substrato (composto orgânico com nutrientes) e vegetação (diferentes espécies e portes).

Como já comentado, a principal diferença entre os sistemas contínuos e os modulares está na camada filtrante: uso de argila expandida disposta *in loco* nos contínuos (Figura 2) e uso de módulos pré-fabricados que podem inclusive já estar com a vegetação desenvolvida (Figura 3).

Figura 2 – Sistema contínuo e suas camadas

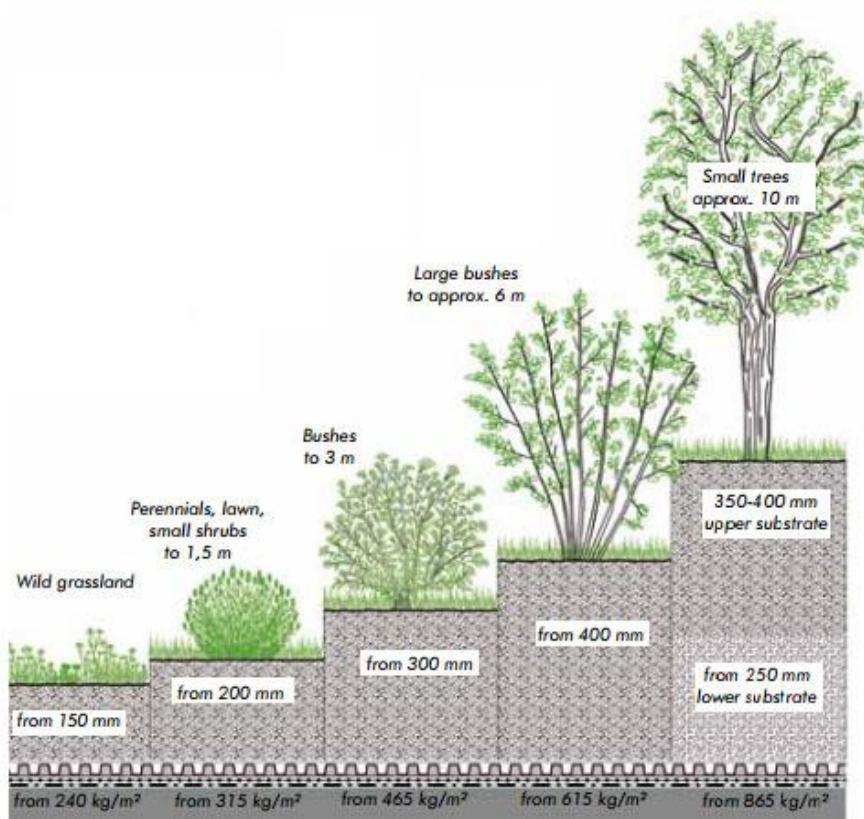


Figura 3 – Sistema modular e suas camadas



Quanto aos aspectos de execução e manutenção, as coberturas extensivas demandam menor custo, uma vez que as camadas não acarretam peso excessivo sobre a estrutura e a vegetação, por ser de pequeno porte e adaptada ao clima local, necessita de pouca ou nenhuma manutenção periódica, de corte, irrigação ou adubação. Já as coberturas intensivas geralmente vão necessitar de irrigação e adubação regulares, o que eleva os custos de manutenção. Ainda, dependendo do porte das espécies, a altura de substrato e o peso sobre a estrutura aumentam significativamente, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Diferentes alturas de substrato e portes de vegetação para coberturas vivas (MYROOFF, 2017).



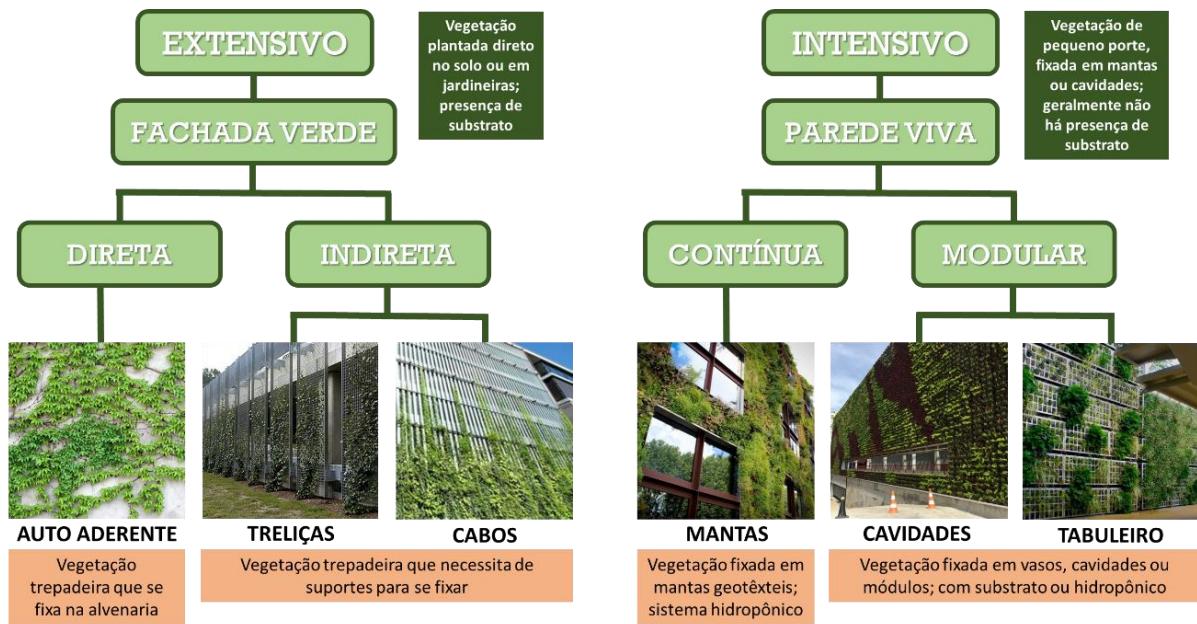
Jardins verticais

As paredes vegetadas ou jardins verticais referem-se ao revestimento de alvenarias ou outras estruturas verticais, com vegetação trepadeira ou de pequeno porte, onde as raízes do vegetal estão em contato direto com o solo ou com substrato acondicionado em outros suportes, como cavidades ou floreiras (DUNNETT; KINGSBURY, 2004).

Assim como as coberturas vivas, os jardins verticais também são classificados em extensivos ou intensivos, dependendo da forma de implementação e do grau de dificuldade de execução e necessidade de manutenção. A figura 5 apresenta a classificação de diferentes sistemas de jardim vertical identificados atualmente, estando cada vez mais presentes e integradas com a arquitetura: fachadas com vegetação auto-adherente; cortinas verdes com uso de espécies trepadeiras que

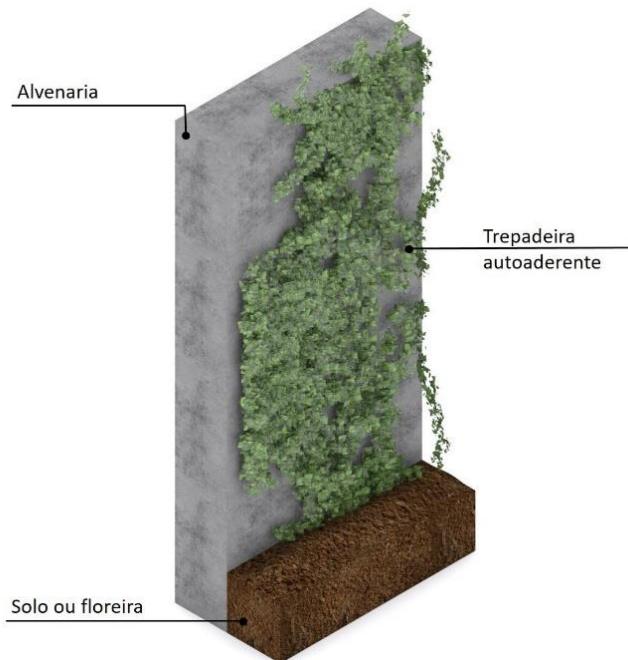
necessitam de suportes para o seu desenvolvimento (treliças ou cabos); paredes vivas que utilizam módulos ou painéis especiais com espécies de pequeno porte.

Figura 5 – Esquema geral de classificação e execução dos jardins verticais



Sobre os sistemas extensivos, as fachadas verdes diretas são a forma mais natural e tradicional de jardim vertical, onde uma vegetação trepadeira auto aderente desenvolve-se cobrindo as alvenarias (Figura 6). Esta geralmente está fixada no solo, necessita de pouca ou nenhuma nutrição e irrigação. A manutenção com poda deve ser periódica para evitar o crescimento descontrolado. Algumas das espécies mais comuns são a *Parthenocissus tricuspidata* (hera japonesa ou falsa-vinha), *Hedera helix* (hera-inglesa) e a *Ficus pumila* (unha-de-gato ou falsa-hera).

Figura 6 – Esquema de implantação da fachada verde direta



Já as fachadas verdes indiretas são sistemas onde uma vegetação trepadeira cresce auxiliada por suportes. Estes são fixados afastados das paredes e podem ainda estar em frente às aberturas ou regiões envidraçadas do edifício, atuando como elemento de controle solar. A vegetação pode ser plantada direto no solo ou em floreiras. Neste último caso, são necessários mais cuidados com nutrição e irrigação das espécies. A manutenção com poda é importante para controlar e direcionar o crescimento.

Os suportes para o crescimento e fixação das trepadeiras podem ser de formatos e materiais variados, distinguindo-se basicamente os sistemas com treliças (Figura 7) e os com cabos (Figura 8). As espécies propícias são inúmeras, dependendo de cada região. Alguns exemplos para o sul do Brasil são a *Lonicera japonica* (madressilva), *Wisteria floribunda* (glicínia), *Thunbergia grandiflora* (tumbérgia-azul).

Figura 7 – Esquema de implantação de fachada verde indireta com treliça

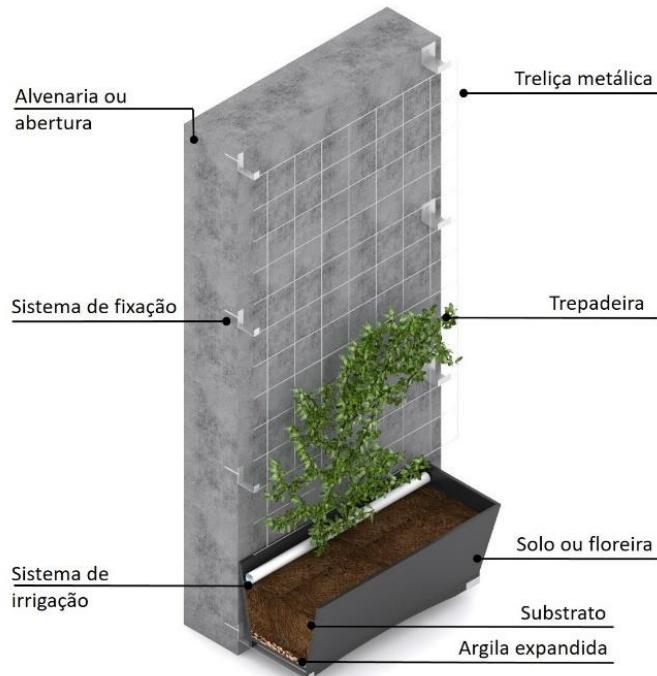
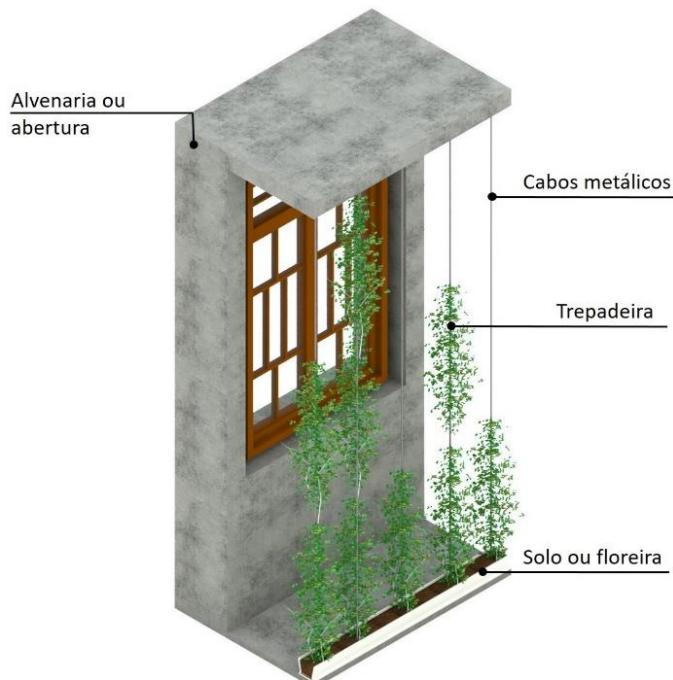


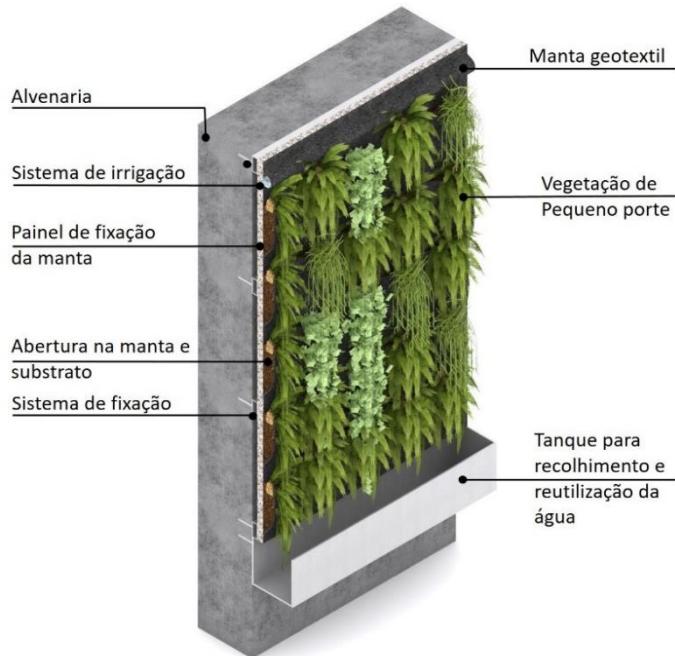
Figura 8 – Esquema de implantação de fachada verde indireta com cabos



Os sistemas intensivos são assim denominados por demandarem maiores cuidados e custos de execução e manutenção, sendo classificados como contínuos ou modulares. São comumente tratados como elementos estéticos nas fachadas ou em ambientes internos, uma vez que a combinação de diferentes espécies com variados tons de folhagem e floração causam um efeito visual impactante. As espécies adequadas dependem de cada clima, mas geralmente são de pequeno porte, como folhagens, bromélias, samambaias, suculentas, etc.

A parede viva contínua é composta geralmente por uma manta geotêxtil, fixada nas alvenarias por meio de estrutura metálica, onde a vegetação é inserida em pequenas cavidades (Figura 9). As mudas são de pequeno porte, com pouco ou nenhum substrato (sistema hidropônico). Por este motivo, é necessário nutrição e irrigação constante para as espécies.

Figura 9 – Esquema de implantação de parede viva contínua



Já nos sistemas modulares existe algum tipo de suporte para acondicionar espécies vegetais de pequeno porte, tais como vasos, floreiras, cavidades ou módulos especiais pré-fabricados. Estes módulos são geralmente fixados nas alvenarias com perfis metálicos e podem ser de materiais e tamanhos variados, por exemplo vasos

plásticos (Figura 10); blocos cerâmicos com cavidades (Figura 11) ou tabuleiros (Figura 12). A quantidade de substrato é limitada pelo tamanho do módulo ou cavidade, por isso é necessário nutrição e irrigação adequadas para as espécies.

Figura 10 – Esquema de implantação de parede viva com vasos plásticos

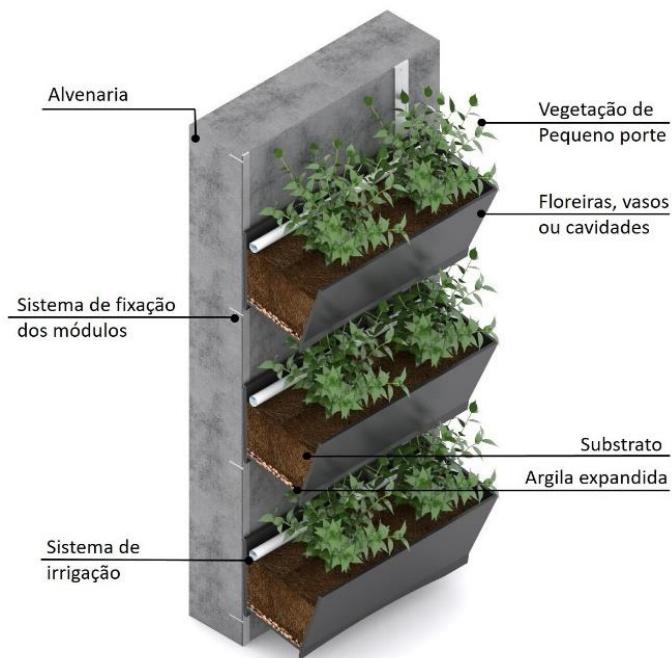


Figura 11 – Esquema de implantação de parede viva com blocos cerâmicos com cavidades

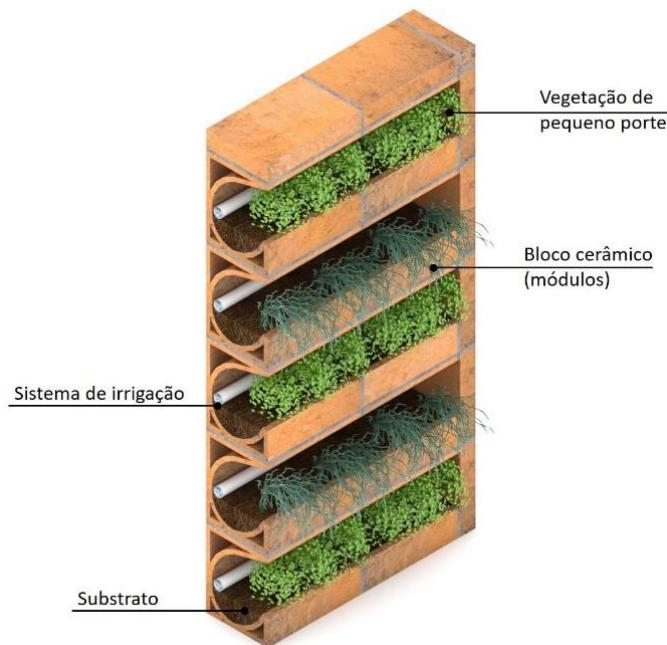
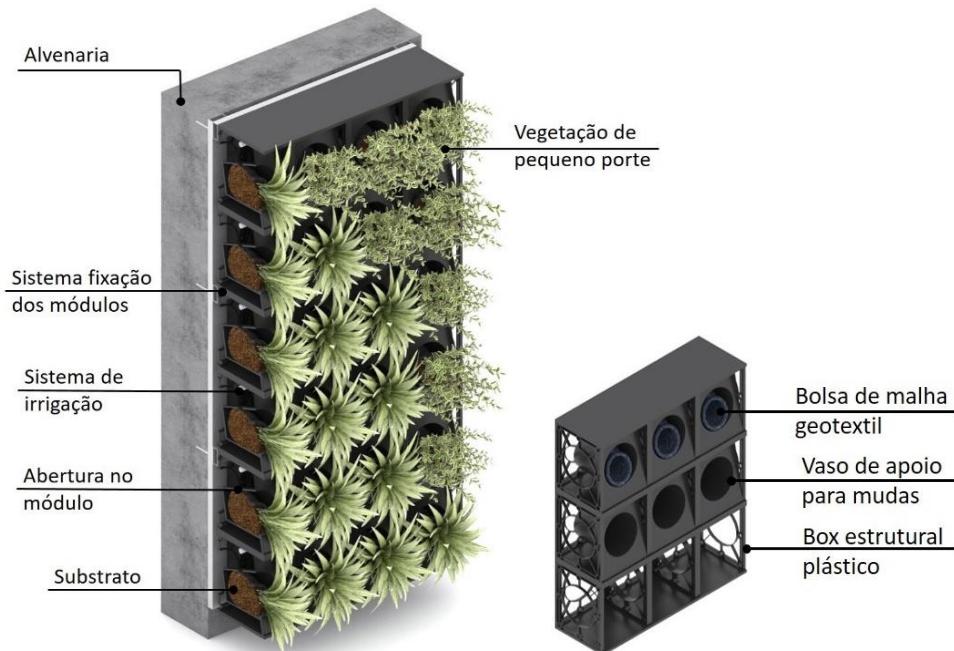


Figura 12 – Esquema de implantação de parede viva com módulos tipo tabuleiro



BENEFÍCIOS AO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Nos centros urbanos, com grande concentração de edificações e superfícies pavimentadas, ocorre o fenômeno denominado “ilha de calor”, no qual a temperatura do ar é mais alta do que na paisagem natural circundante. Isto é agravado, entre outros fatores, pela pequena quantidade de vegetação e pela poluição do ar nas cidades e ocorre porque as superfícies pavimentadas absorvem, retém e refletem mais energia solar do que superfícies vegetadas. Esta elevação de temperatura é geralmente transferida para interior dos edifícios, afetando o conforto térmico e, consequentemente, aumentando a necessidade de energia para o condicionamento artificial.

As contribuições positivas do uso da vegetação integrada ao ambiente construído já são de amplo conhecimento e discutidas por diversos autores. Para Mascaró e Mascaró (2009, p. 53), “a vegetação atua sobre os elementos climáticos em microclimas urbanos, contribuindo para o controle da radiação solar, temperatura e umidade do ar, ação dos ventos e da chuva e para amenizar a poluição do ar”. Além disso, a vegetação absorve gás carbônico para efetuar o processo de fotossíntese, liberando oxigênio e auxiliando na purificação do ar (IZARD; GUYOT, 1983). Isto é um fator de grande importância para diminuir o “efeito estufa” nas cidades. Este, por sua vez, ocorre quando a radiação de onda longa, o calor que é reemitido pelos materiais de construção, fica preso na atmosfera poluída urbana (HOPKINS; GOODWIN, 2011). Johnston e Newton (2004) complementam que a folhagem também contribui na medida em que possui capacidade de capturar partículas em suspensão, como poeira ou gases poluentes.

Porém, um dos efeitos mais evidentes do uso da vegetação está na redução da temperatura do ar através do processo de evapotranspiração, também chamado resfriamento evaporativo: a energia do sol é absorvida pela planta, resultando na perda de calor na atmosfera e na umidificação do ambiente. Além disso, o sombreamento causado pela vegetação diminui as temperaturas superficiais dos pavimentos e fachadas das edificações, uma vez que intercepta grande parte da radiação solar incidente (LYLE, 1994; MASCARÓ; MASCARÓ, 2005).

Um espaço gramado pode absorver maior quantidade de radiação solar e, por sua vez, irradiar uma quantidade menor de calor que qualquer outra superfície construída, uma vez que grande parte da energia absorvida pelas folhas é utilizada para seu processo metabólico, enquanto em outros materiais toda a energia absorvida é transformada em calor (ROMERO, 2000).

Rivero (1986) acrescenta que as folhas têm comportamento seletivo frente à radiação solar recebida, ou seja, absorvem, refletem e transmitem quantidades diferentes dependendo do comprimento de onda. Quase a totalidade do que absorvem, por exemplo, fica na faixa do espectro visível, necessário para as funções vitais da planta. Desta forma, apesar da quantidade de energia absorvida, a temperatura superficial da folha não é elevada, mantendo-se sempre abaixo da temperatura dos corpos inertes vizinhos.

A presença da vegetação, em uma proporção compatível com as áreas construídas, é, portanto, uma importante estratégia para manutenção da qualidade ambiental das cidades, atuando como termorregulador microclimático, uma vez que ameniza os extremos de temperatura e promove a umidificação do ambiente. Na escala da edificação, conforme avalia Givoni (1998) pode representar um modificador da ação dos ventos, favorecendo seu acesso ou resguardando a edificação, dependendo da situação climática de verão ou inverno. Conjuntamente, a exposição ao sol também pode ser alterada, beneficiando a condição de conforto interno e demandando menor consumo de energia para aquecimento no inverno e, principalmente, resfriamento no verão.

O mesmo autor ressalta ainda que, nas áreas urbanas, a utilização da vegetação também tem um efeito positivo no sentido estético e psicológico. O efeito estético, pelas propriedades ornamentais de cada espécie vegetativa, pela cor, textura, forma, altura, flores que modificam os ambientes visualmente, tornando espaços agradáveis dentro das zonas urbanas. No estado psicológico, traz ao usuário a sensação de bem estar, melhora o humor, melhora a relação social em praças, bosques, parques e onde há equipamentos de lazer e esporte.

Sobre o uso de coberturas vivas em edificações, Pouey (1998) analisa que estas são as áreas mais expostas à radiação solar e, portanto, deveriam ser as mais protegidas em termos de isolamento e inércia térmica, evitando o aquecimento nas

regiões ou períodos mais quentes do ano. Neste sentido, Minke (2004), comenta que a vegetação possui capacidade de reduzir a amplitude de oscilação da temperatura entre o dia a noite, através da evapotranspiração e da condensação da água. Este fenômeno será reforçado, ainda, pela relativamente alta capacidade térmica da cobertura verde, resultado da água contida na planta e no substrato. Desta forma, é comum que o isolamento térmico de uma cobertura viva seja maior que a de telhados convencionais, reduzindo a carga térmica que entra na edificação e a necessidade de climatização artificial.

A gestão das águas pluviais é outro benefício importante das coberturas vivas para o ambiente urbano. Tanto a vegetação como o substrato atuam sobre o controle do escoamento pluvial superficial, através dos processos de interceptação, armazenamento de água no solo e evapotranspiração (TASSI et. al., 2014; YANG; YU; GONG, 2008). No nível do edifício, ainda é possível armazenar e reutilizar a água para fins não potáveis.

A possibilidade de acessibilidade, o apelo estético para os ocupantes da edificação e o potencial para a agricultura urbana são igualmente benefícios proporcionados pelo uso de coberturas verdes (PECK et al., 2007).

Da mesma forma, os jardins verticais também causam um efeito visual interessante para a edificação e espaço urbano e trazem benefícios semelhantes aos proporcionados pelas coberturas vivas, inclusive a possibilidade de reter a água pluvial e contribuir para o balanço hídrico das cidades.

Em uma escala urbana, Peck et al. (2007) ressaltam que o efeito dos jardins verticais pode ser superior ao obtido com telhados verdes, principalmente no caso de edifícios com vários pavimentos. Isso porque a área de superfície vertical é geralmente superior e abrange todos os pavimentos e não somente a cobertura.

Já na escala da edificação, os jardins verticais podem contribuir de forma significativa para o conforto térmico e, consequentemente, para a redução no consumo de energia para climatização das edificações. Köhler (2008) comenta que a redução na temperatura interna das edificações está relacionada tanto à área revestida por vegetação, quanto à espessura da camada vegetal.

Os diferentes tipos de jardim vertical atuam na melhoria do desempenho térmico das edificações pela combinação de diversos fatores. As fachadas verdes,

com espécies trepadeiras auto-adherentes às paredes, por exemplo, agem como um revestimento isolante, mantendo uma camada de ar permanente entre a folhagem e a alvenaria. Cria-se, portanto, uma pele envolvendo o edifício, capaz de reduzir a energia necessária, tanto para aquecer, como para resfriar os ambientes internos (DUNNETT; KINGSBURY, 2004).

Por outro lado, as cortinas verdes, com espécies trepadeiras que necessitam de suporte e, por isso, podem ser posicionadas com certo afastamento das paredes ou áreas envidraçadas, representam uma importante estratégia de sombreamento da edificação. O bloqueio da radiação solar direta irá reduzir a carga térmica da edificação no verão e possibilitar menores gastos com climatização. Além disso, a evaporação e transpiração das plantas realizam naturalmente a refrigeração do ar, antes que este penetre no interior da edificação. Ainda, dependendo da forma de instalação, promove a ventilação pelo “efeito chaminé”, ou seja, o ar com temperatura mais amena entra pela parte inferior da cortina verde e o ar quente é expelido pela parte superior (DOERNACH, 1979 apud JOHNSTON; NEWTON, 2004).

Conforme comentam Hopkins e Goodwin (2011), a quantidade de sombreamento a ser fornecido pode ser manipulada, dependendo das espécies selecionadas, do sistema utilizado para fixação e apoio da planta e da altura definida como área a ser coberta pela vegetação. As densidades podem ser pensadas desde uma camada muito leve com menos de 10% de cobertura, até um fechamento quase total, de 80% ou mais.

Ainda, para regiões climáticas nas quais o inverno é uma estação marcada por temperaturas baixas, é preferível se utilizar uma trepadeira caducifólia na fachada com maior incidência de raios solares, e uma espécie perene nas fachadas sem incidência. Assim, se permite um maior ganho térmico por meio da fachada ensolarada e se evita a perda de calor nas demais. Espécies perenes, além de criarem uma camada isolante de ar, também protegem a edificação do vento frio de inverno. Já as espécies caducifólias, permitem a passagem dos raios solares no inverno e barram parcialmente a ação do vento por meio de seus galhos (DUNNETT; KINGSBURY, 2004).

Outro benefício, citado por Johnston e Newton (2004) é que, ao contrário da crença popular, fachadas cobertas com vegetação são menos úmidas, outro fator que

reduz a perda de calor por condutividade. As folhas evitam a penetração de excesso de água até a parede, que permanece seca.

Sobre os sistemas de jardim vertical intensivos, que utilizam módulos ou painéis especiais, alguns autores ressaltam que os benefícios para a regulagem térmica da edificação não são significativos, se comparados aos altos custos de implantação e manutenção. Garrido (2011), comenta que a estrutura conceitual de um jardim vertical do tipo intensivo, ou parede viva, se assemelha a uma fachada ventilada, uma vez que a forma de fixação dos módulos gera uma camada de ar entre a parede. Por este motivo, suas vantagens são restritas ao verão e em locais de clima muito quente. O mesmo autor ressalta que, em casos muito específicos de locais com clima seco, podem-se obter benefícios com a umidificação do ar e, por conseguinte, com a diminuição da temperatura do entorno.

Desta forma, a aparente sustentabilidade no uso desses sistemas é contraditória, na medida em que seu custo-benefício para a edificação é pequeno. O aspecto estético, neste caso, supera as vantagens ambientais. No entanto, é consenso que qualquer forma de jardim vertical representa um modo de aumentar a oxigenação do ar do entorno e, portanto, o bem estar humano.

Os jardins verticais também se justificam como ecotécnicas por fazerem parte da lista de atributos de sustentabilidade das certificações ambientais para edificações, existentes nos âmbitos internacional e nacional. O selo *Leadership in Energy and Environment Design* (LEED), por exemplo, define como potencial tecnológico e estratégico o uso de vegetação em grades ou outras estruturas capazes de suportá-las, para a redução de ilhas de calor nos centros urbanos. O sistema de fachada vegetal garante a pontuação de créditos LEED, destacando-se principalmente nas categorias: paisagismo que reduz ilhas de calor urbano; água e paisagismo eficiente; tecnologias inovadoras de águas residuais; otimização e desempenho energético.

Seguindo esta mesma linha de pensamento, o uso de coberturas vivas e jardins verticais já vem sendo gradativamente considerado nos instrumentos legais das cidades a nível mundial, como medida compensatória para a retirada de camada vegetal ou corte de espécies nos locais de implantação de novos empreendimentos. Entende-se que as cidades brasileiras também devem aderir de forma mais enfática

para o incentivo ao uso destas alternativas, através da implementação de legislações específicas ou programas de estímulo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos aqui levantados evidenciam que os aspectos positivos, os benefícios do uso da vegetação superam os possíveis pontos negativos, embora estes possam ser decisivos no momento do planejamento da edificação. Certamente ainda existe uma grande hesitação na área da arquitetura e construção civil em implementar mais sistemas de coberturas vivas e jardins verticais com vegetação. Isto se deve, entre outros aspectos, aos custos iniciais envolvidos, à necessidade de conhecimento técnico adequado, de manutenção extra, possibilidade de gerar patologias ou atrair fauna indesejada.

Van Bohemen, Fraaij e Ottele (2008) comentam que existe uma crença generalizada de que as plantas causam deterioração nos edifícios, que danificam o revestimento e suas raízes podem comprometer o sistema estrutural. Os mesmos autores sugerem, no entanto, que esses problemas são tratados de forma muito exagerada, salvo em situações de escolha inadequada do tipo de vegetação ou quando já existem patologias que são aceleradas pelo crescimento das plantas. É o caso da existência de rachaduras que acabam servindo de local para a vegetação se fixar ou crescer. Na maioria dos casos, o oposto é verdadeiro, a cobertura vegetal serve como proteção para os componentes da parede, prolongando sua vida útil.

Obviamente diversas recomendações devem ser observadas para o sucesso na implementação de sistemas com vegetação, sendo algumas:

- Avaliar detalhadamente as necessidades técnicas e estruturais para a execução do sistema selecionado;
- A vegetação a ser utilizada deve ser cuidadosamente escolhida, considerando sua estrutura natural, necessidade de sol ou sombra, adaptabilidade climática e também ao ambiente árido da área urbana;

- Para a manutenção das plantas, deve ser previsto que elas necessitam de quantidade de água e nutrientes suficientes e também de podas regulares, seja para manter o efeito estético desejado ou para evitar possíveis danos.

Por fim, em uma análise financeira, deve-se considerar no cálculo do custo/benefício outros aspectos que direta ou indiretamente afetam o ciclo de vida em longo prazo da edificação: menores custos de energia para climatização, aumento do valor estético e ecológico, possibilidade de valorização do imóvel ou de melhor condição de vida para os ocupantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão, Ministério do Meio Ambiente; elaboração de texto: Tereza Moreira. **Vamos cuidar do Brasil com escolas sustentáveis:** educando-nos para pensar e agir em tempos de mudanças socioambientais globais. Brasília: A. Secretaria, 2012.

DUNNETT, N.; KINGSBURY, N. **Planting green roofs and living walls.** Portland: Timber Press, 2004.

FALCÓN, A. **Espacios verdes para uma ciudad sostenible:** planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Barcelona: Gustavo Gili, 2007.

GARRIDO, L. de. **Sustainable architecture green in green.** Barcelona: Monsa, 2011.

GIVONI, B. **Climate considerations in building and urban design.** New York: Vnr, 1998.

HOPKINS, G.; GOODWIN, C. **Living architecture:** green roofs and walls. Collingwood: CSIRO Publishing, 2011. Disponível em: <<http://books.google.com.br>>, acesso em 20 mai. 2012.

IZARD, J.; GUYOT, A. **Arquitectura bioclimática.** México D.F: G. Gili, 1983.

JOHNSTON, J.; NEWTON, J. **Building green:** a guide to using plants on roofs, walls and pavements. London: Greater London Authority, 2004.

KÖHLER, M. Green facades - a view back and some visions. **Urban ecosyst**, n. 11, p. 423-436, 2008.

LYLE, J. T. **Regenerative design for sustainable development.** New York: John Wiley & Sons, 1994.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. **Vegetação urbana.** Porto Alegre: Mais Quatro Editora, 2005.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. **Ambiência urbana.** Porto Alegre: Mais Quatro Editora, 2009.

MINKE, G. **Techos verdes:** Planificación, ejecución, consejos prácticos. Montevideo: Fin de Siglo, 2004.

MYROOFF. **Intensive green roof system.** Disponível em: <<https://myrooff.com/intensive-green-roof/>>, acesso em 10 dez. 2017.

PECK, S. et al. Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada. **Research Highlight**, Technical Series 01-101. Ottawa: Canada Mortgage and Housing Corporation, 2007. Disponível em <<http://www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/pdf/62665.pdf>>, acesso em 7 jan. 2012.

POUEY, M. T. F. **Estudo experimental do desempenho térmico de coberturas planas: vegetação e terraço.** 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – PPGEC. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural.** Porto Alegre: D. C. Luzzatto, 1986.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** São Paulo: Pro Editores, 2000.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 139-154, jan./mar. 2014.

VAN BOHEMEN, H. D.; FRAAIJ, A. L. A.; OTTELE, M. Ecological engineering, green roofs and the greening of vertical walls of buildings in urban areas. **Ecocity World Summit**, San Francisco, 2008.

YANG, J.; YU, Q.; GONG, P. Quantifying Air Pollution Removal by Green Roofs in Chicago. **Atmospheric environment**, v. 42, n. 31, p. 7266-7273, oct. 2008.

YEANG, K. **Proyectar com la naturaleza.** Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

CONTRIBUIÇÕES DA 33^a JAI - 2018

Redes de Antenas para Nanossatélites no Padrão CubeSat

Juner Menezes Vieira*, Filipe Guterres Ferreira†, Marcos V. T. Heckler*

* Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

† Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Introdução

O domínio da tecnologia espacial é um aspecto de crucial importância para o desenvolvimento de uma nação. A exemplo do que tem ocorrido em países desenvolvidos, o setor espacial tem sido estratégico especialmente para as áreas de Defesa, Comunicações e Monitoramento Ambiental. A produção e o lançamento de satélites vêm sendo alvo de desenvolvimento de muitos países que já dominam ou pretendem dominar a tecnologia aeroespacial. Seguindo esta linha, o Brasil tem investido para melhorar sua capacidade e competitividade no setor de produção e integração de satélites. Para fins de Defesa Nacional, tal tecnologia permite o monitoramento e a comunicação a partir de qualquer ponto do território nacional. Estes aspectos são de importância estratégica para um país com dimensões continentais como o Brasil.

No caso de aplicações para monitoramento ambiental, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) mantém uma rede de plataformas de coleta de dados ambientais (PCDs) com unidades espalhadas em todo o território nacional. Algumas dessas PCDs encontram-se em locais remotos e que não são acessíveis por redes cabeadas. Este é o caso, por exemplo, das estações instaladas em diversos pontos da Floresta Amazônica. Para acessar os dados coletados por essas plataformas, o INPE mantém um sistema composto pelos satélites SCD-1, SCD-2 e CBERS-2B, que recebem os dados das PCDs e os retransmitem para o Centro de Missão e Coleta de Dados (CMCD), onde os dados são finalmente armazenados. Este sistema é conhecido como Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA) 0.

Conforme indicado por [2], os três satélites do SBCDA que ainda se encontram em atividade já estão operando além da vida útil estimada, de forma que há a necessidade premente de reposição desses satélites. Com o avanço das tecnologias de integração de circuitos eletrônicos, além do desenvolvimento e aprimoramento de novos materiais, a produção de sistemas para retransmissão dos dados passou a ser possível com volumes e pesos menores do que com a tecnologia disponível na década de 90, época em que os satélites SCD-1 e SCD-2 foram desenvolvidos. Dessa forma, dispõe-se, atualmente, de tecnologia para reposição desses satélites empregando-se estruturas bem menores.

A tecnologia espacial passou a olhar com maior interesse satélites de dimensões menores, capazes de transportar sistemas com volumes e massas reduzidos. Para este fim, uma nova classe de satélites foi proposta no final dos anos 90 e ficou conhecida como *CubeSat*. Tais satélites constituem uma classe com padronização de tamanho e formato, compostos de unidades cúbicas de aproximadamente 10 cm de aresta conhecidas como “1 U”. Essas unidades podem ser combinadas, lado a lado, para formar satélites com tamanhos variados, tais como 1 U, 2 U, 3 U, 8 U, etc. As dimensões aproximadas dessas estruturas estão listadas na Tabela 1. Esta padronização permitiu projetar sistemas de lançamento com dimensões e encaixes preestabelecidos, sem a necessidade de customização para diferentes lançamentos, resultando em custos menores para a execução de missões espaciais simples.

Tabela 1. Tamanhos comumente empregados para nanossatélites do padrão CubeSat.

<i>CubeSat</i>	Dimensões físicas aproximadas (em cm)
1 U	10 x 10 x 10
2 U	10 x 10 x 20
3 U	10 x 10 x 30
8 U	20 x 20 x 20
12 U	20 x 20 x 30

Em função das várias vantagens indicadas anteriormente, uma iniciativa do INPE prevê a reposição dos satélites do SBCDA por uma constelação de

nanossatélites [2]. Tal configuração garantiria a continuidade do SBCDA com investimento relativamente menor do que com a utilização de satélites de grande porte, além de reduzir o tempo de revisita dos satélites às PCDs e ao CMCD, elevando-se, assim, a confiabilidade geral do sistema.

Este capítulo descreve uma iniciativa do Laboratório de Eletromagnetismo, Micro-Ondas e Antenas (LEMA) da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) que visa ao desenvolvimento de antenas para essa possível constelação de nanossatélites para o SBCDA. O capítulo está organizado da seguinte forma: a seção seguinte aborda as especificações gerais utilizadas para o projeto das antenas instaladas sobre os nanossatélites. Na seção subsequente, as especificações gerais do nanossatélite considerado na presente análise são descritas. O desenvolvimento de uma antena para comunicação em UHF é detalhado em seguida. Na sequência, o desenvolvimento de uma antena para comunicação em Banda S é descrito. O capítulo se encerra com a validação experimental de ambas as antenas após instalação em uma maquete de nanossatélite 8 U fabricada para experimentos em laboratório na UNIPAMPA.

Especificações gerais do Nanossatélite

O nanossatélite estudado segue o padrão *CubeSat* com tamanho 8 U. Para fins de elevar a capacidade de captação de energia elétrica, necessária para o funcionamento de todos os subsistemas embarcados, foram adicionadas 4 abas laterais articuláveis, que deverão permanecer fechadas no momento do lançamento e deverão ser acionadas quando o satélite for colocado em órbita. A Fig. 1 mostra esquematicamente a geometria do nanossatélite que será considerada neste estudo.

Os sistemas de telecomunicações do SBCDA operam nas frequências indicadas na Tabela 2. Embora haja necessidade de instalação de antenas para os sistemas de telemetria e telecomando para a correta operação do nanossatélite, as seções seguintes tratam do desenvolvimento das antenas para os enlaces de subida (em UHF) e de descida (em Banda S). Para ambos os canais, as antenas devem operar com polarização circular à direita (do inglês, *right-handed circular polarization* – RHCP).

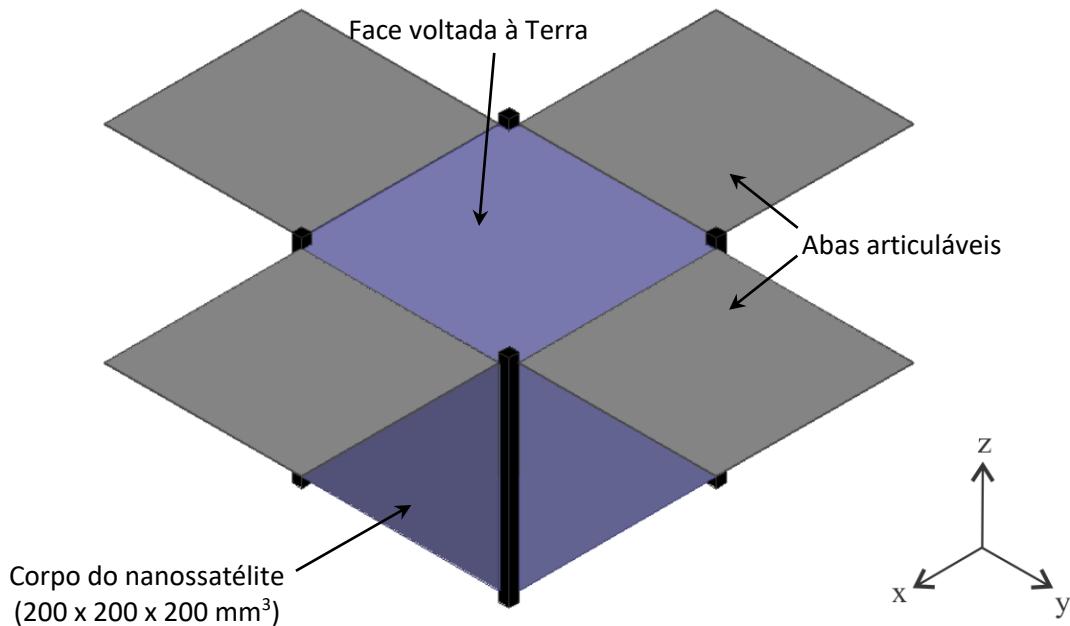


Fig. 1. Nanossatélite com dimensões 8 U com quatro abas articuláveis para instalação de painéis solares.

Tabela 2. Principais especificações dos sistemas de telecomunicações do SBCDA.

Serviço	Frequência (MHz)	Função (Tx/Rx)	Potência (dBm)
Telemetria	145	Tx	+22
Telecomando	435	Rx	—
Enlace de subida de dados	401	Rx	—
Enlace de descida de dados	2260	Tx	+27

Projeto da antena para o enlace de dados de subida em UHF

Devido ao grande comprimento de onda em relação às dimensões típicas de um nanossatélite, o principal desafio foi a obtenção de uma antena com dimensões elétricas reduzidas e com polarização circular. Tradicionalmente, monopolos são empregados para integração em satélites e para operação em UHF, porém sua principal desvantagem é a forte irradiação traseira. Como alternativa, optou-se por estudar a viabilidade do emprego de antenas de microfita para este fim. O enlace de

dados de subida para o SBCDA opera em 401 MHz, que resulta em um comprimento de onda no espaço livre de cerca de 75 cm. As abas articuláveis mostradas na Fig. 1 possuem arestas de 20 cm. Assim, verifica-se que o comprimento de onda é quase quatro vezes maior que a dimensão de uma aresta.

De acordo com a teoria das antenas de microfita, sabe-se que suas dimensões podem ser reduzidas quando a constante dielétrica do laminado for elevada. Portanto, escolhendo-se um laminado com constante dielétrica de 10,2, um elemento simples com geometria quadrada e com cantos truncados foi projetado, resultando no diagrama de irradiação apresentado na Fig. 2, traçado para 401 MHz (símbolos azuis para polarização principal e vermelhos para a polarização cruzada) [3]-[4]. Verifica-se a obtenção de baixo ganho (1,7 dBi) e forte irradiação traseira, com relação frente-costas (RFC) de apenas 3,8 dB.

A principal razão para a elevada irradiação traseira vista no diagrama de irradiação é o tamanho do plano de terra, que é relativamente pequeno em relação ao comprimento de onda de operação ($20 \times 20 \text{ cm}^2$). Desta forma, uma redução da irradiação traseira somente é possível com o aumento do plano de terra. Devido às dimensões do satélite, um simples aumento do substrato sobre o qual o irradiador foi impresso não é permitido. Para contornar esta situação, um plano de terra efetivo pode ser construído com fitas metálicas flexíveis de baixo custo e baixo peso, conforme mostrado esquematicamente na Fig. 3. Para viabilizar sua utilização no nanossatélite em questão, as fitas metálicas flexíveis devem permanecer dobradas durante o lançamento do nanossatélite, devendo ser abertas após a ativação dos sistemas eletrônicos e com a estrutura já em órbita. Com esta geometria, o diagrama de irradiação simulado para a frequência de 401 MHz é apresentado na Fig. 2 (curvas sólidas). O ganho obtido foi de 4,8 dBi e a RFC pôde ser elevada para cerca de 10,0 dB.

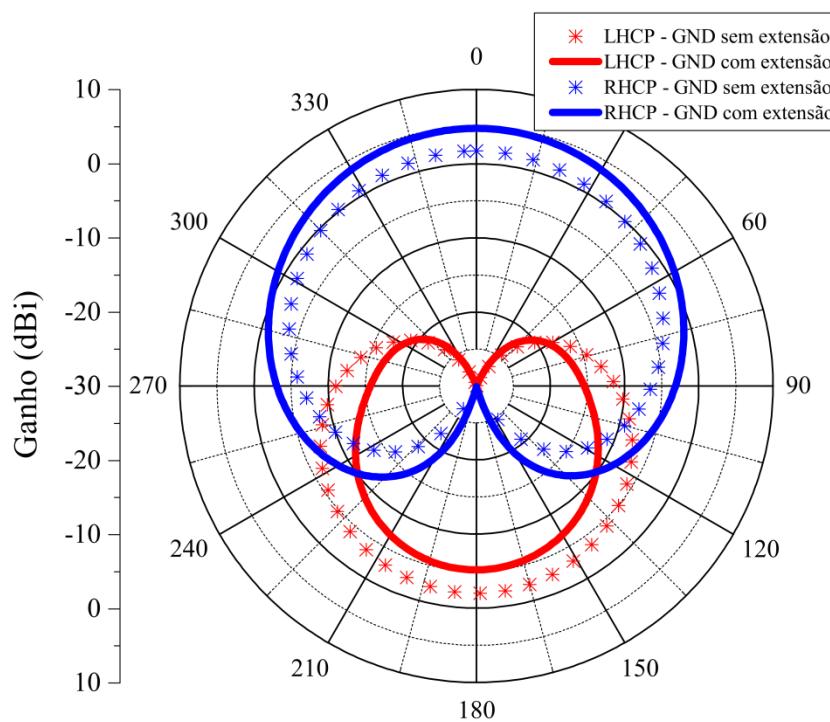


Fig. 2. Diagrama de irradiação para uma antena quadrada com cantos truncados simples.

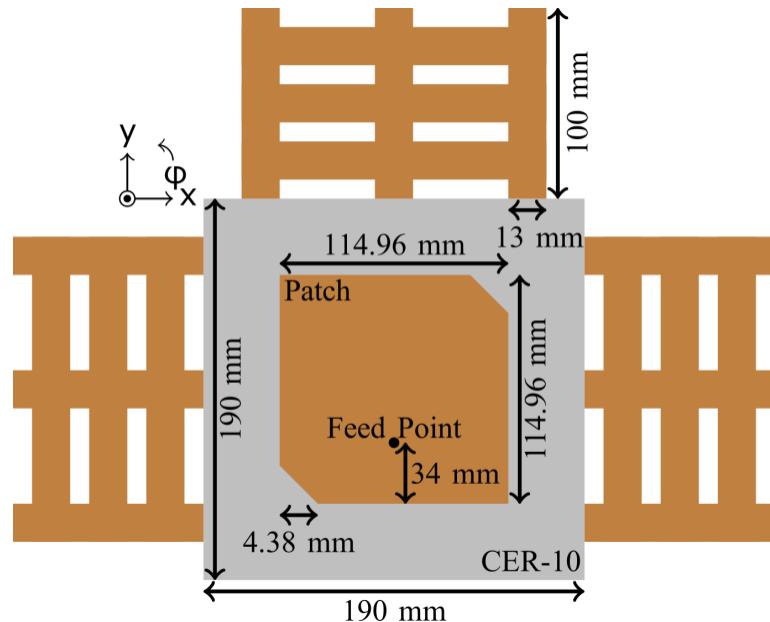


Fig. 3. Diagrama esquemático mostrando uma antena quadrada com cantos truncados com uma grade lateral composta de fitas metálicas flexíveis.

Em função da orientação do nanossatélite relativamente à Terra, apenas um dos lados das abas articuláveis é utilizado para a instalação dos painéis solares, ficando o outro lado livre para ser aproveitado. Desta forma, a integração da antena projetada às abas articuladas torna-se possível, resultando no modelo ilustrado na Fig. 4. Em função da rotação dos elementos, o sistema alimentador deve fornecer às quatro antenas sinais de mesma potência, porém com defasagem progressiva de 90° para geração da polarização RHCP.

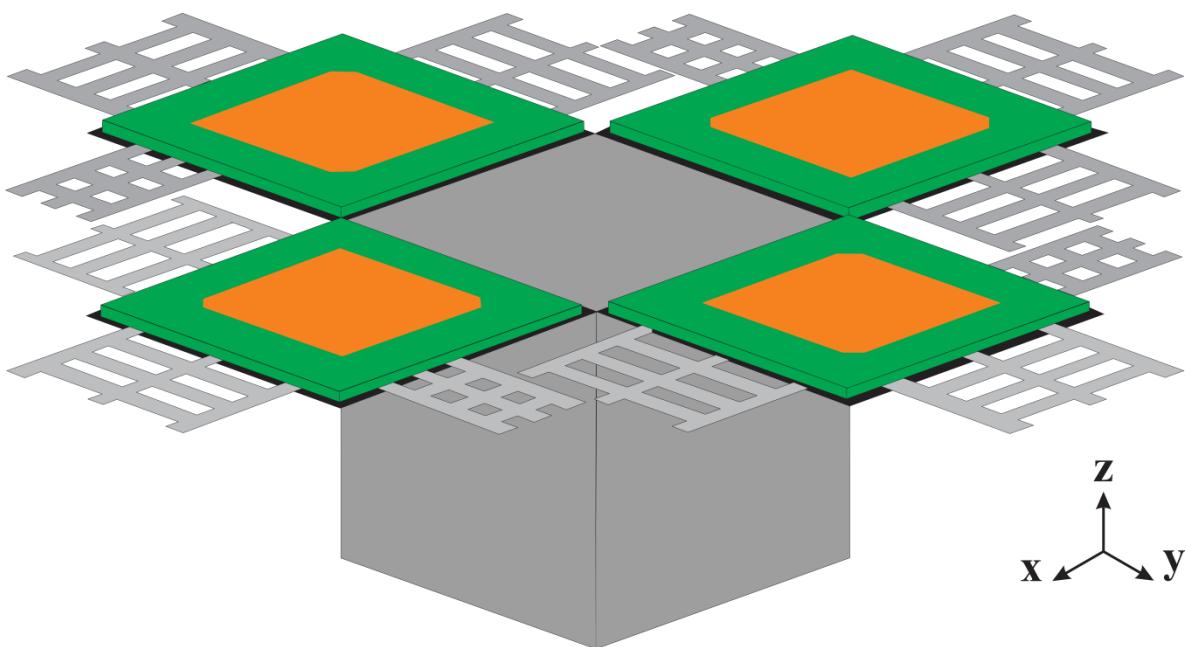


Fig. 4. Rede de quatro antenas operando em UHF instalada nas abas articuladas de um nanossatélite 8 U.

Projeto da antena para o enlace de dados de descida em banda S

A antena para o enlace de descida, que deverá operar em Banda S de acordo com a Tabela 2, apresenta os seguintes requisitos de projeto [5]:

- Faixa de operação: $2,26 \text{ GHz} \pm 25 \text{ MHz}$
- Ganho $> 6 \text{ dB}$
- Polarização: RHCP, com isolação maior que 15 dB em relação à componente cruzada
- Coeficiente de reflexão $< -10 \text{ dB}$

Tais especificações podem ser satisfeitas com antenas de microfita. Tradicionalmente, a polarização circular pode ser facilmente obtida com somente um ponto de excitação e um irradiador com geometria canônica com alguma perturbação. Os casos mais clássicos são as estruturas quadradas com cantos truncados e o *patch* quase quadrado com alimentação na diagonal (ou próximo desta), porém essas topologias costumam apresentar faixa estreita de razão axial e grande sensibilidade com o valor da constante dielétrica dos materiais empregados para sua construção. Uma vez que a permissividade da maioria dos materiais é afetada pela temperatura, que, no ambiente espacial, varia fortemente, o uso dessas estruturas torna-se inviável.

Como alternativa, a antena descrita em [6] pode ser tomada como referência. Esta estrutura é composta de um *patch* quadrado com duas excitações por acoplamento eletromagnético por fendas, conforme mostrado esquematicamente na Fig. 5 [7]. A técnica empregada para casar a impedância da antena em $50\ \Omega$ foi a de toco duplo em aberto. Na Fig. 5, primeiro toco visto a partir da porta em direção à fenda no plano de terra insere uma susceptância em paralelo com a impedância de entrada da antena. O outro toco atua como uma reatância em série.

O projeto da antena deve iniciar-se pela otimização das dimensões do irradiador quadrado, para que o máximo valor de ganho absoluto (i.e. sem considerar-se os efeitos de descasamento de impedância) seja obtido. As dimensões das fendas eletromagnéticas devem ser consideradas no projeto da antena, uma vez que seu tamanho deve ser obtido como um compromisso entre largura de banda e perdas por excitação de ondas no substrato, que reduzem a eficiência de irradiação da antena. Na sequência, define-se a dimensão d . O casamento de impedâncias pode ser realizado variando-se somente os comprimentos dos tocos. Após um processo de otimização realizado em simulador eletromagnético, resultaram as seguintes dimensões: largura do *patch* = 34,64 mm, largura das fendas = 1,80 mm, comprimento das fendas = 9,00 mm, d = 10,66 mm, l_1 = 11,20 mm e l_2 = 6,60 mm. Para obtenção de *striplines* com impedância característica de $50\ \Omega$, as linhas de alimentação devem ter largura de 0,66 mm.

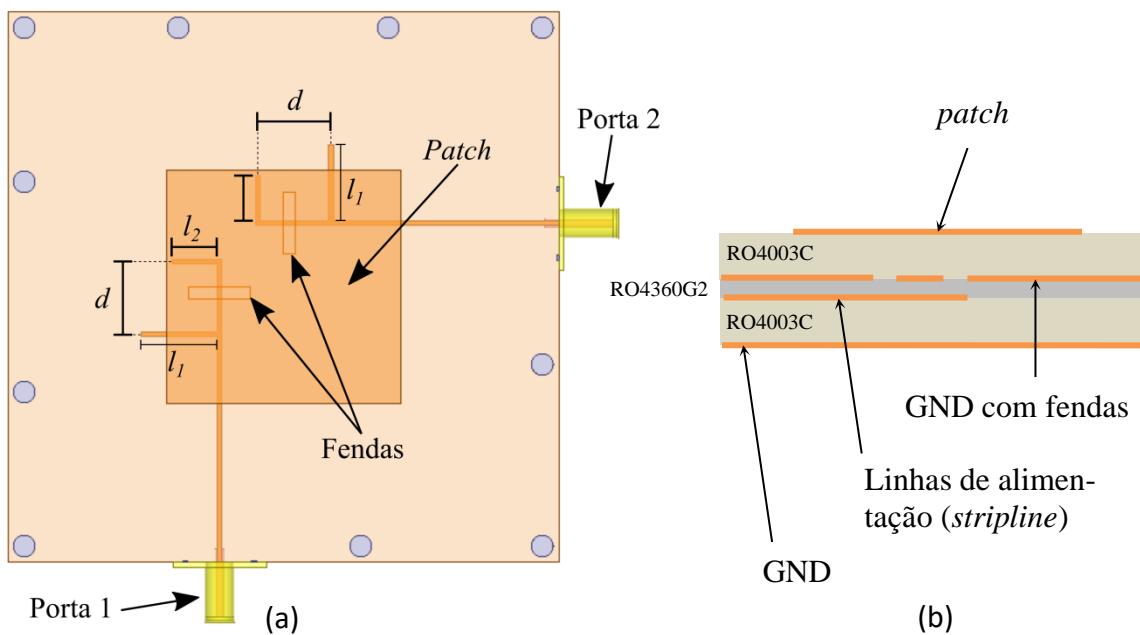


Fig. 5. (a) Vista superior esquemática da antena; (b) Vista transversal mostrando a estrutura multicamada.

Para obtenção de polarização circular, um acoplador híbrido de 90° foi integrado ao sistema alimentador, resultando na topologia mostrada na Fig. 6. Esta antena foi utilizada para compor uma rede planar com configuração 2×2 , que é mostrada esquematicamente na Fig. 7. Para aproveitar melhor a área disponível e maximizar a diretividade da rede, os elementos foram espaçados (centro-a-centro) de $0,67 \lambda_0$. Para que as quatro antenas pudessem operar de maneira simultânea, o projeto de um sistema divisor tornou-se necessário.

Um estudo quanto à orientação relativa das antenas foi realizado antes da definição final da topologia do sistema alimentador. Foram consideradas duas geometrias: no primeiro caso, a rede apresenta todos os elementos com mesma orientação, enquanto que a segunda configuração considera rotação sequencial dos elementos da rede. A primeira dessas topologias está representada na Fig. 8, na qual os quatro elementos da rede são excitados por sinais de mesma potência e defasagem relativa nula, de forma a produzir um lóbulo principal apontando na direção normal ao plano em que se encontram distribuídos os elementos da rede. O diagrama de irradiação resultante, calculado com o simulador eletromagnético ANSYS HFSS,

está apresentado na Fig. 9, onde se verifica elevado nível de polarização cruzada (mostrada pelas curvas em azul). Na direção de máxima irradiação, a isolação entre as componentes principal e cruzada encontra-se em torno de 15 dB. Este valor equivale ao limite tolerável, de acordo com os requisitos estabelecidos para essa antena.

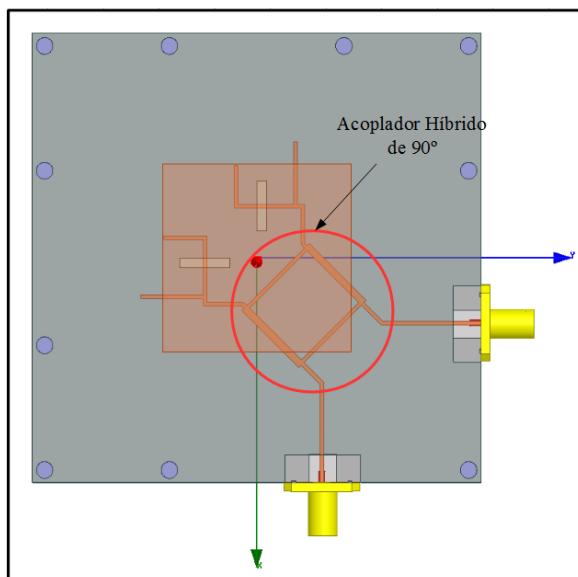


Fig. 6. Vista superior esquemática da antena com acoplador híbrido do 90° integrado ao sistema alimentador.

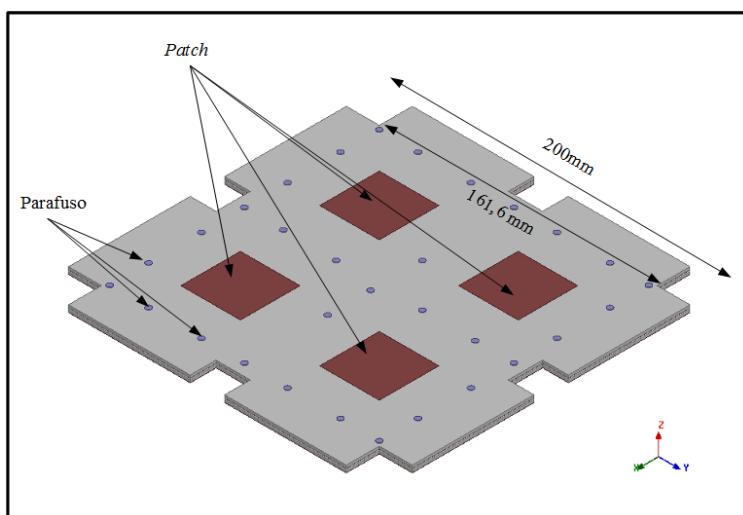


Fig. 7. Vista isométrica esquemática da rede planar 2x2.

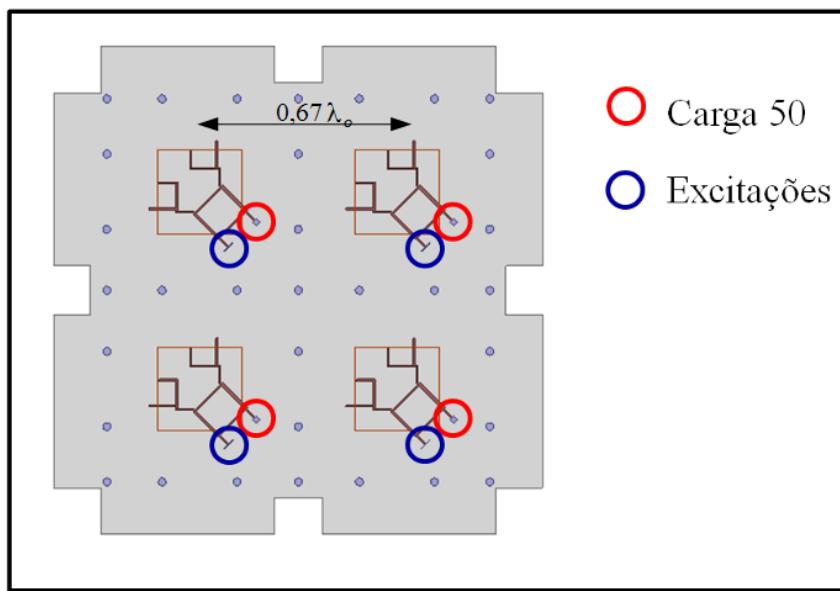


Fig. 8. Rede 2x2 com elementos com mesma orientação.

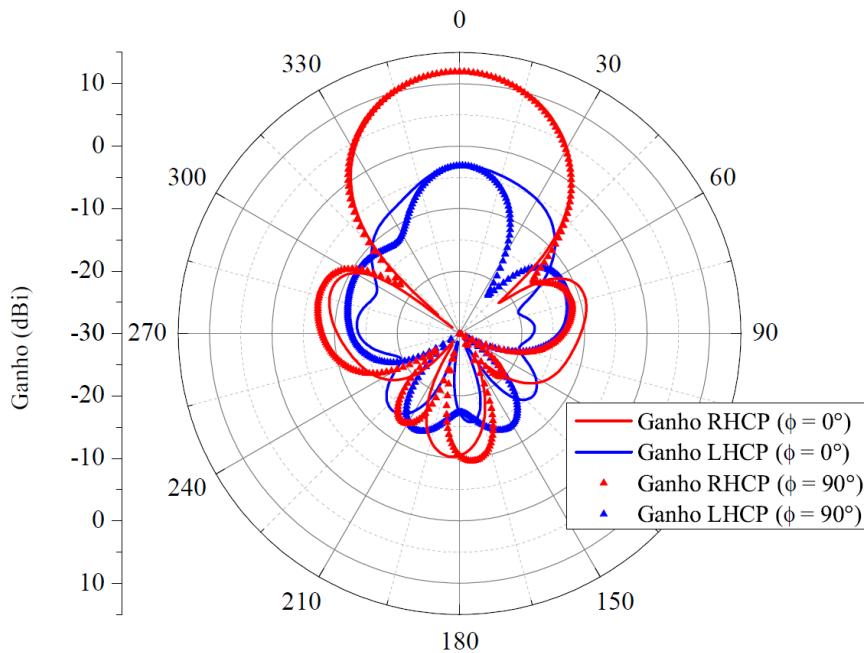


Fig. 9. Diagrama de irradiação calculado para a rede apresentada na Fig. 8.

A segunda configuração está esquematicamente representada na Fig. 10. Para que haja soma vetorial dos campos irradiados na direção normal ao plano em que se encontram distribuídos os elementos da rede, os sinais enviados aos elementos

devem possuir mesma magnitude, porém defasagem progressiva de 90° entre os elementos, seguindo a ordem crescente da numeração indicada (de 1 a 4). Devido à rotação sequencial empregada e à defasagem relativa introduzida entre os sinais de excitação das antenas, ocorre anulação da polarização cruzada na direção de interesse ($\theta = 0^\circ$). Desta forma, esta topologia de rede 2x2 apresenta desempenho muito melhor em termos de polarização, além de ganho semelhante à primeira estrutura analisada. Por essas razões, esta configuração é a mais adequada para a aplicação em questão.

O sistema divisor desenvolvido transmite às antenas sinais de mesma amplitude e defasagem progressiva de 90° . Tendo em vista que a faixa de operação da estrutura é estreita em termos percentuais da frequência central de operação, o projeto pode ser realizado com divisores “T”, sendo as defasagens progressivas introduzidas por seções de linha com comprimentos elétricos de 90° e 180° . O sistema divisor já integrado à rede de antenas é mostrado na Fig. 12. O conector de entrada foi adicionado à estrutura e está colocado de tal forma que o acesso à rede encontra-se na parte traseira da antena.

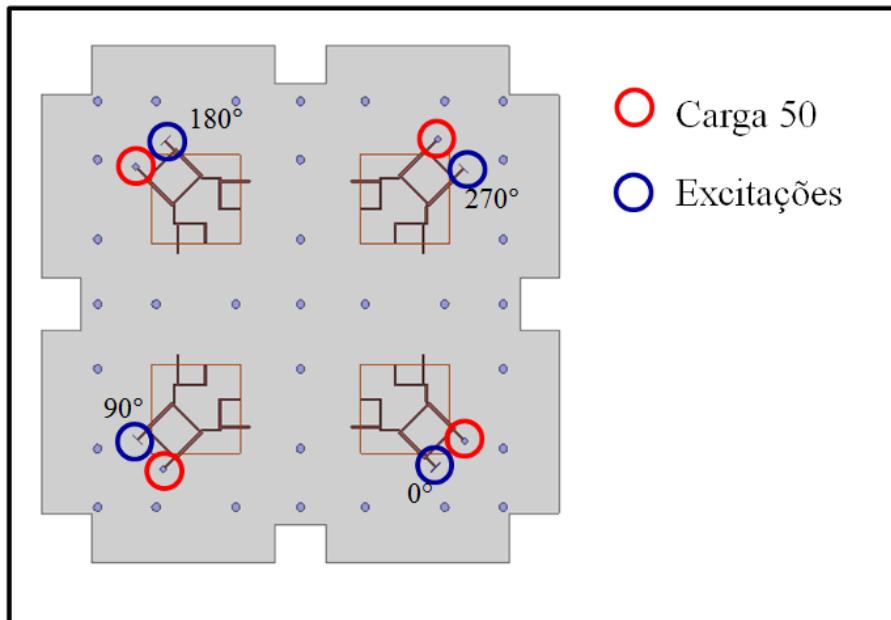


Fig. 10. Rede 2x2 com elementos rotacionados sequencialmente.

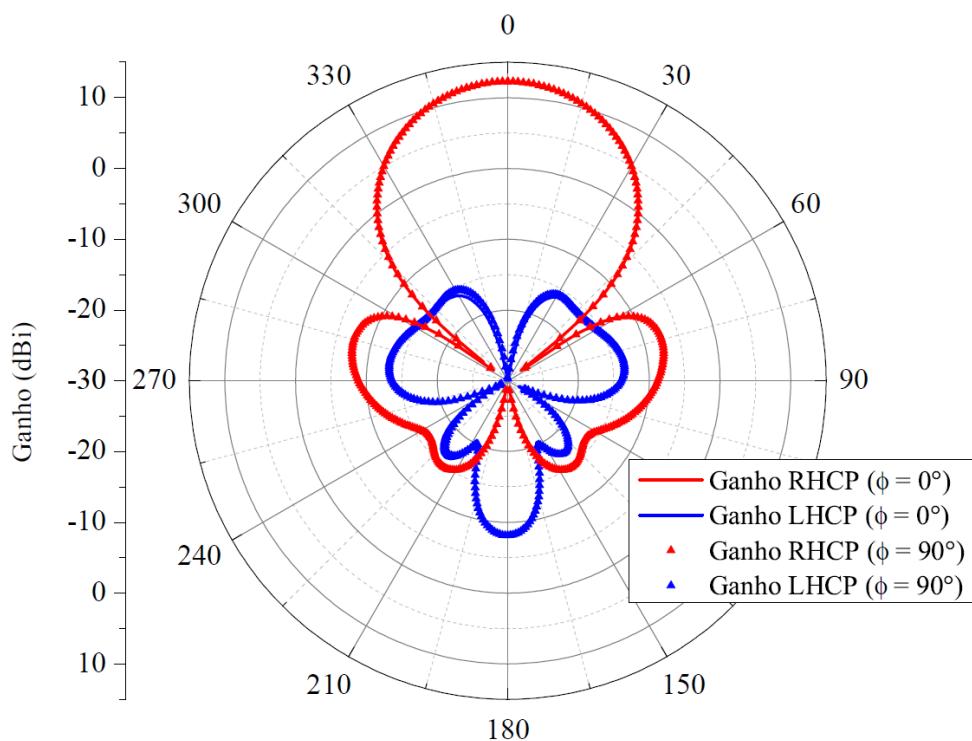


Fig. 11. Diagrama de irradiação calculado para a rede apresentada na Fig. 10.

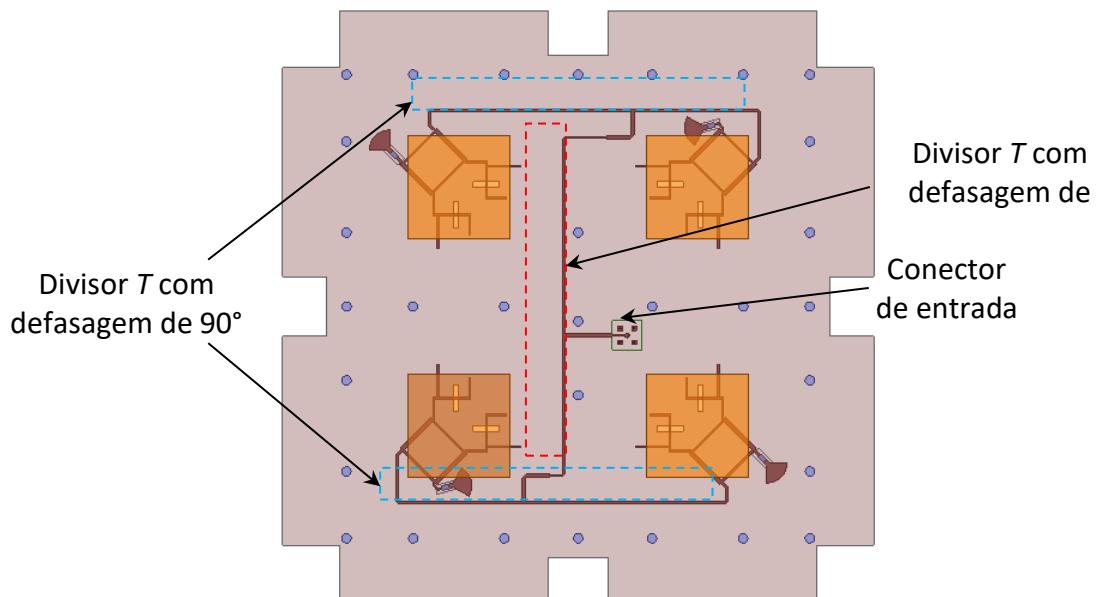


Fig. 12. Vista esquemática superior da rede 2x2 com o sistema divisor integrado em stripline.

Integração das Antenas Projetadas a uma Maquete de Nanossatélite 8 U

Para fins de validação da estrutura projetada, uma maquete foi fabricada no Laboratório de Eletromagnetismo, Micro-Ondas e Antenas (LEMA) da UNIPAMPA. Após a construção das quatro antenas e integração à maquete, o protótipo completo é mostrado na Fig. 13. A validação experimental em termos de diagrama de irradiação pode ser visualizada na Fig. 14, para o caso da antena em UHF, e na Fig. 15, para a antena em Banda S. Apesar da complexidade de ambas as estruturas, verifica-se que há boa concordância entre os diagramas simulados e medidos, especialmente para a polarização principal RHCP (curvas vermelhas) em ambos os casos.

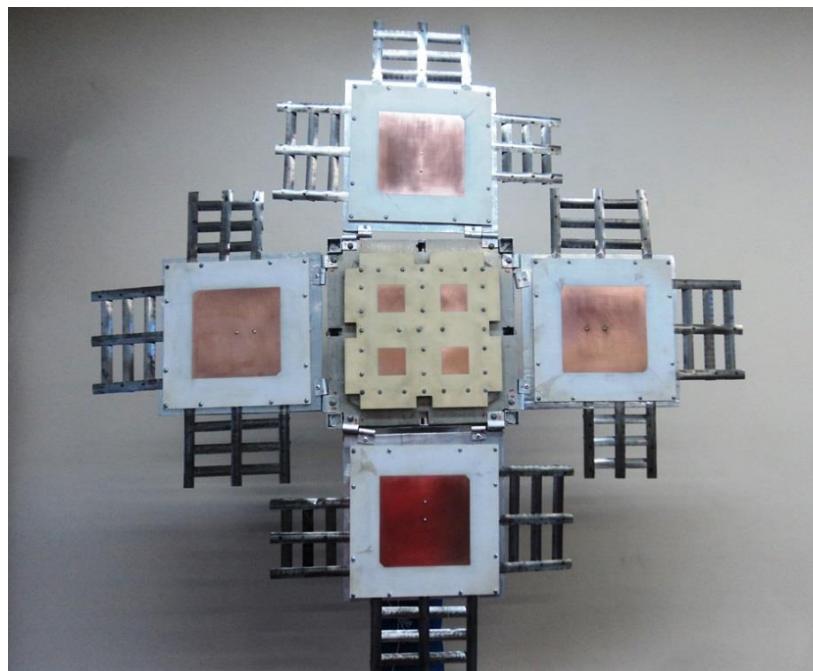


Fig. 13. Protótipo do nanossatélite 8 U com a rede de quatro antenas operando em UHF integrada às abas articuladas.

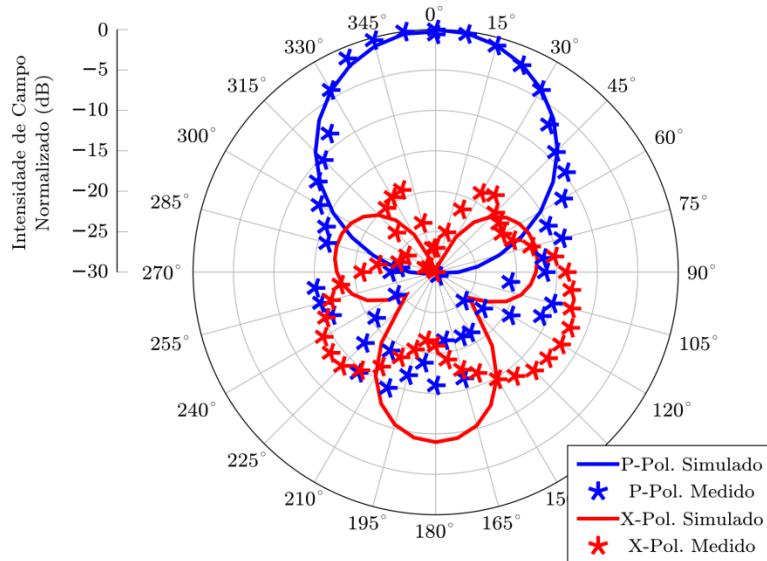


Fig. 14. Comparação entre os diagramas de irradiação medidos e simulados para a rede de antenas operando em UHF integrada à maquete do nanossatélite.

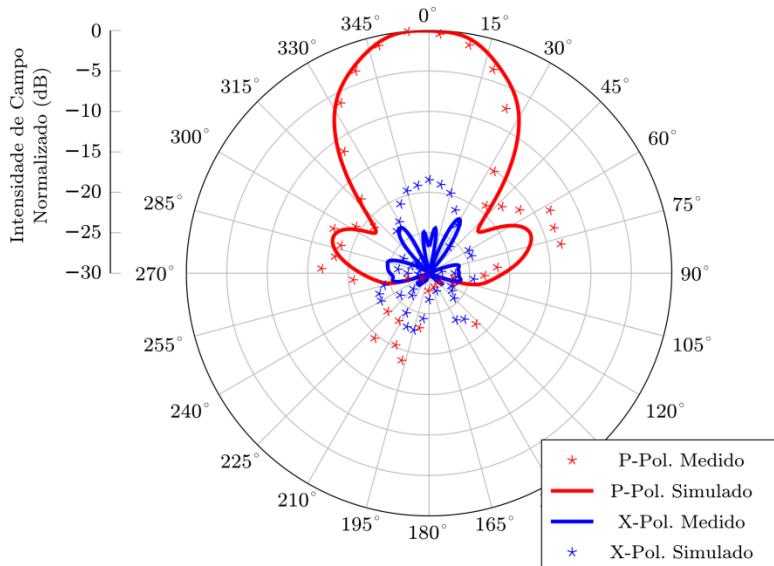


Fig. 15. Diagrama de irradiação medido e simulado para a rede 2x2 em Banda S integrada à maquete do nanossatélite.

Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através do processo 305958/2015-1.

Referências Bibliográficas

- [1] W. Yamaguti, V. Orlando, e S. P. Pereira, "Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais: Status e Planos Futuros". *XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal, Brasil, 2009, pp. 1633–1640.
- [2] M. J. M. Carvalho, J. S. S. Lima, L. S. Jotha, e P. S. Aquin, "CONASAT - Constelação de Nano Satélites para Coleta de Dados Ambientais". *XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Foz do Iguaçu, Brasil, 2013, pp. 9108–9115.
- [3] J. M. Vieira, Análise eletromagnética do desempenho de antenas instaladas em nanossatélites. *Trabalho de Conclusão de Curso*, Universidade Federal do Pampa, 2016.
- [4] J. M. VIEIRA, M. P. MAGALHÃES, M. V. T. Heckler, J. C. M. MOTA, A. S. B. SOMBRA, "Development of an UHF 2 x 2 Microstrip Antenna Array for Nano-Satellites," *Journal of Communication and Information Systems*, vol. 31, pp. 137-145, 2016.
- [5] J. S. dos S. Lima, L. dos S. Jotha, R. B. Biondi, Documento de descrição da missão (DDM). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Natal, 2011.
- [6] M. V. T. Heckler, W. Elmarissi, L. A. Greda, M. Cuntz, A. Dreher, "Narrow-band microstrip antenna array for a robust receiver for navigation applications," *3rd European Conference on Antennas and Propagation*, Berlim, Alemanha, 2009, pp. 1206-1210.
- [7] F. G. Ferreira, Projeto de construção de uma rede de antenas em Banda S, *Trabalho de Conclusão de Curso*, Universidade Federal do Pampa, 2016.

Dinamometria aplicada: ensino, pesquisa e extensão

Prof. Dr. Marcelo Silveira de Farias¹

Prof. Dr. José Fernando Schlosser²

1 Introdução

Sabe-se que, atualmente, a população mundial é de 7,6 bilhões de pessoas, podendo alcançar, segundo relatório da Organização das Nações Unidas (ONU, 2017), 8,6 bilhões em 2030 e 9,8 bilhões em 2050. Para alimentar a população crescente, a produção de alimentos terá de aumentar cada vez mais, tornando-se necessário o aumento da produtividade, por meio do uso de novas tecnologias. Neste contexto, a mecanização é um dos fatores essenciais que permite que uma economia em expansão possa assegurar e manter um nível suficiente de produção agrícola (FARIAS et al., 2016).

O motor de ciclo Diesel é utilizado em mais de um milhão de tratores e colhedoras no Brasil, sendo fonte de potência para a agricultura. Este motor, de combustão interna, é formado por um conjunto de componentes com a função de transformar a energia química contida no combustível (óleo Diesel mineral) em energia mecânica, isto é, em trabalho útil (GIACOSA, 1980).

Juntamente com o aumento de produção dessas máquinas agrícolas surgiram dúvidas relacionadas à precisão dos dados técnicos fornecidos pelos fabricantes acerca de seus produtos, principalmente no que diz respeito à motorização. Neste sentido, se configura uma reconhecida insegurança nesta relação de consumo, pois com a interrupção e a temporária inexistência de ensaios oficiais de motores no Brasil,

¹ Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto de Depto de Ciências Agronômicas e Ambientais (DCAA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus de Frederico Westphalen, Frederico Westphalen, RS, Brasil, silveira_farias@hotmail.com

² Eng. Agrônomo, Prof. Titular do Depto de Engenharia Rural (DER), Centro de Ciências Rurais (CCR), UFSM, Santa Maria, RS, Brasil, josefernandoschlosser@gmail.com

o comprador não recebe do vendedor a certeza das características do produto adquirido (MÁRQUEZ, 1990).

2. Dinamometria

Dinamometria significa, simplesmente, medição realizada com dinamômetro. Dinamômetro é um instrumento que mede forças diretamente da deformação por elas causada em um sistema elástico. Para a medicina do esporte, dinamometria é sinônimo de avaliação da função muscular, que é a medida da força aplicada ao movimento humano por meio de um dinamômetro.

Para a engenharia, dinamometria significa avaliação do desempenho do motor. Para isso, utiliza-se o dinamômetro ou freio dinamométrico de absorção, também conhecido como Freio de Prony, em homenagem ao seu inventor, De Prony. Consiste em um dispositivo que tem por função gerar cargas resistentes ao funcionamento do motor.

Em resumo, o dinamômetro serve para medir o torque de um eixo. Neste caso, por meio de uma célula de carga, o torque produzido pelo motor em suas condições de funcionamento. Os dinamômetros podem ser de diferentes naturezas: mecânicos, que gastam a energia por atrito; hidráulicos, por meio de turbinas; e elétricos, que gastam a energia por corrente elétrica parasita.

Assim, a escolha do tipo de dinamômetro depende da finalidade a que se destina tal equipamento. Se a capacidade de absorção de torque e, consequentemente, de potência for o fator preponderante, o dinamômetro de correntes parasitas ou correntes de Foucault (elétrico) ou de Froude e/ou Vane (hidráulicos) devem ser definidos como preferenciais (MACHADO, 2008).

Para facilitar o entendimento do princípio de funcionamento dos dinamômetros de absorção, será explicado o funcionamento do dinamômetro por corrente elétrica parasita. É constituído de um rotor acionado pelo motor, que gira imerso em um campo magnético, sendo que a intensidade do campo é controlada através de uma bobina alimentada por corrente contínua, podendo-se assim, variar a carga aplicada (Figura 1).

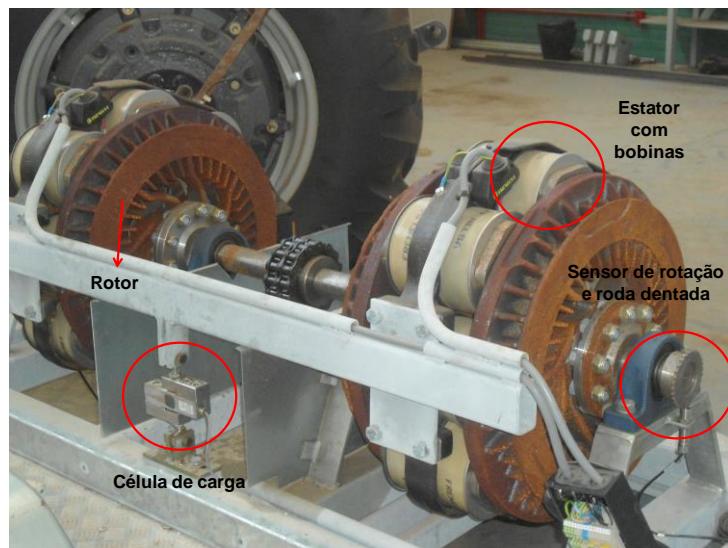


Figura 1 – Principais componentes de um dinamômetro de correntes de Foucault. Rotor: acionado pelo motor em prova. Célula de carga: Mede o torque produzido motor em suas condições de funcionamento. Estator com bobinas: controla a intensidade do campo magnético, responsável por variar as cargas aplicadas ao motor. Sensor de rotação e roda dentada (tacômetro) que mede a rotação do motor.

Fonte: O autor.

O mecanismo absorve a potência de saída de um motor qualquer que esteja acoplado ao dinamômetro, de maneira que uma tensão elétrica é responsável pela absorção da energia mecânica. Um fluxo de ar (exaustor) ou de água (radiador) exerce a função de extração e dissipação do calor gerado no decorrer do processo.

3. Avaliação de motores de ciclo Diesel

3.1 Desempenho

As características e o desempenho de um motor de ciclo Diesel podem ser obtidos por meio de ensaios dinamométricos, obtendo-se desta forma valores de desempenho, geralmente expressos na forma de gráficos e tabelas. Normalmente estes gráficos possuem três curvas fundamentais, que revelam as características e o desempenho do motor submetido ao ensaio, que são: curva de torque, potência efetiva e de consumo específico de combustível, traduzido do termo em inglês *Specific Fuel Consumption - SFC* (Figura 2).

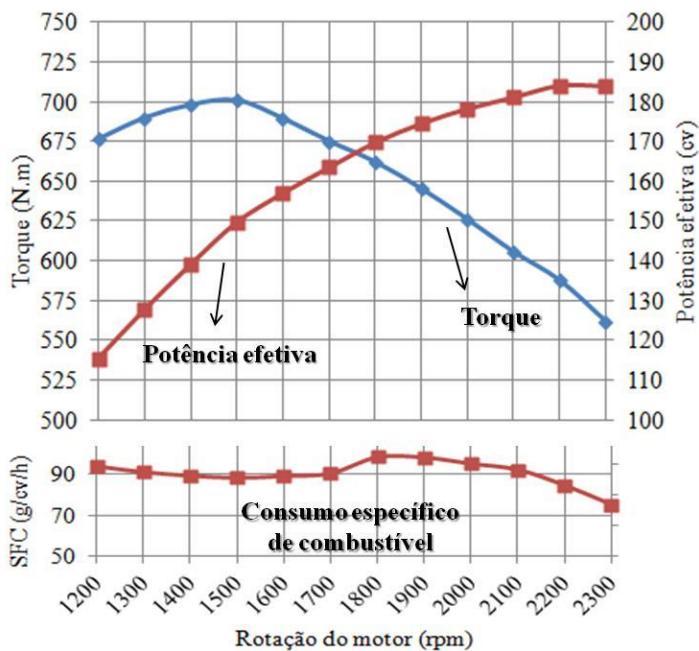


Figura 2 – Curvas características de desempenho do motor (torque, potência efetiva e consumo específico de combustível).

Fonte: O autor.

O torque, definido como a resistência ao movimento de um eixo, em motores de ciclo Diesel é mensurado diretamente por meio do freio dinamométrico, mais precisamente por meio de uma célula de carga, que mede força, instalada na extremidade de um braço, de comprimento conhecido. O torque é o resultado do produto da força exercida pela distância, desde ao eixo até a força aplicada.

O Sistema Internacional de Unidades (SI) recomenda utilizar para medir a força uma unidade conhecida como Newton (N), medindo-se dessa forma o torque em Newton-metro (N.m), porém também se pode expressar a força em quilograma (kg) e a distância em metros (m).

Já a potência efetiva do motor ou potência ao freio é a potência desenvolvida no volante do motor, que está efetivamente disponível no motor para atender as exigências de sua aplicação. Tal potência é obtida indiretamente, ou seja, segundo Mialhe (1996), pode ser calculada a partir dos valores de torque e de sua correspondente rotação do motor (Equação matemática 1).

$$Nm = T \times n \times \left(\frac{2\pi}{60 \times 1000} \right) \quad (1)$$

Em que:

Nm - potência efetiva, kW;

T - torque, N.m;

n - rotação do motor, rpm.

O consumo de combustível é determinado através de um fluxômetro. Geralmente, são utilizados dois sensores: um mede a quantidade de combustível que entra na bomba injetora e o outro mede o retorno depois de passar pelos bicos injetores. A diferença indica o consumo de combustível, que pode expresso de forma horária ($L h^{-1}$) ou específica ($g kWh^{-1}$), equação matemática 2, sendo esta última a mais indicada para estabelecer comparações entre diferentes motores, pois leva em consideração a potência desenvolvida pelo motor, que pode estar em cv ou kW (ABNT NBR 5484, 1985).

$$C\delta = \frac{Ch}{Nm} \quad (2)$$

Em que,

$C\delta$ - consumo específico de combustível, $g kWh^{-1}$;

Ch - consumo horário de combustível, $g h^{-1}$, e.

Nm - potência efetiva no motor, kW.

Além desses parâmetros, indiretamente, por meio de equações matemáticas, definem-se outros atributos de avaliação do desempenho de um motor: a reserva de torque, a faixa de utilização e o índice de elasticidade.

- A reserva de torque, calculada com base na equação matemática 3, define a versatilidade do motor, isto é, sua capacidade de resposta em aumentar o torque à medida que diminui sua rotação. Esta diminuição de rotação é

momentânea e deve-se a uma sobrecarga imposta ao trator. Quanto maior for à reserva de torque, melhor será a capacidade de adequação do motor ao seu uso nas mais diversas operações agrícolas.

$$\Delta M = \left(\frac{Mm - Mn}{Mn} \right) \times 100 \quad (3)$$

Em que,

ΔM - reserva de torque, %;

Mm - torque máximo, Nm, e.

Mn - torque de potência máxima, Nm.

De acordo com MÁRQUEZ (2012), em muitos motores com sistema de injeção eletrônica de combustível consegue-se superar os 35% de reserva de torque e, em geral, um trator multiuso necessita que a reserva de torque seja superior a 20%.

- A faixa de utilização do motor (equação 4) é uma região delimitada pelas rotações de torque máximo e de potência máxima (MIALHE, 1996); isto é, um intervalo de rotações onde o motor pode ser utilizado em trabalho agrícola. Se esses valores ocorrerem a 1.400 e 2.200 rpm, por exemplo, a faixa de utilização desse motor é de 800 rpm.

$$F = n_{Nm} - n_{Mm} \quad (4)$$

Em que,

F - faixa de utilização do motor, rpm;

n_{Nm} - rotação de potência máxima, rpm, e.

n_{Mm} - rotação de torque máximo, rpm.

- O índice de elasticidade representa a capacidade de autorregulação do motor, dentro da faixa de utilização, e pode ser calculado pela equação 5. MIALHE (1996) afirma que nesta faixa o motor apresenta funcionamento estável, se auto-regulando.

$$e = \left(\frac{Mm}{Mn} \right) \times \left(\frac{nNm}{nMm} \right) \quad (5)$$

Em que,

e - índice de elasticidade do motor, adimensional.

Durante determinada operação agrícola, o motor pode sofrer sobrecargas momentâneas, fazendo com que a rotação de trabalho seja diminuída. Neste mesmo instante, se o motor for “elástico” ou “tiver elasticidade” irá responder rapidamente e, se a reserva de torque for adequada, o valor de torque aumentará consideravelmente, sem necessidade de intervenção do operador (troca de marcha).

Podemos fazer uma comparação com o automóvel. Imaginemos dois veículos de passeio: um com 1000 cm³ de volume deslocado (carro 1.0) e outro com 2000 cm³ (carro 2.0). Durante uma ultrapassagem, em uma rodovia pavimentada, com a 5^a marcha engrenada, ao pisar no pedal do acelerador, o veículo 2.0 responde mais rapidamente em relação ao primeiro, fazendo com que a ultrapassagem seja mais rápida e segura. Segundo bibliografia especializada, os motores considerados elásticos possuem índice de 1,5 a 4,5 (motores ciclo Otto). A elasticidade de motores ciclo Diesel é em torno de 1,8.

Recentemente, em função do aparecimento de motores turbo alimentados, com efeitos de ressonância nos coletores de admissão de ar e com injeção eletrônica de combustível, é possível obter curvas características de desempenho distintas das que proporcionavam motores antigos ou “clássicos”, com aspiração natural e presença de regulador mecânico de combustível. Este novo “desenho” permitiu se falar em motores com “potência constante”, “reserva de potência”, potência “extra”, ou “soma” de potência. Na figura 3, percebem-se as diferenças entre as curvas de torque e potência de um motor conhecido como “clássico” de um com “potência extra”.

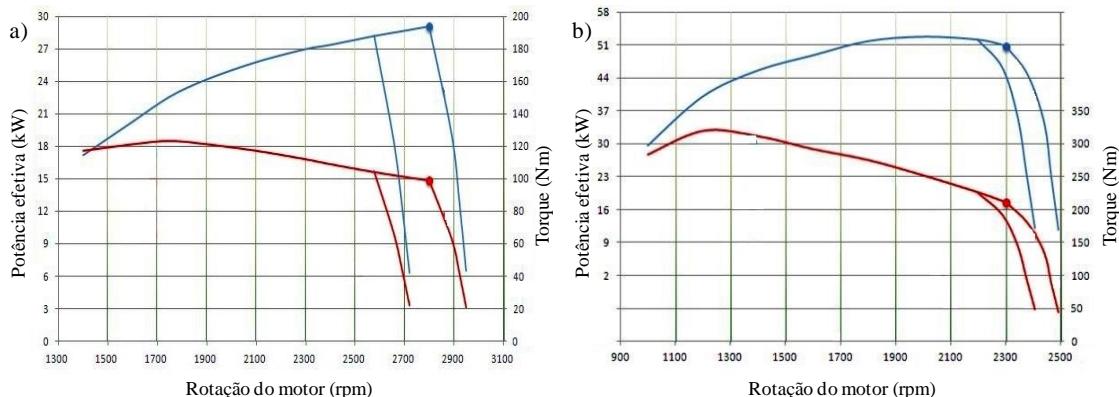


Figura 3 – Curvas características de desempenho de dois motores agrícolas: a) Curvas de um motor “clássico” (rotação nominal: 2800 rpm; potência nominal: 29,1 kW; potência efetiva máxima: 29,1 kW); e b) curvas de um motor com “potência extra” (rotação nominal: 2300 rpm; potência nominal: 44,5 kW; potência efetiva máxima: 47,1 kW a 2100 rpm).

Fonte: Márquez (2012).

A principal diferença refere-se à rotação do motor na qual se obtém a potência máxima. Para motores antigos (clássicos) essa potência é obtida na rotação nominal do motor, isto é, rotação de potência máxima. Já os motores modernos, com “potência extra”, a potência máxima é atingida a uma rotação menor que a nominal. Estes motores são muito utilizados em colhedoras modernas automotrices de grãos, fibras e cereais.

3.2 Emissões de poluentes

As emissões de poluentes de motores também são obtidas por meio de ensaios dinamométricos, que estão baseados em normas internacionais, os quais indicam os modos ou pontos de avaliação no motor, para determinar um valor representativo da emissão dos principais gases poluentes e material particulado do motor.

A norma ABNT NBR ISO 8178-4 (2012) norteia a avaliação de emissões de poluentes de motores de máquinas fora de estrada que, devido às suas diversidades de aplicações, é mais complicada em relação à avaliação em motores automotivos.

As emissões são medidas em oito modos de operação do motor (M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 e M8) que fazem referência a oitos pontos de avaliação, os quais são

localizados com o auxílio do dinamômetro, a partir de rotações e cargas aplicadas conhecidas. São quatro modos na rotação nominal, aplicando as cargas M1 (100%), M2 (75%), M3 (50%) e M4 (10%) do torque nominal; três na rotação de torque máximo, aplicando as cargas M5 (100%), M6 (75%) e M7 (50%) do torque máximo; e um (M8) em marcha lenta e sem carga (Figura 4). Ao final, cada resultado obtido em um modo tem um fator de ponderação, sendo convertidos a um único valor.

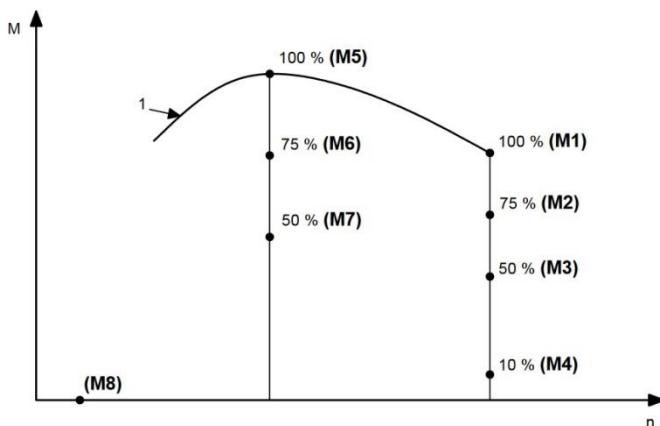


Figura 4 – Pontos de avaliação das emissões de poluentes de motores de máquinas fora de estrada. 1. curva de torque do motor; quatro cargas aplicadas na rotação nominal: M1 (100%), M2 (75%), M3 (50%) e M4 (10% do torque nominal); três cargas aplicadas na rotação de torque máximo: M5 (100%), M6 (75%) e M7 (50% do torque máximo); e um modo: sem carga (M8)

Fonte: ABNT NBR ISO 8178-4 (2012).

Para coletar e analisar os gases de escape, através de sonda instalada no cano de descarga, é necessário utilizar equipamentos específicos (Figura 5). No caso do material particulado estes são coletados e analisados por meio de um opacímetro, enquanto que os gases poluentes, por meio de um analisador de gases.

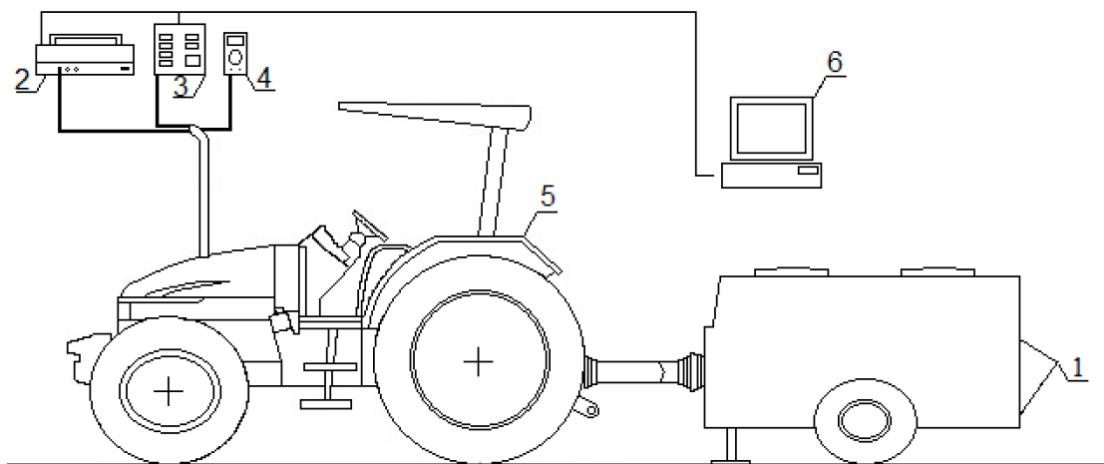


Figura 5 – Representação esquemática de um ensaio de emissões de poluentes de um motor de ciclo Diesel: 1. Dinamômetro; 2. Opacímetro; 3. Analisador de gases; 4. Termopar (temperatura dos gases); 5. Motor avaliado; 6. Programa computacional para aquisição e análise dos dados.

Fonte: Estrada (2015).

O opacímetro é o equipamento utilizado para estimar a quantidade de material particulado presente na fumaça dos gases produzidos pela combustão, através da absorção de luz. Já o analisador de gases determina por meio de uma amostra coletada no escapamento do motor, as quantidades emitidas de: CO (monóxido de carbono), HC (hidrocarboneto), NO (óxido de nitrogênio), NO₂ (dióxido de nitrogênio), O₂ (oxigênio) e CO₂ (dióxido de carbono), geradas durante o processo de combustão.

4. Ensaios oficiais de motores de ciclo Diesel

Os ensaios oficiais caracterizam-se por seguir um padrão estabelecido, visando avaliar o desempenho de uma máquina sob determinadas condições, obtendo como resultados valores quantitativos. Os procedimentos são balizados por normas oficiais, tais como, por exemplo, o Código 2 da OECD (OECD, 2014); Normas ISO, DIN e ABNT; e são realizados por entidade credenciada. Essa padronização permite a comparação de desempenho entre vários modelos de tratores e/ou motores, em qualquer região do mundo, sob parâmetros rigorosamente idênticos.

Os ensaios oficiais têm como características:

- A existência de norma oficial;
- O credenciamento oficial do órgão executor;
- A disponibilidade de instalações e equipamentos adequados e
- Equipe técnica treinada e capacitada.

Os ensaios podem ser conduzidos em três tipos de ambientes: em laboratório; em campo; e em dispositivos de simulação. Em condições de laboratório, os ensaios de motores são realizados em bancada específica instrumentada, conhecida como freio dinamométrico ou simplesmente dinamômetro, considerado o equipamento mais importante dentro de um banco de provas de motores (Figura 6).



Figura 6 – Dinamômetro de correntes parasitas ou correntes de Foucault (elétrico) marca MWD, modelo NL 480 e trator agrícola, devidamente posicionado e acoplado ao dinamômetro, por meio de uma árvore com junta cardânica.

Fonte: O autor.

O processo de frenagem exercido pelo dinamômetro gera cargas resistentes ao trabalho do motor, fazendo com que o mesmo tenha sua rotação paulatinamente reduzida. Tal equipamento permite manter o motor nas condições necessárias para a correta medição de torque, gerado durante o processo de queda da rotação.

Os valores de desempenho do motor podem ser medidos diretamente por meio do volante ou de forma indireta pela tomada de potência (TDP). Em tratores agrícolas, usualmente pode-se utilizar a TDP (Figura 7); que tem como vantagens a rapidez, a economicidade e não precisa desmontar o motor da máquina em prova (MÁRQUEZ, 2012).

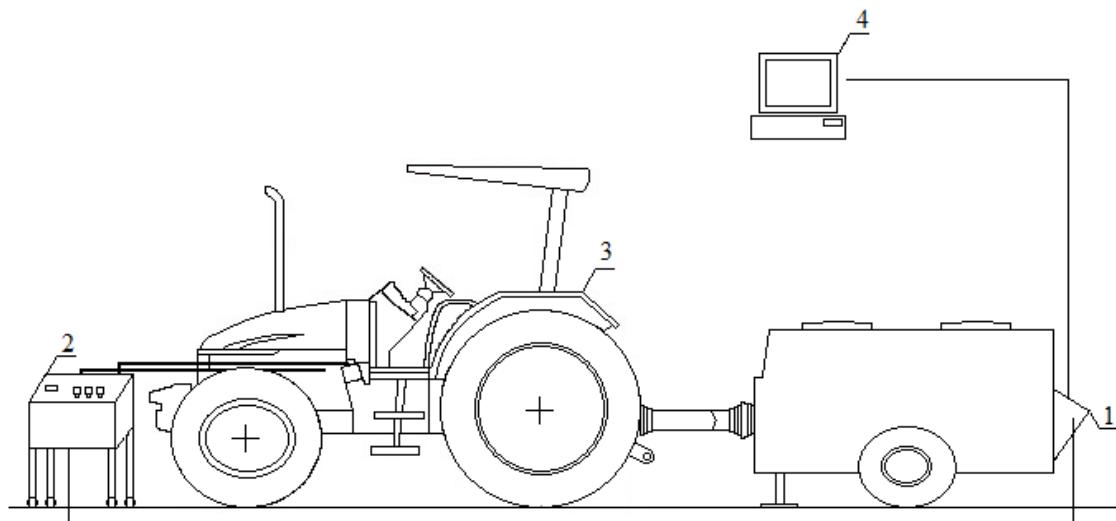


Figura 7 – Representação esquemática da avaliação do desempenho de um motor de ciclo Diesel por meio da TDP do trator (1. freio dinamométrico, 2. fluxômetro, 3. motor submetido ao ensaio, 4. aquisição dos dados).

Fonte: Estrada (2015).

Quando o ensaio é realizado por meio da TDP do trator, faz-se necessário corrigir os valores de torque e potência, considerando as perdas na transmissão entre o motor e a TDP. Estas perdas são oriundas do funcionamento em vazio do sistema hidráulico, do aquecimento do óleo hidráulico, no caso de transmissões hidrostáticas (Powershift), e do atrito e calor gerados pelos pares de engrenagens das caixas de câmbio. Para um trator agrícola, as perdas podem variar entre 4 e 12%, em função da complexidade da transmissão e de sua relação com a TDP (MÁRQUEZ, 2012). Já a norma ASAE EP496.2 (2003) considera perdas em torno de 10 a 13%.

Como dito anteriormente, os procedimentos de ensaios são balizados por normas oficiais, sendo que cada uma delas possui particularidades e, por consequência, diferenças nos valores obtidos, para menor ou para maior. Por isso, é de suma importância conhecer a norma padrão para realizar os ensaios de motores. As principais diferenças entre as normas estão relacionadas ao procedimento de ensaio.

Segundo a norma alemã DIN (*Deutsches Institut für Normung*), os motores são ensaiados da forma como serão aplicados na máquina agrícola, isto é, nas mesmas condições em que o agricultor o vai receber, com todos os componentes necessários para o seu funcionamento (alternador, filtro de ar, bomba d'água, polias diversas, sistema de exaustão e abafamento). A potência obtida pode ser considerada como líquida, representando a potência verdadeiramente fornecida pelo motor (100%).

Já a potência obtida a partir da norma norte-americana SAE (*Society for Automotive Engineers*) J1995, alcança valores 11% maiores em relação à norma DIN. A diferença está em que na norma SAE J1995, o motor é ensaiado sem seus componentes/periféricos de série, que consomem potência, resultando em um incremento no valor da potência. Esta potência é definida como bruta.

Além de cada norma utilizar determinado procedimento de ensaio, dois fatores, que interferem nos valores obtidos, também devem ser levados em consideração: o fator atmosférico (fa) e o fator motor (fm).

O fator atmosférico está relacionado diretamente com a temperatura ambiente e com a pressão atmosférica, e de forma menos intensa com a umidade relativa do ar. Normalmente, cada estação de ensaio faz a correção automática dos parâmetros de desempenho do motor, com base nos dados coletados na central atmosférica, no momento do ensaio. Já o fator motor varia em função das configurações do motor (dois, três, quatro ou seis cilindros, aspiração natural ou turbo alimentado, e presença ou não de equipamentos e acessórios que possam consumir parte da potência gerada).

Ao dispor de uma equação matemática de correção, é possível calcular a potência disponível em determinada situação geográfica, como é o caso de regiões agrícolas, localizadas acima do nível médio dos mares. De acordo com MÁRQUEZ (2012), pode-se considerar perdas de potência para um motor “aspirado” (sem turbo) de 1,0 a 1,5% para cada 100 metros de aumento de altitude. Tal situação se deve ao fato de que as variações de pressão atmosférica e temperatura do ar alteram a quantidade de oxigênio presente no ar e que chega aos cilindros, o que afeta o desempenho do motor.

Contudo, inexiste uma única equação, de aceitação universal, utilizada para um amplo intervalo de condições atmosféricas, que permita corrigir de maneira exata a potência do motor quando este trabalha em condições diferentes das normais.

5. Experiências do NEMA/CCR/UFSM

Sabe-se que, no Brasil, há mais de 20 anos, não há ensaio oficial de motores agrícolas. Entretanto, instituições de ensino, pesquisa e fabricantes de máquinas agrícolas realizam alguns testes dinamométricos para obter informações sobre o desempenho e emissões de poluentes do motor.

Neste sentido, o Grupo de Pesquisa do Laboratório de Agrotecnologia (Agrotec), vinculado ao Núcleo de Ensaios de Máquinas Agrícolas (NEMA), órgão suplementar do Centro de Ciências Rurais (CCR), da Universidade Federal de Santa Maria, trabalha na consolidação de uma proposta ampla de trabalho, visando imprimir uma rotina de ensaios que melhor caracterizem os tratores utilizados na região.

Para isso, conta com infraestrutura, equipamentos e equipe capacitada, formada por professores especialistas, alunos colaboradores e de Iniciação Científica e da Pós-graduação. A seguir, destacam-se os principais trabalhos desenvolvidos pelo grupo:

- *Projeto de Inspeção Técnica de Tratores Agrícolas*

Desenvolvido desde o ano de 2012, este projeto tem por objetivo obter a realidade encontrada, em campo, no momento da execução de uma operação agrícola. Por meio da utilização de um dinamômetro móvel, faz-se a determinação das curvas de desempenho de motores de tratores agrícolas usados (Figura 8), em propriedades rurais, onde os agricultores são convidados a participar de forma voluntária do projeto.



Figura 8 – Determinação das curvas de desempenho de motores agrícolas, em uma propriedade rural, localizada no interior do município de Santa Maria, RS.
Fonte: O autor.

Este projeto encontra-se em andamento, porém alguns resultados parciais já foram obtidos. Surgiram dúvidas no que se referem à diferença nos parâmetros de torque e potência, em alguns modelos de tratores, seja na comparação com os dados fornecidos pelo fabricante ou em relação a outros tratores de mesma marca e modelo. É de conhecimento que tais diferenças no desempenho de um trator agrícola podem ser oriundas de inúmeros fatores como, por exemplo, o amaciamento incorreto do motor.

Depois de realizada a avaliação, faz-se a análise e interpretação dos dados gerados, que servem para tomadas de decisões acerca da necessidade de realização de possíveis procedimentos de manutenção. Também pode gerar a readequação dos processos de amaciamento destes e de outros motores que equiparão os modelos de tratores comercializados nos períodos subsequentes.

Assim, esse trabalho age de forma a instruir o correto uso dos tratores agrícolas para que não se criem problemas de maior ordem após determinado tempo de uso dessas máquinas.

- *Uso de combustíveis alternativos em motores agrícolas*

Diversos projetos de pesquisa vêm sendo realizados com o intuito de avaliar os efeitos da utilização de combustíveis alternativos no desempenho e emissões de poluentes de motores agrícolas (Figura 9). Estes combustíveis, na grande maioria biodiesel vegetal e etanol hidratado, são utilizados puros ou em misturas com o óleo Diesel mineral.



Figura 9 – Avaliação do desempenho e da emissão de gases poluentes de um motor agrícola, com o uso de diferentes combustíveis.

Fonte: Gismael Francisco Perin.

Um dos experimentos de avaliação do desempenho do motor com diferentes combustíveis foi realizado utilizando 11 combustíveis: óleo Diesel S10, óleo Diesel S500, biodiesel e suas misturas (5%, 10%, 15%, 20%, 50% e 100% de concentração de biodiesel no óleo Diesel). As variáveis respostas avaliadas foram torque, potência efetiva, consumo horário e específico de combustível. Ainda, foram analisadas as emissões de oxigênio (O_2), óxidos de carbono (CO_x), opacidade, óxidos de nitrogênio (NO_x), e hidrocarbonetos (HC).

Houve redução do torque máximo e da potência máxima e aumento do consumo horário e específico mínimo de combustível com incremento de biodiesel na

mistura. As emissões de NO₂ e O₂ aumentaram com a maior concentração de biodiesel na mistura. Já as emissões de CO₂, opacidade, NO, CO e HC reduziram conforme foi aumentado o teor de biodiesel na mistura com óleo Diesel mineral.

Com base nos dados deste trabalho, pode-se concluir que, o combustível que reduziu as emissões de gases poluentes e manteve o desempenho do motor, comparativamente com o óleo Diesel mineral, foi o Diesel S10 com 20% de biodiesel.

Em um trabalho realizado recentemente pelo grupo, foram utilizadas misturas de etanol hidratado (3, 6, 9, 12 e 15%) no óleo Diesel mineral (B5). Os parâmetros avaliados de desempenho foram: o torque, a potência efetiva e o consumo específico de combustível. Foram também avaliadas as emissões de CO₂, NO_x, O₂ e a opacidade dos gases.

Os resultados indicam que, conforme aumentou a porcentagem de etanol, os valores médios de torque e potência efetiva do motor diminuíram. Utilizando 12% de etanol o desempenho do motor teve reduções de potência efetiva (-2,97%) e de torque (-2,95%), em relação ao B5, enquanto que os consumos de combustível não tiveram diferença. A maior opacidade e emissões de gases foram obtidas com 3% de etanol, enquanto que as menores emissões ocorreram quando o motor operou com o 12 e 15% de etanol.

Ao término deste trabalho, pode-se concluir que:

- Operando com o 12% de etanol, as emissões de poluentes são reduzidas significativamente sem que ocorra perda considerável no desempenho do motor.
- Em porcentagens de até 15%, o etanol pode ser utilizado em motores de ciclo Diesel, sem a necessidade de realizar modificações mecânicas.

- *Procedimento de amaciamento de motores agrícolas*

Com o surgimento do Programa Mais Alimentos, lançado no ano de 2008 pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) do Governo Federal, um elevado número de tratores novos foi adquirido por pequenos produtores rurais em todo o país. Houve relatos de vários casos, onde não houve um amaciamento adequado do motor dos tratores adquiridos.

Isto pode ser devido às propriedades não possuírem trabalho suficiente para a realização desse procedimento. Esses tratores eram usados diariamente em atividades de pouca exigência de potência. Têm-se como resultado tratores cujos

motores apresentam elevado consumo de óleo lubrificante, baixo torque e baixa potência efetiva, aliado ao elevado consumo específico de combustível.

Neste sentido, com o uso do freio dinamométrico, conectado a TDP do trator, são realizados procedimentos de amaciamento do motor. O dinamômetro permite fornecer cargas constantes ao motor durante todo o período de amaciamento. As quedas de rotação são programadas em intervalos de 200 rpm a partir da rotação nominal, finalizando com uma queda total próxima a rotação de torque máximo.

Esse procedimento permite o amaciamento mais rápido quando comparado ao amaciamento realizado em campo, pois durante as operações agrícolas a aceleração do motor nem sempre é constante. Em laboratório o motor do trator é considerado amaciado, em média, com 10 horas de trabalho ininterruptas, à exceção de algumas particularidades. Ao final deste período, recomenda-se a realização da troca de filtro e óleo lubrificante do motor.

- *Trabalhos de rotina*

São realizados testes de simples verificação de funcionamento, em parceria com os principais fabricantes e concessionários de máquinas agrícolas do estado do Rio Grande do Sul. Além disso, muitos testes são demandados por produtores rurais da região, alegando, principalmente, problemas de consumo excessivo de óleo lubrificante e baixa potência do motor. Estima-se que mais de 300 testes dinamométricos já foram realizados pela equipe do Agrotec.

6. Considerações finais

A avaliação de desempenho de motores de ciclo Diesel possibilita o rápido diagnóstico do seu funcionamento. Ainda, pode refletir a realidade a ser encontrada no momento da execução de uma determinada operação agrícola.

Possibilita fornecer, ao usuário, dados que permitam a adoção de critérios racionais de seleção de máquinas agrícolas, por meio de estudo e interpretação das informações contidas nos relatórios oficiais; e aos fabricantes, informações que permitam aprimorar seus produtos.

Ainda, a partir das avaliações, pode-se atuar como monitorador de condições mínimas de funcionamento e durabilidade dos motores lançados no mercado,

principalmente quando articulados com programas de homologação ou de certificação de máquinas agrícolas, se existirem.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5484:** Motores Alternativos de Combustão Interna de Ignição por Compressão (Diesel) ou Ignição por Centelha (Otto) de Velocidade Angular Variável - Ensaio. Rio de Janeiro, 1985. 8p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 8178-4:** Motores Alternativos de Combustão Interna - Medição da Emissão de Gases de Exaustão. Parte 4: Ciclos de Ensaio em Regime Constante para Diferentes Aplicações de Motor. Rio de Janeiro, 2012. 26p.

ASAE. American Society of Agricultural Engineer. **SAE EP496.2:** Agricultural Machinery Management. St Joseph, 2003. p. 367-372.

ESTRADA, J. S. **Desempenho e emissões de um motor de trator agrícola operando com misturas de óleo Diesel e etanol.** Santa Maria, RS, 2015. 113p. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

FARIAS, M. S.; BARBIERI, J. P.; MARTINI, A. T.; NEGRI, G. M. Mecanização: Uso planejado no gerenciamento da propriedade. **Revista A Granja**, v. 72, n. 809, p. 32-35, 2016.

GIACOSA, D. **Motores endotérmicos.** 3. ed. Espanha, Dossat, 1980. 752p.

MACHADO, P. R. M. **Ésteres combustíveis em motor de ciclo diesel sob condições de pré-aquecimento e variação no avanço de injeção.** Santa Maria, RS, 2008. 142p. Tese (Doutorado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

MÁRQUEZ, L. **Solo Tractor'90.** Espanha, Laboreo, 1990. 231p.

MÁRQUEZ, L. **Tractores Agrícolas: Tecnología y Utilización.** Espanha, B&H Grupo Editorial, 2012. 844p.

MIALHE, L. G. **Máquinas Agrícolas: Ensaios e certificação.** Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 1996. 722p.

OECD. Organization for Economic Cooperation and Development. **CODE 2:** Standard code for the official testing of agricultural and forestry tractor performance. Paris, 2014. 104p.

ONU. Organização das Nações Unidas. **World population prospects: The 2017 revision.** New York, 2017, 53p.



JAI UFSM

Jornada Acadêmica Integrada
Compilação de artigos de 2017/2018