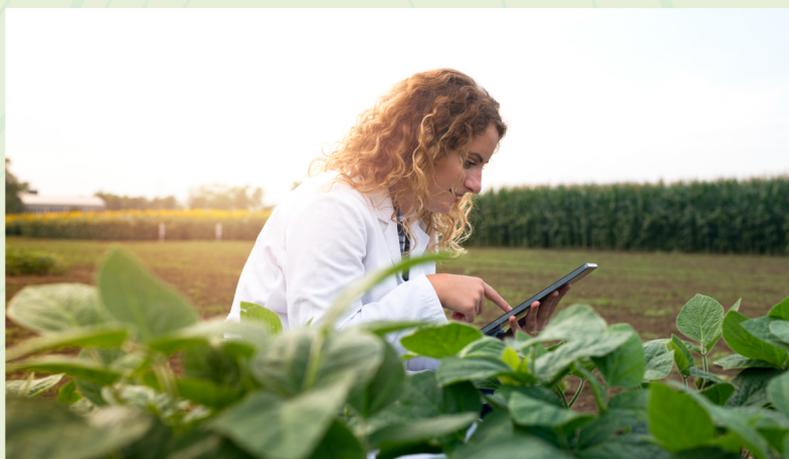


CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO CERRADO



Jacson Zuchi
Luiza Luanna Amorim Purcena
Mariana Buranelo Egea
Marco Antonio Pereira da Silva
(Organizadores)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Jacson Zuchi
Luiza Luanna Amorim Purcena
Mariana Buranelo Egea
Marco Antonio Pereira da Silva
(organizadores)

Ciências Agrárias no Cerrado

1ª Edição

Goiânia, GO
IF Goiano
2025

Elias de Pádua Monteiro

Reitor do IF Goiano

Alan Carlos da Costa

Pró-reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Iraci Balbina Gonçalves Silva

Assessora Especial do Núcleo Estruturante da Política de Inovação (NEPI)

Conselho Editorial

PORTARIA No 4724/REI/IFGOIANO, DE 16 DE NOVEMBRO DE 2022

Alex Tristão de Santana

Ana Paula Silva Siqueira

Antônio Evami Cavalcante Sousa

Bruno de Oliveira Costa Couto

Cristiane Maria Ribeiro

Diego Pinheiro Alencar

Édio Damásio da Silva Júnior

Flávia Gouveia de Oliveira

Hellayny Silva Godoy de Souza

Ítalo José Bastos Guimarães

Jacson Zuchi

Johnathan Pereira Alves Diniz

Júlio César Ferreira

Lara Bueno Coelho

Leonardo Carlos de Andrade

Lidia Maria dos Santos Morais

Luiza Ferreira Rezende de Medeiros

Luiza Luanna Amorim Purcena

Marco Antonio Pereira da Silva

Mariana Buranelo Egea

Mariana Pirkel Tsukahara

Maria Luiza Batista Bretas

Matias Noll

Mirele Amaral de São Bernardo

Nadson Vinícius dos Santos

Natália Carvalhaes de Oliveira

Natany Ferreira Silva

Raiane Ferreira Miranda

Rhanya Rafaella Rodrigues

Ricardo Diogenes Dias Silveira

Rosenilde Nogueira Paniago

Tatianne Silva Santos

Thiago Fernandes Qualhato

Equipe do Núcleo da Editora IF Goiano

Sarah Suzane Bertolli - Coordenadora do Núcleo da Editora

Lídia Maria dos Santos Morais - Assessora Editorial

Daiane de Oliveira Silva - Assessora Técnica

Revisão textual:

Coelum Editorial (Bárbara Rayne Cardoso) e Contaccta Comunicação

Projeto gráfico e diagramação:

Vitória Aguiar

(Contaccta Comunicação)

Bibliotecário responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz

© 2024 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – IF Goiano

ISBN (e-book): 978-65-87469-75-1

ISBN (impresso): 978-65-87469-74-4

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) – Instituto Federal Goiano

C569

Ciências Agrárias no Cerrado / Jacson Zuchi; Luiza Luanna Amorim Purcena; Mariana Buranelo Egea; Marco Antonio Pereira da Silva, organizadores. – 1. ed. Goiânia, GO: IF Goiano, 2025.

115 p., il.: color.

ISBN (e-book): 978-65-87469-75-1

ISBN (impresso): 978-65-87469-74-4

1. Ciências Agrárias. 2. Agricultura. 3. Biodiversidade. 4. Cerrado. I. Zuchi, Jacson. II. Purcena, Luiza Luanna Amorim. III. Egea, Mariana Buranelo. IV. Silva, Marco Antonio Pereira da. V. Instituto Federal Goiano. VI. Título.

CDU: 631.588/95

Ficha elaborada por Johnathan Pereira Alves Diniz – Bibliotecário/CRB 1 nº 2376

Sumário

APRESENTAÇÃO	6
CAPÍTULO 1 - COMUNIDADE DA REGIÃO DO CARÁ - BELA VISTA DE GOIÁS: PRODUÇÃO FAMILIAR, COOPERATIVISMO E SUSTENTABILIDADE NO CERRADO GOIANO	7
CAPÍTULO 2 - POTENCIALIDADES DOS COPRODUTOS DE FRUTAS DO CERRADO NA ALIMENTAÇÃO HUMANA	22
CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA DE GRAMÍNEAS DA REGIÃO DE PIRENÓPOLIS	32
CAPÍTULO 4 - FRUTOS SUBEXPLORADOS DO CERRADO BRASILEIRO: UM OLHAR SOBRE SEUS COMPOSTOS BIOATIVOS E POTENCIAL PARA SAÚDE HUMANA	52
CAPÍTULO 5 - PLANTAS TÓXICAS DO CERRADO E O SEU IMPACTO NA PECUÁRIA BOVINA: EXPLORANDO CONHECIMENTOS TRADICIONAIS E EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS	69
CAPÍTULO 6 - O PAPEL DA ZOOTECNIA NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	95
CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
SOBRE OS ORGANIZADORES	107

Apresentação

A obra *Ciências Agrárias no Cerrado Goiano* é uma publicação da Editora IF Goiano que visa democratizar o conhecimento sobre agricultura sustentável, cooperativismo e biodiversidade do Cerrado. Esta coletânea reúne pesquisas e práticas que promovem a sustentabilidade e valorizam as comunidades locais, oferecendo uma visão abrangente sobre diversos aspectos das ciências agrárias na região.

No Capítulo 1, intitulado *Comunidade da Região do Cará - Bela Vista de Goiás: Produção Familiar, Cooperativismo e Sustentabilidade no Cerrado Goiano*, exploramos a dinâmica das comunidades da Região do Cará, com enfoque na produção familiar, sucessão rural e no cooperativismo. São abordadas práticas sustentáveis que impulsionam a economia local e preservam o Cerrado, destacando como a produção familiar pode se integrar ao cooperativismo para promover o desenvolvimento sustentável.

O Capítulo 2, *Potencialidades dos Coprodutos de Frutas do Cerrado na Alimentação Humana*, investiga as possibilidades dos coprodutos das frutas do Cerrado na alimentação humana. São discutidos aspectos nutricionais e benefícios para a saúde, mostrando como esses recursos podem ser aproveitados de maneira mais eficiente e sustentável, contribuindo para a segurança alimentar e a biodiversidade.

No Capítulo 3, *Avaliação Bioquímica de Gramíneas da Região de Pirenópolis*, é apresentada uma avaliação bioquímica detalhada das gramíneas dessa região. A análise inclui a composição nutricional e o potencial dessas plantas para a alimentação animal, evidenciando a importância das gramíneas nativas para a pecuária e a conservação do solo.

O Capítulo 4, *Frutos Subexplorados do Cerrado Brasileiro: Um Olhar Sobre Seus Compostos Bioativos e Potencial para Saúde Humana*, explora frutos do Cerrado que ainda são pouco conhecidos, mas possuem compostos bioativos com alto potencial para a saúde humana. Este capítulo detalha estudos sobre os benefícios desses frutos, incentivando a exploração sustentável e o consumo consciente dos recursos naturais do Cerrado.

No Capítulo 5, *Plantas Tóxicas do Cerrado e o Seu Impacto na Pecuária Bovina: Explorando Conhecimentos Tradicionais e Evidências Científicas*, são analisadas as plantas tóxicas encontradas no Cerrado e seu impacto na pecuária bovina. O capítulo investiga conhecimentos tradicionais e evidências científicas para compreender melhor como essas plantas afetam o gado e quais medidas podem ser adotadas para mitigar esses impactos, promovendo uma pecuária mais segura e sustentável.

Em conclusão, o Capítulo 6, *O Papel da Zootecnia na Recuperação de Áreas Degradadas*, discute o papel crucial da zootecnia na recuperação de áreas degradadas. A zootecnia é apresentada como uma ciência que pode contribuir significativamente para a restauração ecológica, com práticas que favorecem a recuperação do solo e a biodiversidade, garantindo a sustentabilidade das atividades agropecuárias.

A obra *Ciências Agrárias no Cerrado Goiano* é uma contribuição valiosa para o entendimento e a promoção de práticas sustentáveis no Cerrado. Com uma abordagem interdisciplinar, a coletânea oferece insights e soluções que fortalecem a produção familiar, o cooperativismo e a conservação ambiental.

Equipe Editorial



| CAPÍTULO 1

**COMUNIDADE DA REGIÃO DO CARÁ - BELA VISTA
DE GOIÁS: PRODUÇÃO FAMILIAR, SUCESSÃO RURAL,
COOPERATIVISMO E SUSTENTABILIDADE
NO CERRADO GOIANO**

COMUNIDADE DA REGIÃO DO CARÁ - BELA VISTA DE GOIÁS: PRODUÇÃO FAMILIAR, SUCESSÃO RURAL, COOPERATIVISMO E SUSTENTABILIDADE NO CERRADO GOIANO

Bruno de Andrade Martins¹

Jacson Zuchi²

Jose Atair da Silva Neto³

Rogério Chaves da Silva⁴

Yago Danilo Gonçalves de Lima⁵

Pedro Augusto de Oliveira Domingues⁶

Cerrado, sustentabilidade e produção agroalimentar em Bela Vista de Goiás

O Cerrado constitui o segundo maior bioma brasileiro, ocupando mais de 2 milhões de km², representando cerca de 22,65 % do território nacional, com uma área de 204 milhões de hectares. Localiza-se basicamente no Planalto Central do Brasil onde abrange, como área contínua, os estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, além de regiões da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Piauí, Rondônia e São Paulo. Ocorre também em áreas disjuntas no Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e em pequenas áreas no Paraná (Ribeiro e Walter, 1998).

O espaço geográfico ocupado pelo bioma desempenha papel fundamental no processo de distribuição dos recursos hídricos pelo país, constituindo-se o local de origem das grandes regiões hidrográficas brasileiras e do continente sul-americano. Possui 10 mil espécies vegetais, das quais mais de quatro mil são endêmicas. Com relação aos animais vertebrados, são aproximadamente 1.268 espécies, sendo 117 endêmicas. A diversidade cultural é ampla e rica em conhecimentos. Os povos indígenas, historicamente territorializados, as comunidades quilombolas e a diversidade camponesa existente compõem um mosaico de saberes que podem ser inseridos no arcabouço da diversidade do Cerrado. Este bioma é determinante para a formação da identidade da população do Brasil Central.

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1988), preconiza o desenvolvimento sustentável alicerçado em três eixos, econômico, social e ambiental, interrelacionados num processo de transformação que transcende limites geográfico-políticos e coloca a sobrevivência do Homem, e das outras espécies, como seu objetivo maior. Ou seja, o desenvolvimento sustentável compreende não só a conservação do meio ambiente, o equilíbrio urbano-rural e o ecodesenvolvimento, mas também a melhoria dos aspectos sociais e econômicos. Por meio de políticas públicas e gestões de recursos, é possível promover a lucratividade e o desenvolvimento, a fim de atender às necessidades do presente, sem comprometer as possibilidades das gerações futuras, valorizando a cultura local, gerando saúde pública e despertando a comunidade para o desenvolvimento sustentável (Brundtland, 1987; Pires, 1998).

¹ Engenheiro de Alimentos, Doutor em Tecnologia de Alimentos, Professor, Hidrolândia-GO, bruno.martins@ifgoiano.edu

² Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Professor, Hidrolândia-GO, jacson.zuchi@ifgoiano.edu

³ Bacharel em Administração, Presidente da COOPERABS, Administrador, Bela Vista de Goiás-GO, joseatairneto@gmail.com

⁴ Licenciado e Bacharel em História, Doutor em História, Professor, Hidrolândia-GO, rogerio.chaves@ifgoiano.edu

⁵ Graduando em Agronomia, Estudante IF Goiano Campus Avançado Hidrolândia, Hidrolândia-GO, yago.goncalves@estudante.ifgoiano.edu

⁶ Estudante do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, IF Goiano Campus Hidrolândia, Hidrolândia - GO, pedro.domingues@estudante.ifgoiano.edu.br

Nesse sentido, a dimensão social representa precisamente um dos pilares básicos da sustentabilidade, uma vez que a preservação ambiental e a conservação dos recursos naturais somente adquirem significado e relevância quando o produto gerado nos agroecossistemas, em bases renováveis, também possa ser equitativamente apropriado e usufruído pelos diversos segmentos da sociedade. A dimensão social inclui, também, a busca contínua de melhores níveis de qualidade de vida mediante a produção e o consumo de alimentos com qualidade biológica superior, o que comporta, por exemplo, a eliminação do uso de insumos tóxicos no processo produtivo agrícola mediante novas combinações tecnológicas, ou ainda através de opções sociais de natureza ética ou moral.

Em uma sociedade sustentável, o desenvolvimento econômico é equilibrado com a equidade social e a responsabilidade ambiental. Isso significa garantir que as necessidades básicas de todas as pessoas sejam atendidas de forma justa e que os recursos naturais sejam utilizados de maneira responsável, sem comprometer o potencial das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades. A sustentabilidade socioeconômica e ambiental são interdependentes e inseparáveis. Para alcançar um desenvolvimento verdadeiramente sustentável, é necessário abordar os desafios sociais, econômicos e ambientais de forma integrada e colaborativa, garantindo um equilíbrio entre as necessidades das pessoas, a viabilidade econômica e a preservação do meio ambiente.

Se pensarmos o desenvolvimento local como um processo complexo e multidimensional que traduz, essencialmente, uma rede dinâmica de eventos inter-relacionados, liberando energia mediante uma multiplicidade de atividades, podemos afirmar que estes pequenos eventos podem provocar impactos grandes na sociedade. Temos que alavancar o desenvolvimento local em valores e mecanismos democráticos que promovam a confiança ativa e a cooperação entre cidadãos, atores sociais, agentes econômicos e comunidades, implicando uma concepção de capital social. O capital social opera fornecendo condições emocionais e afetivas, organizando as estruturas dissipativas mediante relacionamentos enriquecidos pela confiança e solidariedade. Neste sentido, o capital social é um recurso indispensável para abordar com eficiência e perspectiva sustentável os problemas de pobreza, desemprego, exclusão e deterioro ambiental.

Contudo, os últimos anos evidenciaram a fragilidade do sistema alimentar, sendo necessário promover sistemas locais para garantir a produção de alimentos saudáveis e acessíveis à população, englobando técnicas agrícolas e as questões humanas, sociais e culturais. Outro aspecto relacionado é o fato de que os consumidores estão cada vez mais preocupados com a qualidade e procedência dos produtos que eles consomem, ou seja, estes sentem a necessidade de saber a identidade do produto, bem como valorizam aspectos ligados à segurança alimentar e proteção das suas características climáticas, biológicas, culturais e sociais. Neste sentido, a agricultura familiar no Brasil exerce um importante papel como principal fonte de abastecimento de alimentos do mercado interno.

Segundo Demétrio *et al.* (2022) o desenvolvimento endógeno tem sua gênese na aglomeração de organizações com interesses e mercados comuns, através de um ambiente de cooperação que amplia a capacidade de geração de valor agregado aos produtos da região. Isso dinamiza a economia e retenção do excedente econômico local, resultando na ampliação do emprego, do produto e da renda local ou regional, fortalecendo o desenvolvimento da área e a autonomia da população (Marini *et al.*, 2012; Amaral Filho, 2001).

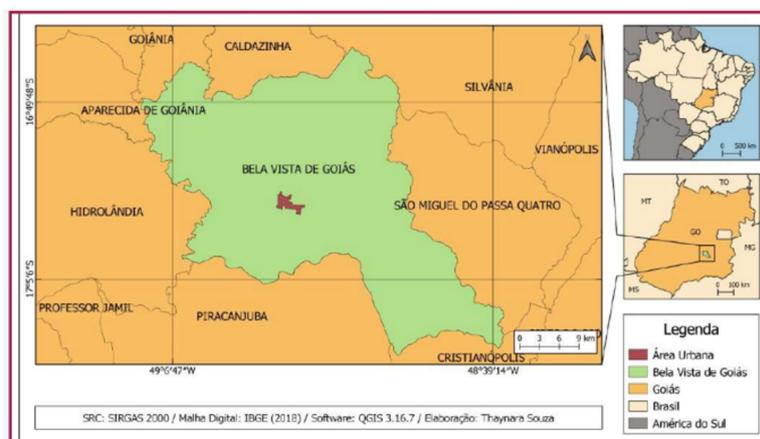
Território de Bela Vista de Goiás e histórico da Região do Cará

Bela Vista de Goiás, ao longo dessa história centenária, sempre demonstrou vocação para as atividades agropecuárias. No passado, destacou-se pela produção do “fumo de rolo”, produto que liderou as exportações do município durante décadas. Depois, a pecuária alcançou lugar de relevo nas atividades econômicas desenvolvidas pelo município, sobretudo a pecuária leiteira. Desde os anos 1980, Bela Vista de Goiás se tornou uma das principais bacias leiteiras do estado de Goiás, abrigando importantes laticínios. Não obstante, nos últimos anos, o município também tem se destacado pela produção agrícola, notadamente com o incremento da cultura de milho, soja, arroz e de mandioca.

O município de Bela Vista de Goiás possui área territorial de 1.275,849 km² e população estimada de cerca de 31.004 pessoas (IBGE, 2021), e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,716, sendo 0,73 a média do Brasil (IBGE, 2010). De acordo com a Produção Agrícola apresentada pelo IBGE (2020), é produzida 8.315 toneladas de mandioca em 111 estabelecimentos no município de Bela Vista de Goiás (0,05% do Brasil) plantada numa área de 440 hectares (0,04% do Brasil), comum rendimento médio de 18.898 kg/ha (26% maior que a média do Brasil), e representando um arranjo produtivo local (APL). Em relação ao crescimento da produção de mandioca e de seus derivados em Bela Vista de Goiás, é preciso lançar luz sobre a contribuição da Região do Cará para o desenvolvimento dessa cultura no município e em territórios circunvizinhos.

A comunidade da Região do Cará, município de Bela Vista de Goiás, foi se sedimentando e ficando conhecida pelo cultivo de mandioca e, sobretudo, pela produção de polvilho que, paulatinamente, passou a ser associado à região, sendo conhecido como o “Polvilho da Região do Cará” ou, simplesmente, “Polvilho do Cará”. Embora muitas famílias da comunidade da Região do Cará garantissem seu sustento, principalmente, a partir da produção de polvilho, havia uma grande competição entre esses produtores, o que resultou na desistência de muitos deles em se dedicar à mandiocultura e à fabricação de polvilho na região.

Figura 1 - Mapa da Região do Cará. Fonte - Prefeitura Municipal de Bela Vista de Goiás.



Fonte: <https://belavista.go.gov.br/assets/imagens/screens/turismo/belavista1.pdf>

A Região do Cará é um povoamento do município de Bela Vista de Goiás, e está localizada a 51 km de Goiânia. A história do município remonta ao século XIX, quando tropeiros e carreiros, que transportavam mercadorias de Minas Gerais para Goiás, faziam ponto de pouso nas proximidades do

córrego Sussuapara, onde, paulatinamente, foi se constituindo o Arraial de Sussuapara. Em 1880, por meio da Lei nº 612, de 30 de março, o então Arraial de Sussuapara foi elevado à categoria de Distrito de Bela Vista, sob a jurisdição do município de Bonfim. Já no final do século XIX, em 05 de junho de 1896, Bela Vista alcançou sua emancipação administrativa por intermédio da Lei Estadual nº 100, quando se desmembrou de Bonfim e se tornou o município de Bela Vista (BRASIL, IBGE).

A Comunidade do Cará, nome que ganhou força pela proximidade com o córrego que banha a região, a 9 km de Bela Vista de Goiás e a 60 km de Goiânia, surgiu em 1956 quando um grupo de cinco famílias de agricultores, capitaneadas pelo casal Antônio Batista da Silva e Etelvina Rosa de Jesus, chegou à Bela Vista, vindos de São João Paraúna, também em Goiás. Compadres entre si, adquiriram as terras e passaram a produzir o polvilho contando com o apoio conjunto, em regime de mutirões. A ação coletiva fortaleceu a paixão pela tradição como valor agregado.

Na primeira década do século XXI, porém, os produtores da Comunidade do Cará decidiram constituir uma cooperativa para que unissem esforços em torno da produção e da comercialização daqueles produtos que eram essenciais para a sobrevivência de todos eles(as), o polvilho e derivado da mandioca. Sendo assim, em 10 de maio de 2005, foi fundada a Cooperativa Mista dos Pequenos Produtores de Polvilho e Derivados da Mandioca da Região do Cará, a COOPERABS. A sigla adotada pela Cooperativa - COOPERABS – foi uma forma encontrada de homenagear o primeiro produtor que acreditou nas potencialidades comerciais da mandioca e do polvilho produzido na região do Cará.

A fundação da Cooperativa contribuiu para a sobrevivência e, paulatinamente, para o crescimento econômico dos produtores de polvilho e de derivados de mandioca da região do Cará. É possível discernir que a criação da COOPERABS foi um divisor de águas na história da comunidade da Região do Cará, principalmente no que se refere às mudanças estruturais e estratégicas implantadas na produção e na comercialização de mandioca e de seus derivados.

Cooperativismo familiar, sucessão rural, produção de polvilho e o cultivo da Mandioca

A produção de polvilho artesanal na Região do Cará no município de Bela Vista de Goiás, começou no ano de 1956. Com o passar das décadas o polvilho da região ganhou mercado e ficou conhecido nas cidades vizinhas, sendo o principal meio de vida dos integrantes da comunidade. Com o passar dos anos, a comunidade da Região do Cará foi se sedimentando e ficando conhecida pelo cultivo de mandioca e, sobretudo, pela produção de polvilho que, paulatinamente, passou a ser associado à região, sendo conhecido como o “Polvilho da Região do Cará” ou, simplesmente, “Polvilho do Cará”.

Segundo a tradição oral que perpassa entre os habitantes da região, a comunidade do Cará (alusão ao córrego de mesmo nome que corta essas terras) surgiu na década de 1950, quando Antônio Batista da Silva e sua esposa, dona Etelvina Rosa de Jesus, estimularam a produção coletiva de milho, arroz, feijão e abóbora a partir do trabalho em mutirões. Além da família Batista, outras famílias como a Gomes, Pereira, Paula e Guimarães, também contribuíram para o desenvolvimento da Região do Cará. Ainda nos anos 1950, Antônio Batista da Silva iniciou o cultivo de mandioca visando a produção de polvilho, produto que viria, posteriormente, a se associar ao nome da região.

Figura 2 - Foto da 1ª Fábrica de Polvilho Região do Cará - Casa dos pioneiros Antônio Batista da Silva e dona Etelvina Rosa de Jesus.



Fonte: José Atair da Silva Neto (2023)

Na primeira década do século XXI, porém, os produtores da comunidade do Cará decidiram constituir uma cooperativa para que unissem esforços em torno da produção e da comercialização daqueles produtos que eram essenciais para a sobrevivência de todos eles(as), o polvilho e derivado da mandioca. Sendo assim, em 10 de maio de 2005, foi fundada a Cooperativa Mista dos Pequenos Produtores de Polvilho e Derivados da Mandioca da Região do Cará, a COOPERABS.

A COOPERABS foi fundada por 44 associados e hoje conta com um quadro de 51 associados, todos agricultores familiares, que juntos fornecem em média 60 toneladas/mês de polvilho à cooperativa. A sigla adotada pela Cooperativa - COOPERABS – foi uma forma encontrada de homenagear o primeiro produtor que acreditou nas potencialidades comerciais da mandioca e do polvilho produzido na região do Cará. O termo COOPER faz alusão ao cooperativismo e à importância do trabalho coletivo, enquanto a junção das letras ABS se trata de uma referência ao patrono do polvilho do Cará, o Sr. Antônio Batista da Silva.

Figura 3 - Comunidade de agricultores familiares da região do Cará - Bela Vista de Goiás/GO



Fonte: José Atair da Silva Neto (2023)

É inequívoca a importância da fundação da Cooperativa para a sobrevivência e, paulatinamente, para o crescimento econômico dos produtores de polvilho e de derivados de mandioca da região do Cará. É possível discernir que a criação da COOPERABS foi um divisor de águas na história da comunidade da Região do Cará, principalmente no que se refere às mudanças estruturais e estratégicas implantadas na produção e na comercialização de mandioca e de seus derivados.

Como os núcleos familiares possuem, no máximo, um hectare, a COOPERABS arrenda 600 hectares, distribuídos em lotes como num condomínio. É a cooperativa que ara a terra e faz o plantio, cabendo a cada família colher a mandioca e produzir o polvilho em casa, posteriormente entregue na Cooperabs, que o comercializa. Esse trabalho conjunto, que trouxe de volta para casa alguns dos que emigraram, faz de Bela Vista de Goiás a maior produtora de mandioca do estado. Atualmente a cooperativa produz não apenas o polvilho, mas também farinha, farofa, mandioca congelada, mandioca ralada e massa de tapioca.

A comunidade, atualmente, tem cerca de 300 moradores, os quais exercem atividade econômica na agricultura familiar para produção e comercialização de polvilho artesanal (COOPERABS). O plantio é feito em área coletiva, porém o processo de produção de polvilho e farinha é feito de forma individualizada, ou seja, cada um tem sua pequena fábrica. Após o polvilho pronto, essas famílias entregam para cooperativa, que promove a padronização do produto, embala com a logomarca “Polvilho do Cará” e, posteriormente, comercializa. O resíduo líquido proveniente da produção é usado na fertirrigação.

Outros aspectos diferenciais na região são a sucessão familiar e atuação das mulheres na produção. Culturalmente, a produção do polvilho é transmitida de geração em geração. Os filhos (as) dos cooperados

podem associar-se à cooperativa ao completarem 18 anos. A educação dos jovens tem avançado bastante, após a fundação da cooperativa são 10 pessoas com graduação superior entre cooperados, esposas e filhos, e 11 estudantes acadêmicos.

Sucessão rural é um processo construído socialmente (Abdala et al., 2022), que depende da construção de uma identidade de agricultor, a partir de aspectos socioculturais e econômicos, e da rentabilidade e segurança financeira (Monteiro e Mujica, 2022), apud Monteiro *et al.* (2024), sendo muito importante para a agricultura familiar e juventude rural.

A valorização da agricultura familiar pela sociedade pode ser um estímulo para que os jovens tenham a sensação de pertencimento, dando continuidade nas atividades da família (Viganó *et al.*, 2023). Viganó et al. (2019) visualizam que há um estigma na sociedade acerca das famílias agricultoras, atrelando uma importância reduzida à estes atores sociais do campo. Isso pode impactar na evasão dos jovens no ambiente rural, desencadeando no enfraquecimento da agricultura familiar e na desestruturação dos conhecimentos tradicionais sustentáveis (Gonçalves *et al.*, 2020).

As mulheres da região têm um papel fundamental em toda a organização dos moradores, sendo duas delas (cooperadas) as maiores líderes, a sra. Suelly Alves da Silva e a sra. Neuzi Batista da Silva Siqueira. Elas são as responsáveis por todas as ações e eventos sociais da Região do Cará. Na COOPERABS as esposas dos cooperados participam de todas as reuniões, cursos, palestras e eventos promovidos. Durante uma dessas reuniões, uma cooperada reivindicou a criação de uma cota de polvilho destinada exclusivamente para elas. A reivindicação foi aprovada pela assembleia da Cooperativa e, em junho de 2011, foi criada uma cota de polvilho para terem a sua própria renda.

Figura 4 - Produtora da Região do Cará secando o polvilho ao Sol



Fonte: José Atair da Silva Neto (2023)

Agroecossistemas sustentáveis são importantes para a sociedade, tanto para promover uma agricultura menos agressiva ao meio ambiente, como também para o desenvolvimento endógeno e valorização do produto local. Nesse sentido, a venda e consumo localizado de alimentos pode fomentar o dinamismo da economia regional, aumentar os níveis de emprego e renda e gerar maior qualidade de vida para a população rural e urbana (Demetrio *et al.* (2022)).

Processo produtivo do polvilho, inovação e indicação geográfica

A inovação é um processo social e interativo (Lundvall, 1988), que se desenvolve em um sistema de inovação composto por instituições e atores do arranjo produtivo local (Freeman, 1987). A indicação geográfica (IG) é um instrumento de propriedade intelectual (PI), uma proteção e valorização de produtos e serviços vinculados à sua origem de produção (Juk e Fuck, 2015). Contudo, esse conceito pode apresentar variações e categorização diferenciadas em cada país devido às distintas legislações nacionais (Rangel *et al.*, 2024).

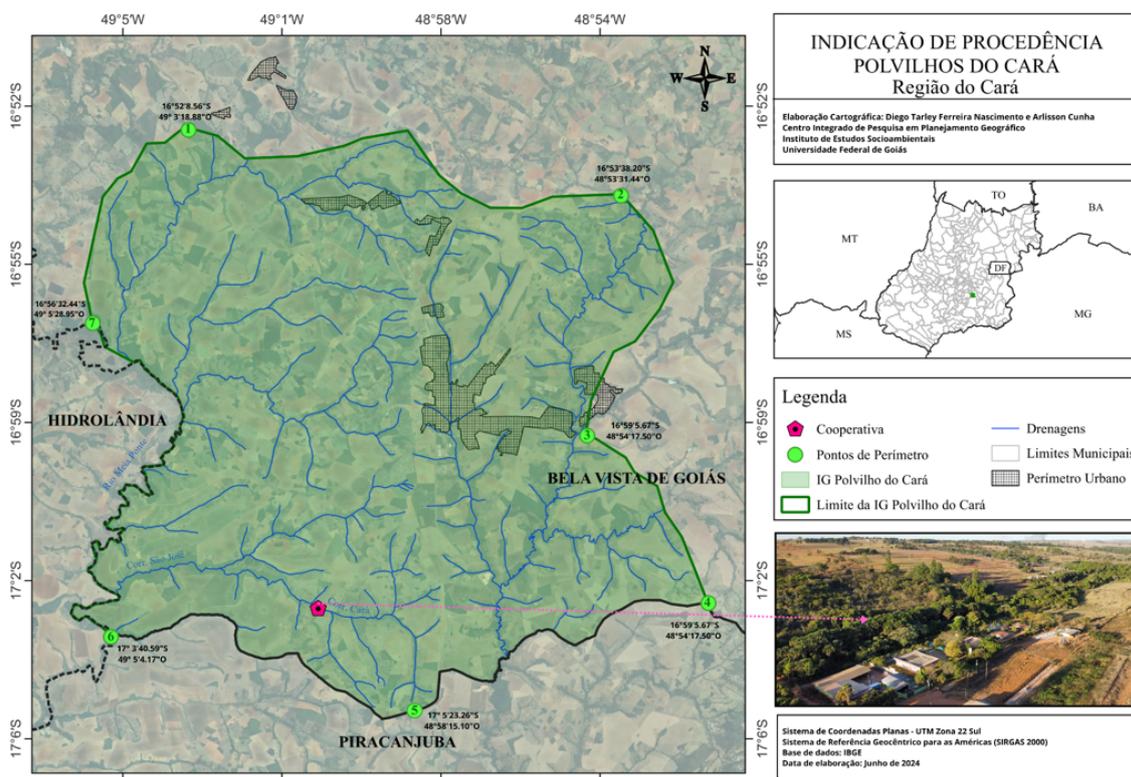
O polvilho da “Região do Cará” é produzido de forma artesanal e possui consistência granulada, cor branca aroma/sabor levemente azedo e baixa umidade. A tradição da região se une às peculiaridades da produção do polvilho com características únicas (rendado) para uso na culinária. O processo de produção e de fermentação típico da região representa um saber fazer e proporcionam as condições ideais para obtenção do perfil sensorial característico do polvilho da IP “Região do Cará”.

A colheita consiste na retirada das raízes da mandioca do solo, que pode ser manual ou mecanizada no período da seca, onde a mandioca apresenta o maior índice de quantidade de amido, o que possibilita um maior rendimento da produção. Deve-se considerar, também, o ciclo das cultivares. As mandiocas devem ser transportadas o mais rápido possível para o local de processamento, no prazo máximo de 24 horas, para o descascamento e ralação das raízes (essa etapa é feita em ralador específico para moagem das raízes e obtenção da massa).

Após a ralação das raízes, a massa deve ser lavada até a retirada do amido pelo lavador. A decantação, para a separação do amido do líquido sobrenadante, ocorre no período que varia de 18 a 24 horas. A água poderá ser reaproveitada para a fertirrigação, descascamento das raízes, alimentação animal ou outra tecnologia de reuso, como em biodigestores. Esse líquido não pode ser descartado em rios, córregos e áreas de proteção.

A lavagem do amido, conhecida como “bater o polvilho” é uma etapa para retirar as impurezas do amido. Nesse caso, o amido já decantado é novamente suspenso em água limpa, coado com auxílio de um pano limpo e encaminhado para os tanques de fermentação, onde ficam à temperatura ambiente, por um período que pode variar até 15 dias, conforme o saber fazer. Os tanques de fermentação devem estar sob uma cobertura, em local pavimentado, para evitar que o amido receba impurezas. Devem ser revestidos de cerâmica ou azulejos, podendo também ser de fibra ou polietileno. Durante todo o período de fermentação, o amido deve permanecer coberto por uma lâmina de água.

Figura 5 - Delimitação da área de indicação geográfica do Polvilho Região do Cará



Fonte: IESA - UFG (2023).

Após o período de fermentação, o amido em pedra é peneirado em malha adequada à granulometria desejada para posterior secagem. A secagem do polvilho é feita sobre jiraus forrados com tecido de algodão, ao ar livre com exposição direta ao sol, por aproximadamente 8 horas, sempre virando o polvilho de aproximadamente 2 em 2 horas, até que ele atinja a umidade adequada. Após seco, o polvilho deve ser armazenado em local seco e arejado, que propiciem em seu interior ocorrência de temperaturas entre 20°C e 30 °C e valores de umidade relativa próximos de 60%. Os sacos devem ser empilhados sobre estrados com 20 cm de altura, com afastamento das paredes e, no mínimo, a 30 cm do teto.

A partir do ano de 2016, após a identificação da necessidade de diversificação da produção, a COOPERABS inaugurou uma casa de farinha de mandioca e uma fábrica de massa para tapioca para incrementar a renda dos produtores. Atualmente a COOPERABS comercializa o polvilho, a farinha de mandioca, a massa para tapioca, a mandioca ralada para mané pelado e a mandioca congelada. Os produtos são comercializados na Região Metropolitana de Goiânia, Brasília e mais 35 cidades do interior do estado de Goiás.

Figura 6 - Portfólio de produtos desenvolvidos pela COOPERABS



Fonte: José Atair da Silva Neto (2023).

Todos os resíduos sólidos e líquidos advindos da produção dos cooperados são reaproveitados. Os resíduos sólidos como a maniva e a casca da mandioca são utilizados principalmente para a adubação de solos. A maioria dos cooperados usa estes resíduos na própria área onde a mandioca foi arrancada para realimentar a terra. O bagaço sem amido é muito usado na alimentação de vacas e porcos e, devido ao volume considerável e à alta demanda, os cooperados vendem para agricultores vizinhos. Os resíduos líquidos, também conhecidos como manipueira, são reaproveitados pelo processo de fertirrigação. Além de irrigar áreas de pastagem e cultivo, este líquido bem administrado consegue melhorar a qualidade do solo, gerando maior produtividade.

A COOPERABS, nesse sentido, é um *case* de sucesso no que tange ao cooperativismo, fortalecimento da agricultura familiar e produtos de referência. Esse formato é também um belo exemplo de Economia Solidária, ou seja, é totalmente voltada para o bem-estar de trabalhadores. Como o próprio nome já diz, trata-se de uma economia voltada ao solidário e à preocupação constante com pessoas, que muitas vezes são colocadas em segundo plano acima dos lucros e dos ganhos individuais que o modelo capitalista oferece.

Arelado às iniciativas da COOPERABS, instituições parceiras tem trabalhado no sentido do reconhecimento da indicação geográfica (IG) do polvilho da região do Cará. A IG promove a proteção histórica e cultural local, além de agregar valor ao produto final. É uma ferramenta coletiva que comprova a identidade do produto e o distingue no mercado. Além de conferir reconhecimento quanto à originalidade do produto, esse projeto fortalece o vínculo entre produtores e consumidores. A estruturação da IG poderá beneficiar o comércio e turismo na região, atrair consumidores e turistas nacionais e internacionais, melhorar a economia local, fortalecer a identidade cultural da comunidade e valorizar seu patrimônio.

De acordo com o Guia de Indicação Geográfica (IG), é essencial demonstrar que o nome geográfico se tornou reconhecido como o centro de extração, produção ou fabricação de um produto ou serviço (BRASIL, 2019, p. 15). Essa prova é estabelecida através de uma análise histórica do produto, serviço, localidade ou região, apoiada por documentos de fontes diferentes que atestam essa fama. O objetivo principal foi conectar produtos, pessoas e territórios. Os produtos possuem características únicas e são reconhecidos pelos consumidores.

Até o momento foi realizado um diagnóstico da Avaliação do Potencial de Indicação Geográfica (IG) para o Polvilho do Cará (SEBRAE, 2020, p.16). A Indicação de Procedência ‘Região do Cará’ valida sua reputação, qualidade e características únicas. Neste mesmo sentido, as Chamadas Públicas da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec) do Ministério da Educação (MEC) possibilitam a seleção de Projetos de Promoção às Indicações Geográficas. Graças a isso, o IF Goiano - Campus Hidrolândia vem colaborando com a Estruturação desta Indicações Geográficas, via projetos aprovados em dois Editais: SETEC/MEC nº 63/2021 e SETEC/MEC nº 03/2022.

A estruturação da Indicação Geográfica (IG) Polvilho da Região do Cará promoverá benefícios significativos para a comunidade local. Por meio da IG, os produtores têm a oportunidade de valorizar seus produtos, tornando-os mais competitivos e conhecidos tanto nacional como internacionalmente. Essa ação beneficia a geração de empregos e fomenta o desenvolvimento local. A IG estabelece uma conexão vital entre a comunidade, a academia e as instituições parceiras. Isso permitirá o acesso a novos eventos, oportunidades de pesquisa e cursos que contribuem para o desenvolvimento da região.

REFERÊNCIAS

ABDALA, R. G.; BINOTTO, E.; BORGES, J. A. R. Family Farm Succession: evidence from absorptive capacity, social capital and socioeconomic aspects. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, n. 4, 2022.

AMARAL FILHO, J. do. A endogeneização no desenvolvimento econômico regional e local. **IPEA**, [S.l.], n. 23, 2001. Disponível em: <https://ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/78/89>. Acesso em: 03 nov. 2021.

BRASIL. **Guia das Indicações Geográficas**: Caderno de Especificações Técnicas. Brasília: CESO Development Consultants/WYG/ Camões, p. 19, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/indicacao-geografica/arquivos-publicacoes-ig/guia-das-igs-caderno-deespecificacoes-tecnicas>. Acesso em: 09 nov. 2021.

BRASIL. **Guia das Indicações Geográficas**: Conceitos. Brasília: CESO Development Consultants/WYG/ Camões, 17 p, 2019. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Guia-das-IGs-Conceitos-Interativo.pdf>. Acesso em: 29 out. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996**. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 15 maio 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9279.htm. Acesso em: 04 nov. 2021. 17BRASIL.

Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Fundamentos teóricos, orientações e procedimentos metodológicos para a construção de uma pedagogia de ATER**. Brasília: MDA/ SAF, 2010. 45 p. ISBN 978-85-60548-81-1. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/128119/ATER%20fundamentos%20metodologicos%20pedagogia%202010%20MDA.pdf?sequence=7&isAllowed=y>. Acesso em: 07 nov. 2021.

BRUNDTLAND, G. H. **Report of the World Commission on Environment and Development: our common future**. Oslo: UN, 20 mar. 1987. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2021.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.

DASSIE, C. Cooperativa de pequenos produtores em Goiás tem melhorado a vida de muita gente. **Globo Rural**, Bela Vista de Goiás, 07 jul. 2018. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2018/07/cooperativa-de-pequenos-produtores-em-goias-tem-melhorado-vida-demuita-gente.html>. Acesso em: 08 nov. 2021.

DEMÉTRIO, M. *et al.* A contribuição da agroecologia para o desenvolvimento regional sustentável. **COLÓQUIO – Revista do Desenvolvimento Regional**, Taquara/RS, v. 19, Edição especial (SOBER), 2022.

Dia Mundial do Cooperativismo. **Globo Rural**, Rio de Janeiro: Rede Globo, 07 de julho de 2017. Programa de TV. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/6857943/>. Acesso em: 04 jul. 2022.

EMPRESAS EM BELA VISTA DE GOIAS/GO POR SEGMENTO (CNAE - ATIVIDADE ECONÔMICA), s.d. Disponível em: https://www.empresaquei.com.br/listas-de-empresas/GO/BELA_VISTA_DE_GOIAS. Acesso em: 9 nov. 2021.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance**. London: Pinter, 1987.

GARCIA, M. C *et al.* Microbiological and physicochemical profiles of the sour cassava starch and bagasse obtained from cassava agroindustry. **Food Science and Technology**, v. 39, p. 803-809, 2018. ISSN 0101-2061. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/VDYR4XmJchz7sf7Zv9ZX9rG/abstract/?lang=en>. Acesso em: 10 jun. 2022.

GONÇALVES, L. M. *et al.* Agroecologia: Perspectivas e Desafios para a Agricultura Familiar. **Ensaios e Ciência Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 24, n. 5-esp., p. 496-503, 2020.

IBG. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2021**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/bela-vista-de-goias/panorama>. Acesso em: 08 nov. 2021.

IBGE. **Área territorial brasileira 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/bela-vista-de-goias/panorama>. Acesso em: 08 nov. 2021.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/bela-vista-de-goias/pesquisa/14/10193>. Acesso em: 08 nov. 2021.

IDHM. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)**: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/bela-vista-degoias/panorama>. Acesso em: 08 nov. 2021.

JUK, Y. V.; FUCK, M. P. Indicações geográficas e inovações: um estudo de caso do Vale dos Vinhedos. In: BUAINAIN, A. M.; BONACELLI, M. B. M.; MENDES, C. I.C. (Org.). **Propriedade Intelectual e Inovações na Agricultura**. Brasília; Rio de Janeiro: CNPq, FAPERJ, INCT/PPED, IdeiaD; 2015. p. 187-206.

KELLY, N. Felicidade em cooperar. *O Popular*, Goiânia, ano xx, n. xx, 20 de junho de 2022. p. 3. Disponível em: <https://opopular.com.br/noticias/opiniao/opini%C3%A3o-1.146391/felicidade-emcooperar-1.2476135>. Acesso em: 27 jun. 2022.

LONGO, M.L. Hora de valorizar o polvilho. *O Popular*, Goiânia, ano 83, n. 24.804, 26 e 27 de março de 2022. p. 19.

LUNDEVALL, B. A. Innovation as an interactive process: from users-producers interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G. *et al.* **Technical change and economic theory**. Londres: Pinter Publishers, 1988.

MAPAS. **Prefeitura Municipal de Bela Vista de Goiás**.

MARINI, Marcos Júnior. *et al.* Avaliação da contribuição de arranjos produtivos locais para o desenvolvimento regional. *Revista Bibliográfica de Geografia y Estudios Sociales*, Barcelona, v. 17, n. 996, p. 1-24, out. 2012.

MONTEIRO, R.; MUJICA, F. P. A identidade sociocultural do jovem agricultor na vitivinicultura familiar e sua relação com a sucessão rural. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 60, 2022.

MONTEIRO, E. P. *et al.* Sucessão na agricultura familiar brasileira: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Brasileira de Educação do Campo*, v. 9, p. 1-28, 2024.

PIMENTEL, L. O. **Curso de propriedade intelectual & inovação no agronegócio: Módulo II, indicação geográfica.** 4ª ed. Florianópolis: MAPA / FUNJAB, 2014. 415 p. ISBN: 978-85-7426-1362. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/indicacao-geografica/arquivos-publicacoes-ig/livro-curso-de-propriedade-intelecual-inovacao-no-agronegocio-modulo-iiindicacao-geografica.pdf/@@download/file/livro-curso-de-propriedade-intelecual-inovacao-no.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2021.

PIRES, M. O. A Trajetória do Conceito de Desenvolvimento Sustentável na Transição de Paradigmas. In: DUARTE, L. M. G. *et al.* Tristes Cerrados: Sociedade e Biodiversidade. Brasília: Editora Paralelo 15, 1998.

Brasil. Institui a 1ª Edição do Manual de Indicações Geográficas. **PORTARIA INPI/PR nº 415/2020, de 24/12/2020.** Institui a 1ª Edição do Manual de Indicações Geográficas. Disponível em: <http://manualdemarcas.inpi.gov.br/attachments/download/2818/Portaria%20INPI%20PR%20415-2020.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2021.

RANGEL, R.DA C.; CAROLINO, J. CARVALHO, S.M.P. DE; GRASSI, R.A. Indicação geográfica para além do registro: desafios e o papel dos núcleos de inovação tecnológica. **COLÓQUIO – Revista do Desenvolvimento Regional**, Taquara/RS, v.21, n. 1, jan./mar. 2024.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofitofisionomia do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.) **Cerrado: ambiente e flora.** Brasília: Embrapa, p.89-166, 1998.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **INDICAÇÃO GEOGRÁFICA POLVILHO DO CARÁ: Avaliação do Potencial de IG para o Polvilho do Cará.** Brasília: SEBRAE, 2020. 20 p. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/wp-content/uploads/2021/10/DIAGN%C3%93STICOGO-Polvilho-do-Car%C3%A1-FINAL.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2021.

VIGANÓ, Caroline *et al.* Diagnóstico acerca da juventude rural na agricultura familiar. **Cadernos de Agroecologia**, v. 14, n. 1, 2019.

VIGANÓ, C; GAZOLLA, M.; GONÇALVES, L.M.;GODOY, C.M.T. Desenvolvimento sustentável na agricultura familiar: avaliação a partir de indicadores multidimensionais. Campo-Território: **Revista de Geografia Agrária**, Uberlândia-MG, v. 18, n. 49, p. 73-97, 2023.



| CAPÍTULO 2

**POTENCIALIDADES DOS COPRODUTOS DE FRUTAS DO
CERRADO NA ALIMENTAÇÃO HUMANA**

POTENCIALIDADES DOS COPRODUTOS DE FRUTAS DO CERRADO NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Handressa Dark Soares de Oliveira^{1*}

Patrick Bezerra Fernandes^{2**}

Marco Antônio Pereira da Silva^{3***}

Introdução

O Cerrado é a segunda maior área de vegetação do Brasil em termos territoriais. Internacionalmente, é considerado como vegetação de savana e compreende 22% do território brasileiro. Está ameaçado e é superexplorado no Brasil devido às atividades agrícolas, como a produção de grãos e a pecuária, bem como à queima da vegetação para produção de carvão, o que constitui uma ameaça à biodiversidade desse ecossistema.

Figura 1 - Pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Cambess) com tronco tortuoso e casca áspera e rugosa.



Fonte: Marco Antônio Pereira da Silva, (2024).

^{1*}Handressa Dark Soares de Oliveira: Tecnóloga em Alimentos pelo Instituto Federal Goiano (2021), com pós-graduação em Engenharia da Qualidade pela Faculdade Venda Nova Imigrante (FAVENI) (2022). Possui experiência em controle de qualidade na indústria de moagem.

^{2**}Patrick Bezerra Fernandes: Graduado em Zootecnia pelo Instituto Federal Goiano (2015), Mestre em Zootecnia pelo Instituto Federal Goiano (2017) e Doutor em Ciência Animal pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2020). Durante sua trajetória acadêmica, desenvolveu conhecimentos nas áreas de manejo de pastagens, sistemas agrícolas sustentáveis e produção de ruminantes.

^{3***}Marco Antônio Pereira da Silva: Graduado em Zootecnia pela Escola Superior de Ciências Agrárias de Rio Verde (1992), Mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (2003), Doutor em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás (2008) e Pós-Doutor pela Universidade Federal de Goiás. Atualmente, é Professor Titular no IF Goiano - Campus Rio Verde e atua na área de tecnologia e processamento de produtos de origem animal e vegetal, com ênfase no uso da polpa de frutos do Cerrado e soro de leite em formulações alimentícias de valor proteico agregado.

As frutas do Cerrado apresentam benefícios à saúde e ao bem-estar, com diversas possibilidades de uso, são nutritivas e têm alto valor agregado, permitindo diferentes aplicações como matéria-prima. O sabor, o aroma e a cor são característicos e proporcionam várias formas de inclusão na alimentação. Sendo assim, as matérias-primas de origem vegetal apresentam elevado potencial para o aproveitamento integral, uma vez que os coprodutos resultantes possuem apelo social e também podem ser fontes de nutrientes.

Nesse contexto, as frutas do Cerrado são consideradas pela literatura como superfrutas, tendo em vista que trazem na sua composição uma riqueza nutricional pouco explorada (Damiani; Martins; Becker, 2020). A exploração e o estímulo da inclusão de frutas e/ou coprodutos na alimentação humana possibilitam o incremento de compostos bioativos na dieta, assim como reduzem o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado de resíduos como cascas e sementes no meio ambiente.

Ao avaliarem as características físicas de frutos de pequi provenientes de diferentes regiões de Goiás, Vera *et al.* (2005) observaram que aproximadamente um quarto da massa é constituída por caroços e frutinhos, e cerca de 40% do caroço é constituído de polpa fresca, com rendimento médio de 8,5% de polpa em relação à massa total do fruto.

Figura 2 - Botão floral e frutos do Pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess).



Fonte: Marco Antônio Pereira da Silva, (2024).

O conhecimento das propriedades físicas e físico-químicas das frutas é importante para avaliar a disponibilidade de nutrientes e de melhores características para o processamento. Nesse sentido, a identificação de materiais genéticos e produtivos que apresentem qualidade superior para uso industrial e/ou consumo in natura é crucial para a formação de plantios comerciais e os estudos de melhoramento genético (Nascimento; Coccozza, 2015).

Dessa forma, as frutas do Cerrado têm potencial para complementar a renda de pequenos produtores, sobretudo no que se refere ao envolvimento de ações coletivas, o que resultará em melhorias significativas nas etapas de comercialização e produção das frutas. O aproveitamento de forma ambientalmente correta realizado por produtores comerciais e extrativistas não só permite o aumento de renda de várias famílias, como também assegurará o desenvolvimento local sustentável das comunidades e protegerá o Cerrado, bem como os recursos naturais (Rezende; Cândido, 2014).

Frutos do Cerrado

O apelo sustentável das frutas do Cerrado tem potencial no cenário agroindustrial brasileiro. O processamento e a aplicação vislumbram agregar valor comercial e nutricional, além de conferir aroma, sabor e cor, características únicas e particulares dessas frutas altamente perecíveis. A extração de óleos essenciais e compostos bioativos dessas matérias-primas poderá fortalecer o uso das frutas do Cerrado. Dessa maneira, as aplicações na forma de micro ou nanoencapsulados poderão viabilizar a comercialização das frutas, gerando emprego e renda para a população local, favorecendo a ampliação industrial, minimizando o desperdício e promovendo a geração de coprodutos (Reis; Scmiele, 2019).

Concernente a isso, Silva *et al.* (2008) analisaram as propriedades físicas e químicas de frutas in natura de Araçá (*Psidium araça* Raddi), Araticum (*Annoma crassiflora* Mart), Cagaita (*Eugenia dysenterica* Dc), Caju-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz), Chichá (*Sterculia striata* A. St. Hil. & Naud), Gabiroba (*Compomanesia cambessedea* Berg), Macaúba (*Acrocomia aculeata* Mart), Mangaba (*Hancornia speciosa* Gómez), Murici F (*Byrsonima verbascifolia* Rich), Pitomba (*Talisia esculenta* Radlk) e Puçá (*Mouriri pusa* Gard). Com isso, foi possível observar que essas frutas do Cerrado podem contribuir em proporções consideráveis com a ingestão dietética recomendada, sendo fontes alternativas de nutrientes.

Figura 3 - Frutos do Araticum (*Annoma crassiflora* Mart).



Fonte: Karen Martins Leão, (2024).

Figura 4 - Frutos da Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC), Mangaba (*Hancornia speciosa* Gómez) e Barú (*Dipteryx alata* Vog.).



Fonte: Marco Antônio Pereira da Silva, (2024).

Coprodutos, resíduos e subprodutos

Os subprodutos/coprodutos são resíduos gerados a partir do processamento de algum material e que muitas vezes são descartados porque suas utilidades e propriedades são desconhecidas (Ferarezi, 2020).

De maneira geral, os resíduos industriais são descartados de forma inadequada, prejudicando o meio ambiente, ou são destinados à adubação ou ração animal. A fim de agregar valor e transformar esses resíduos em subprodutos, uma vez que muitos destes possuem quantidades significativas de nutrientes, muitas pesquisas se concentram em estudar a composição, bem como a aplicação em alimentos. Esses resíduos também podem ser utilizados na extração de componentes e compostos bioativos que apresentam propriedades funcionais e fisiológicas na alimentação humana (Fernandes; Latorres, 2022).

Elaboração de embalagens ativas

O Jatobá, a macaúba e o pequi têm potencial para aplicação na elaboração de embalagens ativas, comestíveis e/ou biodegradáveis de alimentos, pela riqueza em compostos poliméricos e bioativos. O uso dessas frutas no desenvolvimento de embalagens, especialmente das partes não comestíveis, contribui para a redução dos impactos ambientais causados pelos polímeros sintéticos e para a prevenção da degradação de alimentos, uma vez que tanto as frutas *in natura* quanto os resíduos apresentam compostos ativos (Romani *et al.*, 2021).

Fontes de compostos bioativos

As sementes de frutas do Cerrado possuem relativo conteúdo de nutrientes e podem ser reinseridas no processo industrial, agregando valor a esses materiais e à própria indústria. Araújo *et al.* (2018) relataram que as amêndoas de pequi têm maior concentração de lipídios, minerais e antocianinas, além de grande teor de proteínas; já as sementes de maracujá doce têm maior quantidade de fibras e carotenoides,

e as sementes de murici maior teor de carboidratos e potencial para compostos bioativos, incluindo teor de polifenóis e atividade antioxidante.

Uso e aplicação de frutas do cerrado na alimentação

A busca constante por matérias-primas alimentares que aliam exploração sustentável e apelo nutricional e funcional faz com que pesquisas sejam realizadas com o propósito de avaliar os prováveis usos de coprodutos na alimentação humana. A seguir são apresentadas pesquisas que abordam essa temática.

A polpa e a farinha de araticum, assim como a farinha da casca de pequi, têm potencial nutricional e funcional em razão dos teores de fibra alimentar, vitamina C e capacidade antioxidante. Embora Lago (2018) tenha evidenciado a presença de fatores antinutricionais (taninos e nitratos) na farinha e na polpa de araticum e na farinha da casca de pequi, considera-se o uso potencial da polpa e da farinha de araticum, assim como da farinha da casca de pequi, como ingredientes que agregam valor nutricional e funcional a formulações alimentícias na alimentação humana.

Um estudo revelou as vastas possibilidades de aplicação não só da polpa do araticum (*Annona crassiflora Mart.*), mas também da casca e da semente, tratadas como resíduos alimentares que contêm compostos com atividades biológicas perceptíveis, tais como os alcaloides e as acetogeninas, dentre outros metabólitos secundários (Ramos *et al.*, 2022).

Uma pesquisa foi realizada com o propósito de avaliar a composição centesimal, perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais, em amêndoas de pequi cruas e torradas. Com isso verificou-se que a torrefação das amêndoas de pequi influenciou nos teores de umidade, cinzas, lipídeos, carboidratos e valor energético, reduzindo o teor de água e aumentando os demais compostos. Os ácidos graxos presentes foram o palmítico, o oleico e o esteárico. Não foram constatados inibidores de tripsina nas amêndoas de pequi cruas e torradas, sendo que taninos e fitatos diminuíram substancialmente após a torrefação (Damiani *et al.*, 2013).

Rodrigues *et al.* (2018) avaliaram o uso das cascas e amêndoas de pequi na região norte de Minas Gerais, como resultado os moradores relataram não consumir as cascas do pequi por desconhecerem a importância nutricional, e as amêndoas não eram ingeridas devido à presença de espinhos. Por conseguinte, é necessário mais divulgação sobre os benefícios nutricionais, bem como a preservação ambiental do pequi para aumentar a produção dessa fruta, que é apreciada no Brasil e em diferentes partes do mundo por causa da riqueza de nutrientes e de compostos bioativos importantes para a saúde humana.

A casca do pequi possui potencial de utilização como ingrediente funcional, sendo fonte de antioxidantes e fibras alimentares. Além disso, possui importante papel tecnológico, uma vez que Vieira (2017) detectou a presença e viabilidade de extração de pectinas de alto grau de esterificação.

Conforme Soares (2019), a guapeva tem maior conteúdo de proteínas em comparação a outras frutas do Cerrado, é fonte de vitamina C, fenólicos totais e agentes antioxidantes, sendo que a semente e a polpa possuem concentrações consideráveis de ácidos graxos ômega 3. Acerca disso, recomenda-se

o uso da polpa de guapeva na forma de geleia com substituição total da pectina comercial por albedo de maracujá, caracterizando-a como matéria-prima com alto potencial tecnológico, adequada para a produção de néctar e sucos.

Silva *et al.* (2020) avaliaram a polpa, a semente e a casca do jatobá, e relataram que todas as partes da fruta têm fontes consideráveis de nutrientes, possibilitando o uso na elaboração de novos produtos alimentícios devido aos elevados teores de carboidratos, fibras e proteínas.

Além disso, pães desenvolvidos com diferentes proporções de casca e polpa de baru em substituição ao farelo de trigo apresentaram aceitação quanto aos atributos de aparência, textura e sabor. Houve redução do valor energético e acréscimo em até 58,2% no teor de fibra alimentar total entre diferentes formulações com o aumento da proporção da casca e polpa do baru. O que as caracteriza como ingredientes viáveis para aplicação tecnológica na elaboração de pães de forma integrais (Rocha; Santiago, 2009).

A polpa e a casca da mirindiba apresentaram elevadas concentrações de ácido ascórbico, α -caroteno, β -caroteno, licopeno e compostos fenólicos totais, além de alta capacidade antioxidante em comparação com a acerola, o camu-camu e o puçá-preto. Desse modo, evidenciando que estudos sobre a aplicação tecnológica da polpa ou da casca da mirindiba no desenvolvimento de novos produtos alimentícios são relevantes; e esse fruto poderá ser fonte de renda para comunidades locais e adequado para mercados consumidores que priorizem alimentos contendo nutrientes com propriedades positivas, tais como os compostos bioativos identificados como bioacessíveis (Ferreira *et al.*, 2022).

À vista disso, os efeitos dos compostos da guabirobeira (*C. xanthocarpa*) são promissores como compostos anticancerígenos, fotoprotetores e analgésicos. Devido ao grande número de compostos bioativos presentes na guabirobeira, a planta apresenta alto potencial para o uso e preparo de formulações para as indústrias alimentícia e farmacêutica. No entanto, são necessários estudos clínicos para ampliar esses resultados *in vitro* e *in vivo* (Raphaelli *et al.*, 2021).

Por fim, resíduos do processamento de frutas do Cerrado podem ser uma fonte potencial de bactérias ácido-láticas para serem investigados como probióticos. Nesse caso, são necessários testes genéticos e complementares para verificar a funcionalidade, a segurança alimentar e o potencial de uso pela indústria de alimentos, contribuindo para avanços científicos relacionados com a sustentabilidade ambiental e valorização econômica e regional (Trindade *et al.*, 2022).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. C. M. A. *et al.* Bioactive compounds and chemical composition of Brazilian Cerrado fruits' wastes: pequi almonds, murici, and sweet passionfruit seeds. **SciELO Brasil, Lavras**, v. 38, p. 203-214, 2018.

DAMIANI, C. *et al.* Perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais de amêndoas de pequi crua e torrada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 43, n. 1, p. 71-78, 2013.

DAMIANI, C.; MARTINS, G. A. S.; BECKER, F. S. **Aproveitamento de resíduos vegetais: potenciais e limitações**. Palmas: EDUFT, 2020.

FERAREZI, V. Subprodutos/Coprodutos na alimentação animal. **Agro2Business**, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://portal.agro2business.com/subprodutos-coprodutos-na-alimentacao-animal/>. Acesso em: 11 out. 2023.

FERNANDES, S. S.; LATORRES, J. M. **Aproveitamento de resíduos para a alimentação humana**. Rio Grande: Editora da FURG, 2022.

FERNANDES, S. S.; LATORRES, J. M. **Aproveitamento de resíduos para a alimentação humana**. Rio Grande: Editora da FURG, 2022.

FERREIRA, B. A.; SILVA. *et al.* Show more In vitro bioaccessibility of the bioactive compounds and minerals in the pulp and peel of Buchenavia tomentosa Eichler fruits and their antioxidant capacities. **Measurement: Food**, Bela Vista, Cuiabá, v. 8, p.100064, 2022.

LAGO, R. C. **Desenvolvimento de pães com valor nutricional e funcional agregado por polpa e farinha de frutos do Cerrado**. 2018. 154 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) — Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

NASCIMENTO, R. S. M.; COCOZZA, F. D. M. Physico-chemical characterization and biometry of fruits of 'pequi' in western Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**, Campina Grande, PB, v. 19, n. 8, p. 791-796, 2015.

RAMOS, A. L. C. C. *et al.* Use of pulp, peel, and seed of *Annona crassiflora* Mart. in elaborating extracts for fingerprint analysis using paper spray mass spectrometry. **Food Research International**, Belo Horizonte, Minas Gerais, v. 160, p. 111-687, 2022.

RAPHAELLI, C. O. *et al.* Biological activity and chemical composition of fruits, seeds and leaves of guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg-Myrtaceae): A review. **Food Bioscience**, [s. l.], v. 40, p. 100-899, 2021.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v. 22, p.e2017150, 2019.

REZENDE, M. L.; CÂNDIDO, P. A. Produção e comercialização de frutos do Cerrado em Minas Gerais. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 81-86, 2014.

RODRIGUES, M. C. *et al.* Utilização das cascas e amêndoas do pequi por moradores do norte de Minas Gerais. **Revista Agrotecnologia**, Goiás, v. 9, n. 2, p. 41-48, 2018.

ROMANI, V. P.; ALVES-SILVA, G. F.; MARTINS, V. G. Potencial de frutos do cerrado brasileiro como matérias-primas de filmes flexíveis para embalagens de alimentos - uma revisão. **Brazilian Journal of Food Research**, Curitiba, v. 12, n. 3, p.26-41, 2021.

SILVA, E. F. *et al.* Physical, physicochemical and centesimal characterization of jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Paraíba, v. 15, n. 2, p. 139-145, 2020.

SILVA, J. F. *et al.* **Cerrado fruits, study on their technological and medicinal applications: a review.** Paraná: Seven Editora, 2023. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/413>. Acesso em: 10 out. 2023.

SILVA, M. R. *et al.* Chemical characterization of native species of fruits from savanna ecosystem. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

SOARES, C. M. S. **Caracterização integral do fruto guapeva (*Pouteria cf. Gardneriana* Radlk) e processamento de sua polpa na forma de geleia.** 2019. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) — Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Palmas, 2019.

SPECIES of the savanna. **WWF**, [s.l.], 2020. Disponível em: https://wwf.panda.org/discover/knowledge_hub/where_we_work/cerrado/. Acesso em: 10 out. 2023.

TRINDADE, D. P. A.; BARBOSA, J. P.; MARTINS, E. M. F., TETTE, P. A. S. Isolation and identification of lactic acid bacteria in fruit processing residues from the Brazilian Cerrado and its probiotic potential. **Food Bioscience**, [s. l.], v. 48, p. 101739, 2022.

VERA, R. *et al.* Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 35, n. 2, p. 71-79, 2005.

VIEIRA, Daniela Pereira Leão. **Farinhas de casca de pequi**: caracterização físico-química, perfil de fenólicos, antioxidantes e avaliação do potencial como fonte de pectina via extração por micro-ondas.. 2017. 129 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-BAPH6U/1/tese_le_o_final.pdf. Acesso em: 13 out. 2024.



| CAPÍTULO 3

**AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA DE ECHINOLAENA INFLEXA
E PASPALUM STELLATUM COLETADAS NA REGIÃO DE
PIRENÓPOLIS**

AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA DE ECHINOLAENA INFLEXA E PASPALUM STELLATUM COLETADAS NA REGIÃO DE PIRENÓPOLIS

Luiza Luanna Amorim Purcena
Ruth Tavares da Silva

RESUMO

As gramíneas são plantas herbáceas que podem ser usadas tanto para o forrageio quanto para o reflorestamento de áreas devastadas pelo pasto. No Cerrado pode representar até 25% da vegetação. Existem ainda, poucos estudos bioquímicos sobre as plantas dessa família, e considerando o desmatamento que o Cerrado vem sofrendo para criação de pastos e monoculturas, muitas espécies podem desaparecer sem nem mesmo haver conhecimento e estudos sobre as mesmas. Dentre as importâncias das gramíneas, pode-se citar o seu uso na alimentação do gado, porém nem todas as espécies são recomendadas para esse propósito. Dessa maneira, para se conhecer mais sobre a bioquímica e potencial econômico e/ou biotecnológico das gramíneas, este trabalho propõe a análise e identificação dos fatores antinutricionais de duas espécies de gramíneas (*Echinolaena inflexa*, *Paspalum stellatum*) encontradas na região de Pirenópolis, Goiás. As plantas foram coletadas em Pirenópolis, para a *Echinolaena inflexa* foram feitas duas coletas, uma em período chuvoso (dezembro) e a outra em fevereiro. Para a *Paspalum stellatum* foi realizada somente uma coleta em fevereiro, uma vez que não foram encontrados espécimes durante a coleta realizada em dezembro. Os testes foram realizados com as farinhas obtidas, nas quais foi testada a presença de inibidores de protease, α -amilase, a presença de lectinas, fenóis totais e taninos. Também foram testadas as atividades proteásicas das duas plantas. *Echinolaena inflexa* apresentou maiores teores de inibidores de proteases na 2ª coleta (412 UIT/mg), enquanto *Paspalum stellatum* apresentou quantidade bem inferior para esses inibidores (175 UIT/mg). Para os inibidores de α -amilase, *Paspalum stellatum* apresentou uma porcentagem maior de inibição (38,4%) comparada com *Echinolaena inflexa* (3,4%). Nenhuma das plantas apresentava lectinas e taninos. *Paspalum stellatum* apresentou 2 $\mu\text{g/mL}$ de fenóis totais, enquanto em *Echinolaena inflexa* esses compostos estavam ausentes. A atividade proteásica foi encontrada apenas na *Paspalum stellatum*, na qual o melhor pH de extração de proteases corresponde à faixa entre os pHs 6 e 8, e o melhor tempo foi de extração, ocorreu com 60 minutos. Os testes aqui realizados podem ser de grande valia para o conhecimento do potencial biotecnológico de plantas do nosso bioma.

Palavras-chave: antinutricionais, gramíneas, *Echinolaena inflexa*, *Paspalum stellatum*.

1. INTRODUÇÃO

Segundo bioma em extensão, o Cerrado está presente em todas as Grandes Regiões brasileiras, mas com maior expressão no Centro-Oeste, onde ocupa 56,1% da superfície. As maiores áreas do Cerrado provêm dos estados de Mato Grosso, Goiás (quase todo inserido neste bioma) e Minas Gerais, sua principal ocorrência na Região Sudeste. Vale destacar que o Distrito Federal está 100% inserido no Bioma Cerrado, bem como quase a totalidade do estado do Tocantins. (IBGE, 2019). O Bioma Cerrado apresenta formações florestais e campestres, sendo que, nestas, a Savana é a mais expressiva. A fisionomia mais comum é, de fato, a campestre com árvores e arbustos esparsos sobre um tapete graminoso (IBGE, 2019).

O Cerrado é considerado, entre os 25 “hotspots”, ou seja, áreas do globo terrestre caracterizadas por excepcional concentração de espécies endêmicas e elevada degradação de *habitat*. É uma das áreas com maior risco de extinção, o que torna maior a importância de se ter um grande número de pesquisadores estudando esse ecossistema com objetivo de preservação, conhecimento da diversidade de propriedades químicas, características do cerrado, e a descoberta de substâncias úteis ao homem (Pinto *et al*, 2002).

Uma das principais características do Cerrado é a sazonalidade climática, o que possibilitou o desenvolvimento de diversas adaptações morfológicas e fenológicas pela vegetação aí encontrada (Souza *et al.*, 2002). A vegetação do Cerrado é relativamente resistente, uma vez que adquiriu capacidade de sobrevivência em condições de altas temperaturas. Essa resistência se deve a fatores bioquímicos desenvolvidos através da evolução dessa vegetação.

Entre os diversos grupos de plantas que compõem o Cerrado estão as gramíneas (Poaceae), que apresentam um conjunto de características que as destacam como um grupo de plantas evoluído e diversificado (Souza *et al.*, 2002). O sucesso adaptativo das Poaceae deve-se, em maior parte, à grande diversidade genética dessa família, pois possibilitou a capacidade de adaptações morfofisiológicas em diversos ambientes. Dentre as adaptações das Poaceae passadas pelo processo de seleção natural que permitiram que essa família habitasse ambientes como o Cerrado, destaca-se a tolerância à dessecação e a capacidade de se desenvolverem em ambientes abertos e secos, já que as primeiras espécies de gramíneas habitavam áreas mais sombreadas (Kellog, 2011).

A família Poaceae é de grande interesse econômico, pois a maior parte da alimentação da população mundial, de forma direta ou indiretamente, deriva de espécies de gramíneas como o arroz (*Oryza sativa*), o milho (*Zeamays*), a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), entre outras (Bertazzoni e Damasceno, 2011). As gramíneas também são importantes do ponto de vista ecológico, sendo utilizadas na recomposição de áreas degradadas nas quais atuam como pioneiras na sucessão ecológica (Souza *et al.*, 2005). Além disso, as gramíneas são, ainda, utilizadas como plantas forrageiras na alimentação do gado, tais como o capim gordura (*Melinismenutiflora*), capim colônia (*Panicummaximum*) e, com destaque maior, as gramíneas do gênero *Brachicaria*, as mais largamente utilizadas (Filgueiras e Rodrigues, 2016). No entanto, apesar da importância econômica e ecológica dessa família, esta ainda é pouco estudada no Cerrado, principalmente com foco nas características bioquímicas.

Estudos bioquímicos poderiam trazer à luz maior compreensão sobre o metabolismo dessas espécies relacionando-o à sazonalidade, comportamento de resistência a herbicidas, atividade antifúngica entre outras informações relevantes. Considerando que as gramíneas são utilizadas na alimentação do gado,

informações sobre os fatores antinutricionais são importantes para evitar problemas de saúde nos animais. Com relação aos potenciais biotecnológicos, o conhecimento sobre as características bioquímicas das gramíneas poderia indicar tanto possíveis aplicações biotecnológicas quanto incentivar ações de conservação de espécies nativas do Cerrado brasileiro.

Dentre as diversas gramíneas nativas do Cerrado, estão as espécies *Echinolaena Inflexa* e *Paspalum stellatum*.

Echinolaena inflexa

A *Echinolaena inflexa*, conhecida popularmente como Capim-flechinha, apresenta fruto com até 0,4 cm de comprimento, elipsoide e coberto por brácteas. (Souza *et al.* 2005). A espécie é facilmente reconhecida pela sua inflorescência típica, com um único ramo unilateral terminal (Filgueiras e Rodrigues, 2016). De acordo com Almeida (1992), a fenologia dessa gramínea indica que é uma planta perene, precoce com ciclo longo, apresentando estágio vegetativo de dezembro a agosto.

Figura 1 - *Echinolaena inflexa*



Fonte: Christian Silva (2023)

Esta espécie tem ocorrência nas regiões Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins), Nordeste (Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo), Sul (Paraná) (Silva e Oliveira, 2018) e baixa frequência em ambiente antropizado (Guimarães, Araújo e Corrêa, 2002).

Echinolaena inflexa é uma herbácea utilizada como planta forrageira, com potencial de alta produção de biomassa e fixação de nitrogênio. Essa espécie é indicadora de metais no solo (metalófito) e, **por isso**, apresenta resistência à toxicidade de alguns metais no solo (Solera *et al.*, 2022). Ainda, de acordo com Filgueiras (1992), ela é uma gramínea com alto valor de forrageio e apresenta boa palatabilidade ao gado.

Paspalum stellatum

De acordo com Barreto (1974), o gênero *Paspalum* apresenta uma grande riqueza de espécies que são encontradas em clima quente (tropical, subtropical e temperado) principalmente no Brasil, Paraguai, norte da Argentina e Uruguai. Segundo o autor, em torno de 75% das espécies de *Paspalum* são encontradas no Brasil, sendo que no Cerrado as espécies apresentam alta capacidade de resistência à seca, ou seja, são plantas xerófilas.

O gênero *Paspalum* apresenta grande importância econômica devido às possibilidades de sua utilização para pastagem. Esse gênero está presente em praticamente todas as formações vegetais brasileiras, nas quais são dominantes e responsáveis pela produção da maior parte da forragem disponível. Além do uso como planta forrageira, apresenta ainda, de acordo com suas características, capacidade de fixação do solo, importância ecológica e potencialidades de uso na indústria de celulose (Barreto, 1974).

A espécie *Paspalum stellatum* Humb. & Bonpl. ex Flüggé é popularmente conhecida como capim estrela. Planta perene, cespitosa. Lâminas filiformes, com estreitamento basal. Sinflorescência com um ou dois ramos conjugados, eventualmente ainda, um terceiro inserido mais abaixo. Ráquis alada 6-8 mm larg., margens glabras; pedicelos das espiguetas com tricomas estrelados. Espiguetas 2-3 mm compr., solitárias, pilosas; gluma inferior ausente; gluma superior áptera, 3-nervada, densamente pilosa, às vezes com tricomas tuberculados; lema inferior áptero, 3-nervado, com pilosidade serícea, sem uma porção hialina no centro; pálea inferior ausente; antécio superior elíptico a obovado, esverdeado a estramíneo na maturação (Gouvêa, Valls e Oliveira, 2020).

Foi registrada em cerrado sentido restrito, campo sujo e áreas antropizadas. Coletada em floração durante o ano todo. Ocorre em todas as regiões do país (BFG 2018).

Figura 2 - *Paspalum stellatum* Humb. & Bonpl. ex Flüggé.



Fonte: Gabriel Hugo (2023)

Fatores antinutricionais

As gramíneas forrageiras são úteis na alimentação do gado, dessa forma, estudos sobre a presença de fatores antinutricionais são de alta relevância.

Os fatores antinutricionais são produtos secundários do metabolismo vegetal, produzidos como uma estratégia orgânica de defesa de algumas plantas. Apesar de não apresentarem função direta no metabolismo vegetal, os animais passam a consumir menos ou rejeitar plantas produtoras desses compostos (Lima Júnior *et al.*, 2010).

Dentre os fatores antinutricionais podemos citar os inibidores enzimáticos, lectinas e taninos.

De acordo com Junior e colaboradores (2010) os inibidores de enzimas digestivas são frequentemente encontrados nos alimentos e, dentre eles, os mais conhecidos são os inibidores de enzimas proteolíticas (tripsina, quimiotripsina) e amilolítica (amilase) produzidos pelo pâncreas. Esses inibidores reduzem a digestão proteica de alimentos, proporcionando diminuição no ganho de peso e crescimento dos animais (Monteiro *et al.*, 2004).

Os taninos são compostos fenólicos do tipo polifenóis que atuam na diminuição da palatabilidade pelo sabor adstringente, nas dificuldades na digestão, pela complexação dos taninos com enzimas digestivas e/ou com proteínas da planta e, por último, nos produtos tóxicos formados no trato digestivo do animal a partir da hidrólise dos taninos (Zuanazzi, 2000).

Lectinas são um grupo grande e heterogêneo que têm a capacidade de ligar-se reversivelmente a monossacarídeos e oligossacarídeos. Elas podem ser definidas como uma classe de proteínas ou glicoproteínas estruturalmente diversas, e conseqüentemente com diferentes funções biológicas (Singh *et al.*, 2011).

As lectinas são encontradas em uma ampla variedade de espécies de plantas e animais; entretanto, essas substâncias estão presentes, em maior quantidade, em grãos de leguminosas e gramíneas (Mancini Filho *et al.*, 1979)

Quando as lectinas são ingeridas de forma inadequada, elas interagem com a mucosa intestinal, causando inflamação e interferindo na absorção de nutrientes e lesão da mucosa. No fígado, ocorrem lipidose e necrose hepática e, além disso, causa hipersensibilidade local ou sistêmica do sistema imunológico e lesão tecidual direta (Liener, 1994).

Conforme o exposto, constata-se a importância dos estudos e quantificação dos fatores antinutricionais presentes em plantas, principalmente para aquelas consumidas *in natura*, como é o caso de plantas com potencial forrageiras. A identificação e quantificação da presença de enzimas nessas plantas, também se faz importante, uma vez que essas informações fornecem um maior conhecimento bioquímico e, conseqüentemente, identificação de potenciais usos biotecnológicos bem como ações de conservação.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Identificar e quantificar os fatores antinutricionais (lectinas, inibidores de protease e de amilase) e extrair proteases de duas espécies de *Echinochloa inflexa* e *Paspalum stellatum*.

Objetivos Específicos

- Identificar e quantificar a presença de fatores antinutricionais (inibidores de proteases, amilases e lectinas) das espécies *Echinolaena inflexa* e *Paspalum stellatum*;
- Comparar os resultados obtidos para as duas espécies;
- Determinar as melhores condições para extração de protease nas duas espécies.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Coleta do material

O material vegetal é proveniente do Parque Estadual dos Pirineus, município de Pirenópolis, no estado de Goiás, 15°48'45"S de latitude sul e 48°50'39" de longitude oeste, as coletas foram feitas nos meses de dezembro de 2011, quando foi coletada apenas a espécie *Echinolaena inflexa*. No mês de fevereiro foram coletadas as duas espécies.

A parte selecionada para estudo foi composta dos frutos de *Echinolaena inflexa* e *Paspalum stellatum*. Durante as coletas foram também separadas amostras das plantas para depósito no Herbário da Unidade de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Goiás, para identificação das espécies.

Os frutos coletados foram secados ao ar livre durante sete dias, depois foram triturados em moinho tipo martelo (TE-330 Tecnal) e a farinha resultante foi utilizada nos experimentos. As farinhas foram devidamente embaladas e estocadas em recipientes plásticos e guardadas no congelador a -10 °C para que as mesmas se mantivessem conservadas no decorrer dos experimentos.

3.2 Obtenção do extrato bruto

As farinhas obtidas dos frutos das espécies foram colocadas separadamente em contato com solução tampão para a obtenção do extrato. Foram testados diferentes pHs e tempos de extração para a obtenção do extrato **bruto**, no intuito de se observar a interferência do pH e do tempo na extração. Para o pH 5,0 foi utilizada uma solução de acetato de sódio 0,05 mol L⁻¹, para o pH 7,0 a solução de fosfato de sódio 0,05 mol L⁻¹ e para o pH 9,0 a solução Tris 0,05 mol L⁻¹. Os tempos de extração usados foram 30 minutos, 60 minutos e 90 minutos. Todas as extrações receberam a proporção 0,5 g de farinha para 10 mL de tampão. Após a agitação sob refrigeração, as soluções foram centrifugadas a 5000 rpm durante 10 minutos.

3.3 Planejamento experimental para extração de protease

Para a extração de proteases das duas amostras, foi realizado um planejamento experimental utilizando o programa STATÍSTICA. Os experimentos foram feitos com base no planejamento descrito na Tabela 1, variando o pH de extração entre 5 e 9 e o tempo de extração de 30 a 90 minutos. A extração foi realizada sob agitação à temperatura de 4°C.

Tabela 1 - Planejamento experimental para extração de protease das amostras

Run	Replicat	Tempo	pH
1	1	30,00000	5,000000
2	1	30,00000	9,000000
3	1	90,00000	5,000000
4	1	90,00000	9,000000
5	1	30,00000	7,000000
6	1	90,00000	7,000000
7	1	60,00000	5,000000
8	1	60,00000	9,000000
9 (C)	1	60,00000	7,000000
10 (C)	1	60,00000	7,000000
11	2	30,00000	5,000000
12	2	30,00000	9,000000
13	2	90,00000	5,000000
14	2	90,00000	9,000000
15	2	30,00000	7,000000
16	2	90,00000	7,000000
17	2	60,00000	5,000000
18	2	60,00000	9,000000
19 (C)	2	60,00000	7,000000
20 (C)	2	60,00000	7,000000
21	3	30,00000	5,000000
22	3	30,00000	9,000000
23	3	90,00000	5,000000
24	3	90,00000	9,000000
25	3	30,00000	7,000000
26	3	90,00000	7,000000
27	3	60,00000	5,000000
28	3	60,00000	9,000000
29 (C)	3	60,00000	7,000000

Fonte: elaborada pelas autoras (2023).

3.4 Ensaio de proteases com caseína 1%

A análise da atividade proteolítica foi realizada de acordo com Arnon (1970), usando caseína como substrato. Após a extração, foi adicionado em tubo de ensaio 0,4mL de tampão fosfato de sódio, 50 mmol pH 7,6, 0,1 mL da amostra (extrato bruto) e 0,5 mL de caseína no tubo de ensaio. Colocou-se o tubo em banho-maria a 37°C durante 10 minutos. Foi feito um tubo para ser usado como branco e obter quantificação de solução de caseína que já poderia ter sofrido hidrólise sem o contato com o extrato bruto. Esse tubo foi adicionado em um tubo 0,5 mL de tampão fosfato de sódio 50 MM pH 7,6, 0,5mL de caseína. Após os 10 minutos foi adicionado 1,5 mL de TCA. As soluções foram então centrifugadas a 5000 rpm durante 5 minutos. Os resultados foram avaliados por medida espectrofotométrica a 280 nm. A atividade enzimática foi medida em unidades de enzima por mililitros de solução (atividade específica). Uma unidade de enzima foi considerada como aquela capaz de produzir um aumento equivalente a 0,1 na absorbância. Os valores são expressos em atividade específica por miligrama de proteína (AE/mg). Todos os experimentos foram feitos em triplicata e usada média aritmética e desvio padrão para a construção dos gráficos.

3.5 Concentração de proteínas solúveis

A concentração de proteínas solúveis foi determinada pela metodologia descrita por Bradford (1976). Uma curva padrão do reagente Bradford com solução de soro albumina bovina foi feita para a quantificação das proteínas solúveis da amostra, que foi expressa em miligramas por mililitros (mg/mL).

3.6 Dosagem de fenóis totais

A quantificação de fenóis totais das amostras foi feita de acordo com método descrito por Price e Butler (1977). Para a extração dos fenóis foi pesado 0,5 g das amostras e colocados com 10 mL de água destilada. A mistura foi agitada sob refrigeração por 30 minutos e depois centrifugada a 5000 rpm durante 10 minutos. Para o doseamento dos fenóis totais, foi adicionado em um tubo de ensaio 0,1 mL do extrato bruto, 10 mL de água destilada, 1,2 mL de Cloreto de Ferro III (FeCl_3) e deixou-se reagir por 3 minutos. Foi adicionado 1,2 mL de Ferricianeto de potássio ($\text{C}_6\text{N}_6\text{FeK}_3$) e deixou-se reagir 15 minutos. Foi feito um tubo branco no qual foi adicionado 10g mL de água destilada, 1,2 mL de FeCl_3 e 1,2 mL de Ferricianeto de potássio. A concentração de fenóis totais foi determinada por meio da leitura espectrofotométrica a 720 nm.

A determinação de fenóis totais foi definida a partir de uma curva de calibração utilizando ácido tânico. A curva apresentou R_2 igual a 0,9918.

3.7 Dosagem de taninos

Para a obtenção do extrato foi pesado 1,0 g da amostra e em seguida transferida para um erlenmeyer de 250 mL no qual foi adicionado 150 mL de água destilada. A mistura foi aquecida até a fervura e mantida em banho-maria a 90°C por 30 minutos. Após esse tempo, a solução foi resfriada em água corrente e transferida para um balão volumétrico de 250 mL e o volume completado com água destilada. O sedimento foi deixado decantar, em seguida foi realizada a filtração, utilizando algodão como filtro. O doseamento de taninos da amostra foi feito de acordo com o método descrito por Hargerman & Butler (1989). 1 mL do extrato aquoso da amostra foi adicionado a 2 mL de solução de albumina e a solução deixada em repouso à temperatura ambiente por 15 minutos. Em seguida, a solução foi centrifugada por 15 minutos a 3000 rpm. Após isso o sobrenadante foi desprezado e o precipitado dissolvido em 4 mL de solução de dodecil sulfato de sódio (SDS), seguida pela adição de 1 mL de FeCl_3 e homogeneização por 30 minutos. Após esse período a concentração de fenóis foi determinada por meio da leitura espectrofotométrica a 510 nm.

3.8 Inibidor de proteases (tripsina)

A quantificação de inibidor de tripsina foi determinada de acordo com Chase Jr. e Shaw (1967). Para a obtenção do extrato foi pesado 0,5 g das amostras. Cada amostra foi transferida para um erlenmeyer, ao qual foi adicionado 5 mL de solução de tampão fosfato 0,1 M pH 7,6. A solução foi agitada por 30 minutos sob refrigeração e depois centrifugada a 5000 rpm durante 10 minutos. O ensaio para a reação do inibidor de tripsina foi realizado conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Metodologia para quantificação do inibidor de tripsina.

	<u>Tripsina</u>	<u>Tampão</u>	<u>Extrato</u>	<u>Caseína 1%</u>	<u>TCA 10%</u>
Amostra	100µL	400 µL	500 mL	1mL	3mL
Branco	100µL	400 µL	500 µL	1mL + TCA	-
Caseína	-	1mL	-	1mL	3mL
Enzima	100mL	900 µL	-	1mL	3mL

Fonte: elaborada pelas autoras (2023).

Para a reação o tampão fosfato 0,1 M pH 7,6, foi adicionado ao extrato bruto de *Echinolaena inflexa* e *Paspalum stellatum*, seguido pela enzima tripsina em um tubo de ensaio que foi levado ao banho-maria (37° C) por 10 minutos. Após esse período, adicionou-se caseína 1%. A solução ficou em incubação por mais 10 minutos a 37°C e, após esse tempo, adicionou-se TCA 10%. A solução foi então centrifugada a 5000 rpm por 5 minutos. A presença de inibidor de tripsina foi determinada através da leituraespectrofotométrica a 280 nm. A inibição de tripsina foi obtida em unidades de inibidores de tripsina por miligramas de proteína (UIT/mg).

3.9 Inibidor de α -amilase

Para a obtenção do extrato foi pesado 0,5 g das amostras. Cada amostra foi transferida para um erlenmeyer às quais foi adicionado 5 mL de solução de tampão acetato de sódio 0,1 M pH 5,0. A solução foi agitada por 30 minutos sob refrigeração e depois centrifugada a 5000 rpm durante 10 minutos. O ensaio para a reação do inibidor de α - amilase foi realizado conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Metodologia para quantificação do inibidor de α -amilase (Kadosawa, 2006).

	<u>α-amilase</u>	<u>Tampão</u>	<u>Extrato</u>	<u>Amido</u>	<u>Solução</u>
Amostra	20µL	60 µL	20 µL	100 µL	100 µL
Amido	-	100 µL	-	100 µL	100 µL
Enzima	20µL	60 µL	-	100 µL	100 µL
Branco	-	80 µL	20 µL	100 µL	100 µL

Em tubos de ensaio foram adicionados tampão fosfato 0,1M pH 7,6, extrato bruto de *Echinolaena inflexa* e *Paspalum stellatum*, a enzima α -amilase e iniciou-se a reação com a adição do amido. Os tubos foram incubados a 40°C em banho-maria por 15 minutos. Passado esse tempo retirou-se uma alíquota de 0,1 mL que foi transferida para um tubo de ensaio no qual foi adicionado 1 mL de ácido dinitrosalicílico (ADNS). Essa solução foi incubada por 5 minutos sob fervura. A presença de inibidor de α -amilase foi determinada através da leitura espectrofotométrica em 550 nm e a sua atividade foi expressa em unidades (U) que correspondem a um μ mol de açúcar redutor por um minuto por mL nas condições de ensaio. 1 UIA (unidade de inibição de α -amilase) corresponde a inibição total de 1U de α -amilase.

3.10 Teste de lectina

Para a presença de lectina foi utilizada a metodologia descrita por Moreira e Perrone (1977). Coletou-se sangue de coelho sob heparina na concentração de 10 μ L de heparina para cada 10 mL de sangue. A amostra de sangue foi lavada 5 vezes com solução salina 0,15 mol L⁻¹, em seguida foi centrifugada a 2000 rpm por 5 minutos. Para a determinação de hematócrito lavou-se o sangue, retirou-se a solução salina sobrenadante e a papa de hemácias foi diluída 10 vezes com solução salina. Retirou-se uma alíquota de 100 μ L do sangue diluído ao qual foi adicionado 1,9 mL de bicarbonato de sódio (NaHCO₃) 0,1% (p/v). A amostra foi lida em espectrofotômetro a 541 nm, usando a solução de bicarbonato como branco. Para o cálculo de hematócrito utilizou-se a fórmula:

$$C(\%) = \text{Absorbância em 541 nm} \times 5/0,7$$

Para a determinação da atividade hemaglutinante, foi adicionado a cada tubo 200 μ L do extrato bruto e 200 μ L de hemácias a 2%. A solução ficou em reação por 30 minutos em banho-maria a 37°C. Após esse tempo a amostra foi centrifugada por 1 minuto a 3000 rpm e verificada a ocorrência ou não de hemaglutinação.

4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram analisados usando o programa STATISTICA, para calcular média, desvio-padrão e análises de variância média (Tukey). Todos os dados estão em função da média e desvio padrão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Presença de fatores antinutricionais

5.1.1 Presença de inibidores de tripsina, de α -amilase e lectinas

As duas amostras de plantas apresentaram diferentes porcentagens de inibidores enzimáticos, tanto de proteases (Tabela 4) quanto de α -amilase (Tabela 5).

Tabela 4 - Presença de inibidor de tripsina em *Echinolaena inflexa* e *Paspalum stellatum*.

Atividade especifica/ mg		UIT/ mg	Inibição (%)
<i>Echinolaena inflexa</i> 1º coleta	375	50	12
Tripsina	425	-	-
<i>Echinolaena inflexa</i> 2º coleta	420	412	49
Tripsina	832		
<i>Paspalum stellatum</i>	775	175	16
Tripsina	1100	-	-

Fonte: elaborada pelas autoras (2023).

Os testes realizados para a presença de inibidores de protease, usando tripsina, para a *Echinolaena inflexa* foram feitos de duas coletas diferentes: a primeira realizada no mês de dezembro de 2011 e a outra, em fevereiro de 2012. Na primeira coleta a porcentagem de inibição de tripsina foi de 12% e na segunda coleta foi de 49%. Havendo, portanto, uma diferença de 37%. Segundo o teste de Tukey essa diferença foi significativa, sendo que houve maior unidade de inibidores de tripsina (UIT) na segunda coleta.

Caramori e colaboradores (2002) testaram a presença de inibidores de tripsina em algumas plantas, dentre elas as que mais apresentaram teores de inibidores de tripsina foi a jatobá e vinhaço, com 66,2 e 32,3 UIT g⁻¹. A porcentagem de inibidores de tripsina semelhantes foi observada por Chevreuil e colaboradores (2011) em folhas de diversas leguminosas, entre as quais, o pau-brasil e copaíba que apresentaram 47%, 46% de inibição de tripsina, respectivamente.

Tabela 5 - Presença de inibidor de α -amilase em *Echinolaena inflexa* e *Paspalum stellatum*.

	UE	Inibição (%)
<i>Echinolaena inflexa</i> α -amilase	11	3,4
<i>Paspalum stellatum</i> α -amilase	11,5	- 38,04
	18	
	29	

Fonte: elaborada pelas autoras (2023).

Quanto à porcentagem de inibição por inibidores de α -amilase foi significativamente maior na *Paspalum stellatum* do que na *Echinolaena inflexa*. A presença desses inibidores causa uma interferência na hidrólise do amido afetando a digestão de organismos que venham a ingerir plantas que os contenham.

Os resultados mostram que o extrato bruto tanto de *Paspalum stellatum* quanto de *Echinolaena inflexa* apresentam inibidores de proteases e de α -amilase.

A presença desses inibidores pode causar uma série de danos aos animais que se alimentam de plantas que os contenham, pois é uma estratégia de defesa química das plantas contra a herbivoria. Esses antinutrientes têm especificidade de inibir enzimas proteolíticas de alimentos, proporcionando a diminuição no ganho de peso e crescimento dos animais (Lima Júnior, 2010).

Do ponto de vista ecológico, a presença de inibidores de enzimas em plantas está ligada ao mecanismo de defesa contra herbivoria, e nesse sentido é importante o estudo destas biomoléculas do ponto de vista biotecnológico, uma vez que apresentam potencial para a produção de produtos para o controle natural de insetos.

Quanto à presença de lectinas, não houve detecção da presença dessas biomoléculas nos extratos de *Paspalum stellatum* e *Echinolaena inflexa*. Esse resultado é diferente do reportado por Mancini Filho e colaboradores (1979) que apontaram que grande parte das gramíneas possui atividade de lectinas.

5.1.2 Presença de fenóis totais e taninos

Para os outros fatores antinutricionais testados, (Tabela 6) apenas a *Paspalum stellatum* apresentou teores de fenóis totais, mas não apresentou taninos.

Tabela 6 – presença de fenóis totais, taninos e lectinas em *Echinolaena inflexa* e *Paspalum stellatum*.

Fatores antinutricionais	<i>Echinolaena inflexa</i>	<i>Paspalum stellatum</i>
Fenóis Totais	Ausente	2 μ g/mL
Taninos	Ausente	Ausente

Fonte: elaborada pelas autoras (2023).

A presença de fatores antinutricionais é uma estratégia de defesa das plantas contra predadores. Segundo Barcelos e colaboradores (2001), plantas que contêm altas concentrações de compostos fenólicos são relativamente resistentes à degradação do rúmen, o que oferece certa proteção à planta contra predadores. Com base nisso, ao longo da evolução os herbívoros desenvolveram determinadas estratégias que visam a minimizar os efeitos dos metabólitos secundários das plantas. Sendo assim, em pastejo os animais podem apresentar comportamento seletivo consumindo plantas com menores quantidades de fatores antinutricionais.

Barreto (1974) afirmou que *Paspalum stellatum* apresenta baixa palatabilidade para bovinos, o que pode ser consequência da presença de inibidores de protease e fenóis.

5.2 Concentração de proteínas solúveis totais

As duas amostras de plantas apresentaram concentrações semelhantes de proteínas totais nas mesmas condições de extração (Tabela 7).

Tabela 7 - Quantidade de proteínas totais em *Echinolaena inflexa* e *Paspalum stellatum* em diferentes pHs e tempos de extração.

pHs e Tempos de extração	Echinolaena inflexa	Paspalum stellatum
	Proteínas Totais mg/mL	Proteínas Totais mg/mL
pH 5 30 min	0,023	0,027
pH 5 60 min	0,027	0,017
pH 5 90 min	0,023	0,017
pH 7 30 min	0,04	0,043
pH 7 60 min	0,05	0,036
pH 7 90 min	0,05	0,058
pH 9 30 min	0,05	0,04
pH 9 60 min	0,05	0,048
pH 9 90 min	0,05	0,05

Fonte: elaborada pelas autoras (2023).

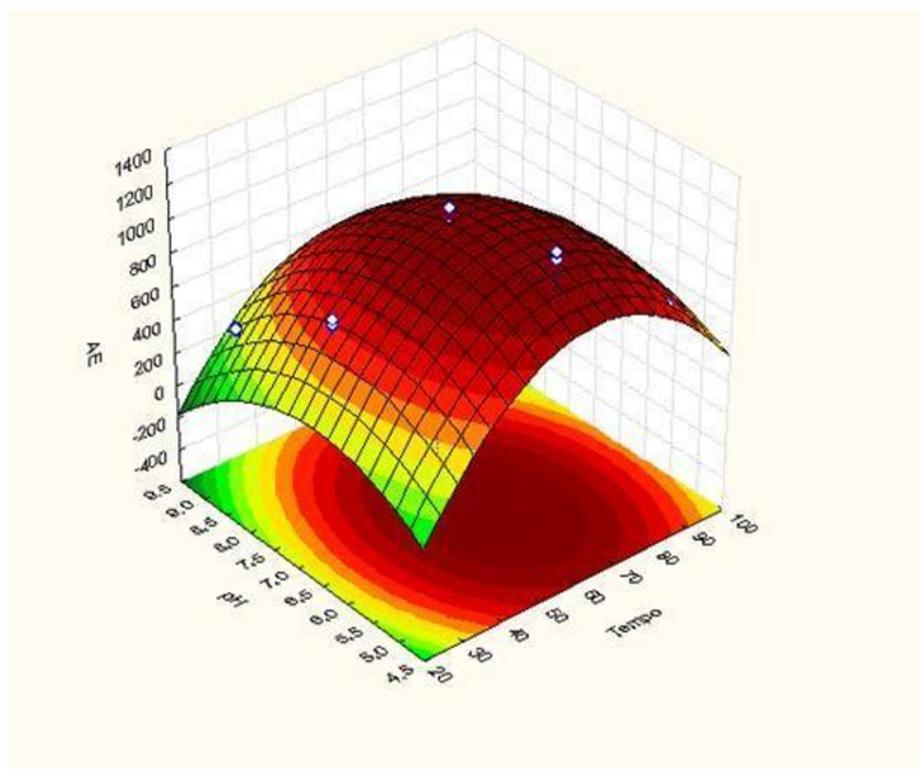
Com base na tabela acima podemos inferir que o tempo de extração não alterou muito a concentração de proteínas solúveis nas diferentes condições de extração de proteínas solúveis em *Echinolaena inflexa*, com exceção do pH 5. Os pHs 7,0 e 9,0 foram os que apresentaram maior concentração de proteínas solúveis extraídas. Já para a *Paspalum stellatum* houve uma oscilação da quantidade de proteínas totais, e as variáveis tempo e pH de extração influenciaram nessa concentração. O pH 9,0 e os tempos de 60 e 90 minutos foram os que apresentaram maior eficiência de extração de proteínas solúveis.

Em média, *Echinolaena inflexa* apresentou um valor próximo na quantidade de proteínas solúveis (0,040 mg/mL) à *Paspalum stellatum* (0,037 mg/ml). A quantidade de proteína encontrada é inferior à quantidade encontrada por Caramori e colaboradores (2008) em *Inga alba* (18,5 mg g⁻¹ de farinha) e *Inga Cylindrica* (0,92 mg g⁻¹ de farinha).

5.3 Otimização das condições de extração de proteases

A determinação da atividade proteásica dos extratos brutos de *E. inflexa* e *P. stellatum* em diferentes tempos e pHs de extração mostrou que somente a *P. stellatum* apresentou atividade de proteases. A relação entre o tempo, pH e atividade enzimática na *P. stellatum* está mostrada na figura 3.

Figura 3 - Superfície de resposta relacionando o efeito do pH e tempo de extração na atividade enzimática de *Paspalum stellatum*.



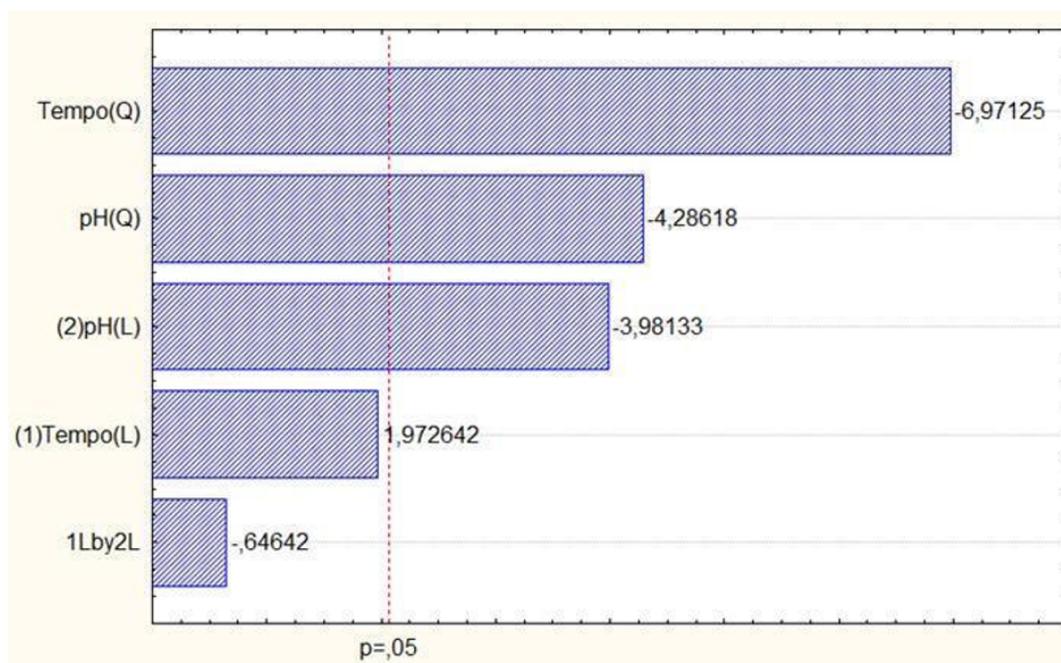
Fonte: elaborada pelas autoras (2023).

Antes de se considerar a aplicação biotecnológica de enzimas, é muito importante o conhecimento acerca dos parâmetros de extração, pois estes parâmetros influenciam na quantidade de enzima extraída e na sua atividade de enzimática, além de indicar potencialidades de aplicação dessas enzimas.

Os testes de superfície de resposta obtidos neste trabalho mostraram que o melhor pH para a extração de proteases está entre 6 e 8 e o melhor tempo foi de 60 minutos, sendo então considerados como ótimos para a extração de proteases nessa espécie, pois foi observado maior atividade enzimática de proteases.

O gráfico de pareto (Figura 4) mostra a relação do tempo e do pH na extração da protease. De acordo com o gráfico, observou-se que tanto o tempo quanto o pH quadrático e o tempo linear interferiram negativamente na extração da enzima, ou seja, à medida que se aumentou o pH e o tempo de extração houve uma diminuição na extração enzimática. A influência negativa do tempo é devido à autólise da enzima, sendo que quanto maior o tempo de extração, maior a hidrólise. Isso ocorre devido ao maior tempo de contato entre as enzimas proteolíticas no meio de reação. Em relação ao pH de extração, também foi observado esse efeito negativo com o aumento do pH. Cada enzima possui um pH ótimo de extração e esse pH ótimo está relacionado com as características químicas da enzima e sua solubilidade de acordo com a ionização do meio, sendo que essa característica está relacionada à maior ou menor disponibilidade de íons H⁺.

Figura 4 - Gráfico de pareto mostrando a relação do tempo e do pH na extração de proteases.



Fonte: elaborada pelas autoras (2023).

A ausência de atividade proteolítica em *Echinolaena inflexa* pode estar relacionada à ação de inibidores de proteases presentes na solução, uma vez que houve maior atividade de inibidores no extrato dessas plantas.

CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que *Paspalum stellatum* e *Echinolaena inflexa* tiveram atividades enzimáticas e de inibidores enzimáticos diferentes. Esses resultados esboçam características dessas plantas que até então eram desconhecidas com relação às suas características bioquímicas. Isso é relevante quanto à aplicação dessas gramíneas como forrageiras na alimentação de animais, pois ambas apresentam algum tipo de fatores antinutricionais: a *Echinolaena inflexa* apresenta uma porcentagem elevada de inibidores de proteases em determinada época do ano (período das chuvas), que deve ser analisada antes de introduzi-la na alimentação dos animais. Já a *Paspalum stellatum* apresentou atividade de inibidor de α -amilase e presença de fenóis totais, que apesar de serem poucos, quando comparados com outras espécies de leguminosas, pode estar associada à baixa palatabilidade dessa espécie de gramínea. Além disso, os resultados apontam que tanto *Echinolaena inflexa* quanto *Paspalum stellatum* podem ter potenciais biotecnológicos, quando se pensa no uso de inibidores de proteases no controle biológico de pragas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Semíramis. Grupos fenológicos da comunidade de gramíneas perenes de um campo Cerrado no Distrito Federal, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 30, n. 8, p. 1073, 1995. Disponível em: [1067https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/211820/1/ Grupos-fenologicos-da-comunidade-de-gramineas.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/211820/1/Grupos-fenologicos-da-comunidade-de-gramineas.pdf). Acesso em: 26 nov. 2023.

ARNON, R. Papain. **Methods in Enzymology**, v. 19, p. 226–244, 1970. [https://doi.org/10.1016/00766879\(70\)19017-3](https://doi.org/10.1016/00766879(70)19017-3)

BARCELOS, Adauto F. *et al.* Fatores antinutricionais da casca e da polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1325-1331, 2001.

BARRETO, Ismar Leal. **O gênero Paspalum (Gramineae) no Rio Grande do Sul**. 1974. 272 f. Tese (Concurso à Livre Docência). Faculdade de Agronomia. Universidade do Rio Grande do Sul.

BERTAZZONI, Esther; DAMASCENO-JÚNIOR, Geraldo. Aspectos da biologia e fenologia de *Oryza latifolia* Desv. (Poaceae) no Pantanal sul-mato-grossense. **Acta Botanica Brasilica**. V. 25, n. 2, p. 476-486, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abb/v25n2/a23v25n2.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2023.

BFG - Brazil Flora Group. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). **Rodriguésia**, v. 69, n. 04, p. 1513-1527, 2018. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869402> Acesso em: 18 fev. 2024.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, n. 1 – 2, p. 248 – 254, 1976. DOI: 10.1006/abio.1976.9999

CARAMORI, Samantha S.; SOUZA, Amanda A.; FERNANDES, Kátia F. Caracterização bioquímica de frutos de *Inga alba* (Sw.) Willd. e *Inga cylindrica* Mart. (Fabaceae). **Revista Saúde e Ambiente**, v. 9, p. 16-23, 2008.

CARMONA, Ricardo; MARTINS, Carlos; FÁVERO, Alessandra. Características de sementes de gramíneas nativas do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 34, n. 6, p. 1067-1074, 1999. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X1999000600019>. Acesso em: 24 nov. 2023.

CHASE JR., Theodore; SHAW, Elliott. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 29, n. 4, p. 508-514, 1967. [https://doi.org/10.1016/0006-291X\(67\)90513-XCHEVREUIL](https://doi.org/10.1016/0006-291X(67)90513-XCHEVREUIL),

Larissa R. *et al.* Silvana C. Prospecção de inibidores de serinoproteinasas em folhas de leguminosas arbóreas da floresta Amazônica. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 1, p. 163 – 170, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/9rVkkqgXjDRC77j9d5dPg5Cr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 nov. 2024.

FATIBELLO-FILHO, O.; VIEIRA, I. Uso analítico de tecidos e de extratos brutos vegetais como fonte enzimática. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 455-464, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000300019>. Acesso em: 25 nov. 2023.

FILGUEIRAS, T.; RODRIGUES, R. Espécies Forrageiras - Poaceae. In: VIEIRA, Roberto; CAMILLO, Julcéia; CORADIN, Lidio. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste. Série Biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2016, p. 590-689. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-depublicacoes/-/publicacao/1073295/especies-nativas-da-flora-brasileira-de-valor-economico-atual-ou-potencial-plantas-para-o-futuro-regiao-centro-oeste>. Acesso em: 26 nov.2023.**

GOUVÊA, A. P.M.L.; VALLS, F.; M.; OLIVEIRA, R. C. Paspalum (Poaceae) das formações savânicas e campestres do Parque Ecológico Bernardo Sayão, Distrito Federal, Brasil. **Rodriguésia**, v. 71, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071020>. Acesso em: 18 fev.2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomass e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil - 1:250 000**. 2019. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169. Acesso em: 25 nov.2023.

HAGERMAN, Ann E.; BUTLER Larry G. Choosing appropriate methods and standards for assaying tannin. **Journal of Chemical Ecology**, v. 15, p. 1795–1810, 1989. DOI: 10.1007/BF01012267 45

KADOZAWA, P. *et al.* Atividade inibidora de amilase e protease de milho contra *Fusarium verticillioides* durante a germinação. **Semina: Ciências Agrária**, v. 27, p. 231-242, 2006.

KELLOGG, Elizabeth. Evolutionary history of the grasses. **Plant Physiology**. v. 125, n. 3, p. 1198-1205, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1104/pp.125.3.1198>. Acesso em: 25 nov.2023.

KLINK, Carlos.; MACHADO, Ricardo B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Revista Megadiversidade**, v. 1, n.1, p. 147-155, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228342037_A_conservacao_do_Cerrado_bras_ileiro. Acesso em: 25 nov.2023.

LIENER, I.E. Implication of antinutritional components in soybean foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 34, p. 31-67, 1994. <https://doi.org/10.1080/10408399409527649>

LIMA JÚNIOR, Dorgival M. *et al.* Fatores antinutricionais para ruminantes. **Acta Veterinária Brasília**, v.3, n. 4, p. 132-143, 2010. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4929567/mod_resource/content/1/FATORES%20ANTI-NUTRICIONAIS%20PARA%20RUMINANTES_Lima%20J%C3%BAnior.pdf. Acesso em: 18 fev.2024.

MANCINI FILHO, J., LAJOLO, F.M., VIZEU, D.M. Lectins from red kidney beans: radiation effect on agglutinating and mitogenic activity. **Journal of Food Science**, v. 44, n. 4, p.1194-1196, 1979.

Monteiro, M. R.P. *et al.* Qualidade proteica de linhagens de soja com ausência do inibidor de tripsina Kunitz e das isoenzimas lipoxigenases. **Revista de Nutrição**, Campinas, vol. 17, n.2, p. 195-205, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/D3HR95VGsQw6kGy3p5RtWbg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 fev.2024.

MOREIRA, R. A., PERRONE, J. C. Purification and partial characterization of lectin from *Phaseolus vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 59, n. 5, p. 783-787, 1987. DOI: 10.1104/pp.59.5.783

PINTO, Angelo.; SILVA, Dulce Helena; BOLZANI, Vanderlan; LOPES, Norberto; EPIFANIO, Rosângela. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Revista Química Nova**, v. 25, n.1, p. 45-61, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000800009>. Acesso em 25/11/2023.

PRICE, Martin L.; BUTLER, Larry G. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 25, n. 6, p. 1268-1273, 1976. <https://doi.org/10.1021/jf60214a034>

SINGH, R. S., BHARI, R., KAUR, H. P. Current trends of lectins from microfungi. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 31, p. 193-210, 2011. <https://doi.org/10.3109/07388551.2010.505911> 46

SILVA, Christian; OLIVEIRA, R.P. *Echinolaena inflexa* In: Flora e Funga do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB13191>. Acesso em: 26 nov.2023.

SILVA, Mara e SILVA, Maria Aparecida. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição, Campinas**, v.13, n.1, p. 3-9, 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-5273200000100001>. Acesso em: 25 nov.2023.

SILVA, Mara e SILVA, Maria Aparecida. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição**, v.12, n.1, p. 21-32, 1999. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52731999000100002>. Acesso em: 25 nov.2023.

SILVA, Maria de Lourdes *et al.* Caracterização química de glucanas fúngicas e suas aplicações. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 85-92, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n1/27862.pdf>. Acesso em: 25 nov.2023.

SOLERA, Maria Lúcia; LONGO, Mariana; TONON, Daphne; SOUZA, Caroline. Seleção de espécies vegetais para pelotização de sementes com aplicabilidade na recuperação de áreas degradadas pela mineração. **Revista IPT | Tecnologia e Inovação**, v. 6, n. 19, p. 25-42, 2022. Disponível em: <https://revista.ipt.br/index.php/revistaIPT/article/view/152> . Acesso em: 26 nov.2023.

SOUZA, Amanda; MORAES, Moemy; RIBEIRO, Rita de Cássia. Gramíneas do cerrado: carboidratos não-estruturais e aspectos ecofisiológicos. **Revista Acta Botânica Brasileira**, v. 19, n.1, p. 81-90, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abb/v19n1/v19n1a08.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2023.

SOUZA, Amanda. *et al.* Diurnal variations of non-structural carbohydrates in vegetative tissues of *Melinis minutiflora*, *Echinolaena inflexa* and *Lolium multiflorum* (Poaceae). **Brazilian Journal of Botany**. v. 28, n. 4, p. 755-763, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042005000400010>>. Acesso em: 25 nov.2023.

SOUZA, E. **Biodiversidade do bioma Cerrado**. EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_2_111200610412.html. Acesso em: 25 nov. 2023.

WARD, O. 3.49 – Proteases. In: YOUNG, Murray. **Comprehensive Biotechnology**. Canada: Academic Press. P. 571-582 , 2011.

ZAIA, D. Determinação de proteínas totais via espectrofotometria: vantagens e desvantagens dos métodos existentes. **Química Nova**, v. 21, n. 6, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S010040421998000600020> . Acesso em: 25 nov.2023.

ZUANAZZI, J.A.S. Flavonóides. In: SIMÔES, C.M.O. *et al.* **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 2.ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 489 – 640, 2000.



| CAPÍTULO 4

**FRUTOS SUBEXPLORADOS DO CERRADO BRASILEIRO:
UM OLHAR SOBRE SEUS COMPOSTOS BIOATIVOS
E POTENCIAL PARA SAÚDE HUMANA**

FRUTOS SUBEXPLORADOS DO CERRADO BRASILEIRO: UM OLHAR SOBRE SEUS COMPOSTOS BIOATIVOS E POTENCIAL PARA SAÚDE HUMANA

Josemar Gonçalves de Oliveira Filho^{4*}

Guilherme Freitas de Lima Hercos^{5**}

Mariana Buranelo Egea^{6***}

RESUMO

O bioma Cerrado é um *hotspot* de conservação que tem chamado a atenção por ser uma fonte relevante de matérias-primas alimentícias ricas em compostos bioativos, além de ser importante para a alimentação da população local. Este capítulo tem como objetivo apresentar o perfil de compostos bioativos encontrados em cinco frutos nativos do Cerrado brasileiro, sendo eles o jenipapo (*Genipa americana*), a mirindiba (*Buchenavia tomentosa*), o jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne) e a lobeira (*Solanum lycocarpum* A. St.-Hil), que ainda são pouco conhecidos, e, por isso, pouco utilizados pela população. Percebeu-se que o jenipapo, a mirindiba e a lobeira possuem umidade >70 g/100 g, enquanto o jatobá-do-cerrado possui teor de umidade mais baixo (13 g/100 g). O teor de proteína, lipídeo, carboidrato, fibra dietética e cinzas foi mais alto no jatobá-do-cerrado. O jenipapo possui iridoides como genipina, que contribuem com uma coloração azul, além de importantes atividades biológicas. A mirindiba é reconhecidamente uma fonte de ácido ascórbico e carotenoides, especialmente daqueles pró-vitamina A. Dessa forma, uma ampla divulgação científica e técnica desses frutos é importante para impulsionar o seu consumo assim como a sua comercialização.

Palavras-chave: *Genipa americana*. *Buchenavia tomentosa*. *Hymenaea stigonocarpa*. *Solanum lycocarpum*. Jenipapo. Mirindiba. Jatobá-do-cerrado. Lobeira.

^{4*} Agroecólogo, Mestre em Agroquímica e Tecnologia de Alimentos, e Doutor em Alimentos e Nutrição. Pesquisador de Pós-Doutorado em Nanotecnologia, Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP. E-mail: osemar.gooliver@gmail.com.

^{5**} Licenciado em Química pelo IF Goiano - campus Rio Verde, Mestre em Química pela IQ-UFU. Doutorando em Agroquímica pelo IF Goiano - campus Rio Verde. E-mail: guilherme.limahercos@gmail.com.

^{6***} Tecnóloga em Alimentos e Nutricionista, Mestre em Ciência de Alimentos, Doutora em Engenharia de Alimentos. Professora, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde. E-mails: mariana.egea@ifgoiano.edu.br.

INTRODUÇÃO

A dieta sempre foi o principal elo entre a nutrição e a medicina, uma vez que as dietas à base de plantas contribuem para a promoção da saúde e do bem-estar (Enrico, 2019). O consumo de frutas e vegetais está associado a um estilo de vida saudável e à redução da incidência de doenças crônicas e degenerativas (Boeing *et al.*, 2012). Esses benefícios estão relacionados às propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e citoprotetoras dos compostos bioativos encontrados nesses alimentos, incluindo fenólicos, carotenóides, ácido ascórbico, tocoferóis e muitos outros (Borges *et al.*, 2022).

Os compostos bioativos são substâncias derivadas do metabolismo secundário de plantas, animais ou micro-organismos como resultado de processos bioquímicos celulares. Desse modo, a ingestão desses compostos com propriedades biológicas afeta positivamente a saúde humana (Sorrenti *et al.*, 2023).

O Brasil possui uma enorme diversidade de variedades de frutas subexploradas e com potencial de mercado atrativo, além de ser um dos maiores produtores mundiais das chamadas frutas convencionais, como banana, laranja e melão (Valli *et al.*, 2018). À vista disso, o Cerrado brasileiro é um dos maiores biomas de savana do mundo, sendo a segunda maior região de vegetação do Brasil (Sano *et al.*, 2019). A grande distribuição geográfica do Cerrado brasileiro resulta em variabilidade edafoclimática, e conseqüentemente na presença de uma variedade de frutas nativas. As frutas do Cerrado brasileiro apresentam alto valor nutricional e atributos sensoriais, sugerindo seu potencial para utilização na indústria alimentícia. Não só isso, as frutas nativas também têm importância econômica e social para as comunidades locais (Nascimento *et al.*, 2020). Pesquisas têm demonstrado o grande potencial dos frutos do Cerrado na prevenção de doenças crônico-degenerativas e em doenças relacionadas à síndrome metabólica devido aos seus altos níveis de compostos bioativos (Santos *et al.*, 2022).

Em síntese, este capítulo tem como objetivo apresentar o perfil de compostos bioativos encontrados em cinco frutos nativos do Cerrado brasileiro, sendo eles o jenipapo (*Genipa americana*), a mirindiba (*Buchenavia tomentosa*), o jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne) e a lobeira (*Solanum lycocarpum* A. St.-Hil), por ainda serem pouco conhecidos, são pouco utilizados pela população.

Jenipapo (*Genipa Americana*)

A *Genipa americana* L. (**Figura 1**), uma espécie pertencente à família Rubiaceae, é encontrada em diversas regiões do Brasil, incluindo a Amazônia, a Caatinga, o Cerrado, a Mata Atlântica e o Pantanal (Gomes, 2020). Comumente conhecida como jenipapo, essa planta apresenta um caule de coloração cinza e esbranquiçada, folhas de formato longo em tons de verde-escuro, frutos arredondados de cor acastanhada e com um aroma característico e adocicado (Ono *et al.*, 2007). Quanto à sua fenologia, a espécie é funcionalmente dióica, exibindo cálices estreitos nas flores masculinas, e cálices que se assemelham a frutos nas flores femininas. Sua presença é observada tanto em áreas úmidas como em locais mais secos, e animais como veados, pacas, antas, aves e peixes desempenham um papel fundamental na dispersão das sementes (Ruzza *et al.*, 2020).

Figura 1 — Fruto de Jenipapo (*Genipa americana* L.) na árvore (1A) e fruto consumido na alimentação humana (1B)



Fonte: Canva (2023).

Na medicina tradicional, as frutas, as folhas e as cascas dessa espécie são usadas principalmente no tratamento de doenças renais e gástricas, mas também em outras, como câncer de próstata, obesidade, reumatismo, tosse alérgica, fraturas ósseas, gripe, infecções de garganta e em queimaduras. Além disso, são utilizadas para a regulação menstrual e como repelente, antibiótico, vermífugo e afrodisíaco (Ruzza *et al.*, 2020). Inclusive são incluídas no tratamento de algumas doenças que afetam o fígado, a exemplo da diabetes (Ribeiro *et al.*, 2017).

Os frutos dessa espécie são vendidos com mais frequência em feiras e em mercados locais (Silva *et al.*, 2020), sendo encontrados também nas beiras das estradas onde a espécie ocorre (Santos *et al.*, 2020); movimentando, assim, o comércio na região. Os frutos têm sido explorados principalmente na produção de bebidas alcoólicas, e em sucos, *smoothies*, doces e vinhos (Ruzza *et al.*, 2020).

De acordo com a **Tabela 1**, o fruto da *G. americana* apresenta elevado teor de umidade e considerável teor de energia e carboidratos. Além disso, esses frutos apresentam níveis consideráveis de vitaminas C (Souza *et al.*, 2012), compostos fenólicos e iridoides (Carvalho *et al.*, 2020).

Tabela 1 - Composição das partes comestíveis de quatro frutos subexplorados do Cerrado brasileiro

Parâmetro	Unidade	Jenipapo ⁷	Mirindiba ⁸	Jatobá do cerrado ⁹	Lobeira ¹⁰
Umidade	g/100 g	70,00-93,48	72,66	13,0	74,62
Proteína	g/100 g	0,16-3,97	0,32	8,0	3,9
Lípídeo	g/100 g	0,29-1,60	0,76	4,03	-
Carboidrato	g/100 g	4,43-22,10	20,86	26,4	10,97
Fibra dietética	g/100 g	1,15-50,00	23,37	47,8	4,54
Cinza	g/100 g	0,35-6,18	1,47	3,5	0,92
Valor energético	Kcal	49,88-99,00	91,57	503,93	56,4
Compostos fenólicos totais	mg GAE/100 g	857,16	2134,47-2827,1	14,52	462,10
Carotenoides totais	mg/100 g	-	1,4	-	1,2
α-caroteno	µg/g	-	11,77	-	-
β-caroteno	µg/g	-	12,72	68,71	-
Licopeno	µg/g	-	9,06	53,32	-
Vitamina C	mg/100 g	1,12-33,00	2018,4-4911,96	330,4	85,12
Iridóides	mg/g	0,2	-	-	-
Vitamina E	mg/100 g	-	4,05	-	-
Vitamina A	RAE/100g	-	-	281,7	-
Ferro	mg/100g	0,86	-	0,74	0,2
Zinco	mg/100g	-	-	1,11	0,4
Sódio	mg/100g	-	-	2,80	-
Cálcio	mg/100g	0,05	-	145	6,4
Magnésio	mg/100g	116,00	-	125	8,43
Potássio	mg/100g	1800,00	-	1352	396,17
Fósforo	mg/100g	98,00	-	107	-
Manganês	mg/100g	0,35	-	16,78	-
Cobre	mg/100g	0,56	-	0,79	0,33

Fonte: elaborada pelas autoras (2023).

GAE: Equivalente em ácido gálico, RAE: Equivalente em ácido retinóico.

Genipina e geniposídeo são os principais iridoides encontrados no fruto do jenipapo. O fruto apresenta considerável teor de genipina no endocarpo e no fruto inteiro, enquanto o geniposídeo apresenta alto teor no mesocarpo e na casca (Náthia-Neves *et al.*, 2018). A genipina possui considerável potencial econômico devido a sua propriedade de pigmentação, e, por isso, tem sido explorada como corante natural azul pela indústria de alimentos. Algumas propriedades biológicas já foram atribuídas à genipina como anti-inflamatória e o seu papel nas deficiências de memória induzidas por lipopolissacarídeos (LPS) (Leopoldini *et al.*, 2004).

Nesse contexto, estudos têm relatado diversas propriedades biológicas associadas ao fruto do jenipapo. Com isso, pesquisas demonstraram suas propriedades anticâncer (Li *et al.*, 2018) e seu efeito imunomodulador (Son *et al.*, 2015), bem como atividades relacionadas à regulação celular placentária (DA C, 2011) e à neuroproteção (Liu *et al.*, 2009). Além disso, em modelos animais, foram observadas outras atividades biológicas, como ação colerética (Mikami; Takikawa, 2008), efeitos anticancerígenos (Li *et al.*, 2018), atividade hepatoprotetora (Wu *et al.*, 2009), propriedades anti-inflamatórias (Viljoen *et al.*, 2012) e potencial hipoglicêmico (Wu *et al.*, 2009). Os estudos que caracterizaram esse fruto o identificaram como uma fonte de compostos bioativos, especialmente os iridoides. No entanto, a biodisponibilidade desses compostos e o seu potencial impacto na saúde ainda são pouco conhecidos (Bentes; Mercadante, 2014).

Os frutos de *G. americana* também são conhecidos por sua capacidade antioxidante (Son *et al.*, 2015). Santos *et al.* (2013) relataram que o extrato liofilizado dos frutos de *G. americana* apresentou capacidade de inibição do radical DPPH, variando de 33,2 a 36,2 %, e manteve maior estabilidade quando armazenado a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 30 dias. No tocante a isso, Neri-Numa *et al.* (2020) também revelaram atividade antioxidante dos frutos de *G. americana* pelos métodos DPPH (15,45-58,78 $\mu\text{mol ET/g}$ polpa de fruta liofilizada), ABTS (20,49-24,67 $\mu\text{mol ET/g}$ polpa de fruta liofilizada) e ORAC (336,47-571,36 $\mu\text{mol ET/g}$ polpa de fruta liofilizada).

Portanto, a eficácia antioxidante dos frutos do jenipapo aponta para o seu potencial na prevenção e/ou no tratamento de doenças relacionadas ao estresse oxidativo. Contudo, estudos futuros utilizando modelos *in vivo* deverão ser realizados para comprovar a eficiência desses extratos em condições fisiológicas.

Mirindiba (Buchenavia Tomentosa)

Buchenavia tomentosa Eichler é uma espécie nativa do Cerrado, com altura média de 5 m a 12 m e diâmetro de tronco de 30 cm a 50 cm (Mendonça *et al.*, 2008). Essa árvore é conhecida popularmente como mirindiba, embridiba, tarumarana ou tonimbuca (Costa *et al.*, 2011). A casca de seu caule é utilizada na medicina popular na forma de chá para o tratamento de tosse, como anti-hiperlipidêmico e anorexígeno (Silva *et al.*, 2010), e no tratamento de colesterol alto, diabetes e hipertensão (Ribeiro *et al.*, 2017).

Sua frutificação ocorre entre os meses de junho e setembro. Seus frutos possuem polpa carnuda e doce quando maduros, contendo uma única semente. Os frutos são consumidos *in natura* na forma de suco ou doce, e na medicina popular são utilizados no tratamento de tosse (Ferreira *et al.*, 2016).

Em algumas regiões, os frutos de *B. tomentosa* são considerados tóxicos para caprinos, ovinos e bovinos, causando problemas digestivos e abortos (Mello *et al.*, 2010). No entanto, estudos em ratos mostraram apenas toxicidades leves, como aumento na ingestão de comida e ganho de peso (Nunes *et al.*, 2010). Além do mais, não foram observados efeitos androgênicos, antiandrogênicos ou danos degenerativos em ratos que receberam o extrato aquoso dos frutos, indicando que a toxicidade parece variar entre espécies (Ferreira *et al.*, 2016).

De acordo com a **Tabela 1**, o fruto apresenta elevado teor de umidade e considerável teor de energia e de carboidratos. Nesse sentido, estudos têm revelado que os frutos de *B. tomentosa* são uma rica fonte de compostos bioativos como vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos totais. A polpa da *B. tomentosa* apresenta um elevado teor de compostos fenólicos totais (2134,47- 2827,1 mg GAE/100 g) (**Tabela 1**), destacando-se quando comparada a outras frutas do Cerrado. Em comparação, estudos identificaram teores mais baixos, como 35,7 mg/100 g para aracá-boi e até 512,3 mg/100 g para puçá-preto (Borges *et al.*, 2016). Outros frutos como açaí, acerola, frutos de caju, camu-camu, jabuticaba e mangaba também possuem teores fenólicos totais inferiores quando comparados à mirindiba, variando de 118 mg/100 g a 1.176 mg/100 g (Rufino *et al.*, 2010). Isso evidencia a *B. tomentosa* como uma rica fonte de compostos fenólicos em comparação com outras frutas da região do Cerrado.

Não só isso, o teor de ácido ascórbico dos frutos de *B. tomentosa* (2018,4-4911,96 mg GAE/100 g) é maior do que o de frutas que são conhecidas por terem alto teor dessa vitamina, como acerola e camu-camu (1357 e 1882 mg/100 g respectivamente) (Rufino *et al.*, 2010). Além disso, o conteúdo de vitamina C da mirindiba foi superior ao relatado para diversas frutas tropicais brasileiras: umbu, cajá, mangaba, gurguri, jambolão, jussara e murta, que continham concentrações de ácido ascórbico de 18,4; 26,5; 190; 27,5; 112; 186, e 181 mg/100 g respectivamente (Rufino *et al.*, 2010).

Os frutos de *B. tomentosa*, tanto na polpa quanto na casca, são reconhecidos como uma fonte rica de carotenoides totais (1,4 mg/100 g) (**Tabela 1**), em especial o β -caroteno e o licopeno. O teor de β -caroteno (12,72 μ g/g) encontrado na *B. tomentosa* supera significativamente os níveis relatados em outras frutas brasileiras, como carnaúba (6 μ g/g), cagaita (3,9 μ g/g), jatobá (3,9 μ g/g), mangaba (0,6 μ g/g), murici (11 μ g/g), umbu (10 μ g/g), cajá (7 μ g/g) e caju (4 μ g/g) (Moreira-Araújo *et al.*, 2019; Rufino *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2011). No caso do licopeno (9,06 μ g/g), as concentrações totais na polpa e na casca da *B. tomentosa* também excedem aquelas encontradas em outras frutas, como mangaba (4,0 μ g/g), aracá (2,6 μ g/g), marolo (3,4 μ g/g), araticum (0,2 μ g/g) e cagaita (0,6 μ g/g); isso ressalta o potencial da *B. tomentosa* como uma fonte de carotenóides em comparação com outras frutas brasileiras.

Consoante a isso, Ferreira *et al.* (2022) avaliaram a bioacessibilidade *in vitro* de ácido ascórbico e fenólicos totais na casca e na polpa de *B. tomentosa*. Na polpa, a taxa de bioacessibilidade *in vitro* foi de 3,94% para o ácido ascórbico e 38,33% para os fenólicos totais. Na casca, a taxa de bioacessibilidade *in vitro* para o ácido ascórbico foi de 8,18%, enquanto para os fenólicos totais foi de 26,13%. Os resultados sugerem que a *B. tomentosa* pode ser uma fonte valiosa de compostos bioativos, potencialmente benéficos para as comunidades do Cerrado em termos de renda e nutrição.

Os frutos de *B. tomentosa* demonstraram possuir elevada atividade antioxidante (CI_{50} 325,59 \pm 6,83 g de polpa/g de DPPH). Essa capacidade antioxidante supera aquela encontrada em outros frutos, tais como puçá-preto, camu-camu e acerola, que apresentam valores de capacidade antioxidante (CI_{50} 50g/g

DPPH) de 414, 478 e 670 g de fruto/g de DPPH respectivamente. Ademais, a atividade antioxidante da *B. tomentosa* também se destaca quando comparada a outras frutas populares no Brasil, como açaí, caju e jabuticaba, que exibem valores de CI_{50} de 4.264, 7.142 e 1.472 g de fruta/g de DPPH (Rufino *et al.*, 2010).

À vista disso, a notável capacidade antioxidante da *B. tomentosa* pode estar associada à abundância de compostos fenólicos totais e ao ácido ascórbico encontrados no fruto (**Tabela 1**). Esses compostos antioxidantes desempenham um papel importante na inibição e na redução dos efeitos prejudiciais das espécies de radicais livres, atuando por meio de diversos mecanismos. Dessa forma, eles ajudam a diminuir o estresse oxidativo e a mitigar os danos acumulativos que podem contribuir para o desenvolvimento de doenças como câncer e doenças cardíacas (Unsal *et al.*, 2020). Por essa razão, a *B. tomentosa* pode ser considerada uma aliada na prevenção de doenças relacionadas ao estresse oxidativo em virtude de suas propriedades antioxidantes.

Jatobá-Do-Cerrado (*Hymenaea Stigonocarpa* Mart. Ex Hayne)

O jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne) é uma árvore da família das Leguminosae, nativa do Cerrado e Cerradão, ocorrendo nos estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Bahia, São Paulo e no Distrito Federal (Silva *et al.*, 2001). Essa espécie, também chamada de jatobá-capão, jatobá-da-casca-fina, jatobá-do-campo e jatobá-de-vaqueiro, em idade adulta, atinge aproximadamente 20 metros de altura, tendo 20 cm de diâmetro à altura do peito (1,3 m do solo), florescendo entre os meses de dezembro e fevereiro. Seu tronco é sinuoso, tendo um fuste curto, suas ramificações são dicotômicas e a copa é baixa (Carvalho, 2007). A casca dessa leguminosa, que mede em torno de 3 cm e possui uma coloração pardo avermelhada, é utilizada na medicina popular para o tratamento de dores estomacais, asma, bronquite, úlceras, diarreia, gripe e tosse (Dimech *et al.*, 2013).

Os frutos do jatobá-do-cerrado (Figura 2) ocorrem entre os meses de setembro e novembro, detendo um formato aproximadamente cilíndrico a oblongo, sua polpa é seca e dura, possuindo de uma a sementes (Pereira *et al.*, 2011). A principal forma de consumo da *H. stigonocarpa* é através da farinha da polpa, sendo esta utilizada na culinária regional para o preparo de bolos, pães, biscoitos e misturada ao leite. Acerca disso, estudos apontam que o consumo desse fruto proporciona benefícios para a saúde, tais como efeitos antidiarreicos, gastroprotetores e cicatrizantes em úlceras gástricas (Olivieri; Freitas; Areas, 2024).

Figura 2 — Frutos de jatobá-do-cerrado com casca e sem casca



Fonte: Canva, 2023.

De acordo com a **Tabela 1**, os frutos de jatobá-do-cerrado apresentam quantidades significativas de fibras ($47,8 \pm 1,71$ g/100g) (Silva *et al.*, 2014) e um baixo valor energético ($503,93 \pm 0,72$ Kcal/kg) (Menezes Filho *et al.*, 2019). A fibra é importante para a saúde humana porque tem a capacidade de absorver água no intestino grosso, aumentar a motilidade intestinal e reduzir o risco de problemas de cólon, como prisão de ventre e câncer. Além disso, a fibra reduz os níveis séricos de triglicerídeos e glicose (Carneiro *et al.*, 2019). Somado a isso, tendo em vista que 100 g de porção comestível do fruto contêm 50 kcal, o valor calórico do jatobá-do-cerrado é considerado alto (Brasil, 2012). Nesse sentido, outro nutriente a ser destacado é a grande concentração de potássio presente nesse fruto ($1352 \pm 59,00$ g/100g) (Silva *et al.*, 2014), superando espécies típicas do Cerrado como o murici ($103,05$ g/100g) e a graviola ($163,14$ g/100g) (Souza, 2012); e frutas conhecidas popularmente por serem ricas em relação a esse mineral, a exemplo da banana prata ($1180 \pm 1,63$ g/100g) (Borges *et al.*, 2009). Ressalta-se, ainda, que estudos indicam que a ingestão de potássio reduz significativamente a pressão arterial em indivíduos com ou sem hipertensão (Houston, 2011).

Por conseguinte, o fruto do jatobá-do-cerrado possui um quantitativo considerável de compostos bioativos. Acerca disso, Menezes Filho *et al.* (2019) reportam que no arilo do fruto há $68,71$ µg EAG/100g de β-caroteno, valores superiores aos encontrados em frutas tradicionais como na polpa do abacaxi ($42,86$ µg EAG/100g) e da goiaba ($52,12$ µg EAG/100g). O β-caroteno é geralmente conhecido como precursor da vitamina A, porém ela tem mais efeitos benéficos à saúde, incluindo efeito antioxidante, prevenção de doenças cardiovasculares e combate a vários tipos de câncer, tais como câncer de mama, câncer de próstata, câncer de pulmão, câncer de cólon e câncer de pele, além de ser útil para a prevenção de doenças metabólicas como diabetes e obesidade, e promover a saúde da pele (Ebadi, 2023).

A vitamina C (ácido ascórbico) é outro composto bioativo de destaque nos frutos do jatobá-do-cerrado. Sobre isso, Rocha *et al.* (2023) evidenciaram que a polpa dessa leguminosa tem $330,4 \pm 61,5$

mg/100g de vitamina C em sua composição – esses valores são superiores aos encontrados no araticu-do-mato (0,029 mg/g), um fruto do cerrado brasileiro; e no maracujá (0,36 mg/g), uma fruta tradicional na alimentação humana (Pereira *et al.*, 2013). A vitamina C desempenha um papel fundamental no organismo, contribuindo de maneira significativa para promover a saúde do corpo humano. Suas diversas funções bioquímicas englobam a ativação de enzimas específicas, a síntese do colágeno, o estímulo de hormônios, a ação antioxidante, a detoxificação da histamina, o fortalecimento das funções fagocíticas dos leucócitos, a formação de nitrosaminas e a hidroxilação da prolina, entre outras. No contexto da saúde humana, a vitamina C está associada à diminuição da incidência de câncer, à regulação da pressão arterial, ao reforço do sistema imunológico, à influência sobre o metabolismo de medicamentos e à promoção da excreção urinária da hidroxiprolina, facilitando, assim, a regeneração dos tecidos.

Nesse sentido, a capacidade antioxidante reportada por Menezes *et al.* (2019) ($87,13 \pm 0,48$ EC50 g/g DPPH) indica que os frutos de jatobá-do-cerrado exibem uma notável capacidade antioxidante, o que os tornam eficazes na proteção contra os efeitos prejudiciais dos radicais livres.

Lobeira (*Solanum Lycocarpum* A. St.-Hil)

A *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil, também conhecida como lobeira, fruta-do-lobo, jurubeba-lobeira ou jurubebão, é um arbusto ou árvore pertencente à família Solanaceae. É nativa do Brasil, sendo encontrada nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, ocorrendo naturalmente em florestas, campos e matas ciliares, especialmente no Cerrado brasileiro. É uma planta de médio porte, com altura que varia de 2 a 5 metros e diâmetro à altura do peito de 30 cm. Possui folhas simples, alternadas, lanceoladas ou oblongas, com margens inteiras ou serrilhadas, são usadas popularmente para o tratamento de acnes, diarreia e disenteria. As flores são pequenas, brancas ou amareladas, reunidas em inflorescências racemosas (**Figura 3**) (Carvalho, 2010; Lorinzi, 1992; Roesler *et al.*, 2007).

Figura 3 - Flores e folhas da *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil



Fonte: Canva (2023).

O fruto é uma baga globosa, normalmente com 1-2 cm de diâmetro, que contém numerosas sementes pequenas, de cor vermelha ou preta, com polpa comestível (Carvalho, 2010). Ele pode ser consumido fresco, cozido, na forma de suco ou de doces. As sementes contêm uma pequena quantidade de um alcaloide tóxico chamado solanina, que pode causar náuseas, vômitos e diarreia, por conta disso é

recomendado retirar as sementes antes de consumir o fruto (Barbosa *et al.*, 2014). Na medicina popular, os frutos da lobeira são usados no tratamento de diarreia, prisão de ventre, asma, bronquite, artrite e dores de cabeça (Pinto, 2016).

De acordo com a **Tabela 1**, os frutos da lobeira apresentam um elevado teor de umidade. Nesse contexto, Arruda *et al.* (2022) reportam que os frutos da *S. lycocarpum* St. H. contêm $74,62 \pm 0,11\%$ de umidade em sua composição. Esse resultado foi superior aos encontrados para outros frutos típicos do Cerrado, a exemplo do pequi ($45,1 \pm 2,2\%$), do jatobá-do-cerrado ($17,1 \pm 0,1\%$) e do baru ($17,1 \pm 0,4\%$) (Almeida *et al.*, 2019). Assim, ressalta-se que a umidade dos alimentos é um fator importante para a sua preservação (Sharif *et al.*, 2017). Além disso, frutas com alto teor de umidade estão associadas a um menor risco de doenças crônicas, como doenças cardíacas, derrame e câncer. Isso provavelmente é consequência do seu alto teor de vitaminas, minerais e antioxidantes (Wang *et al.*, 2021).

Os frutos da lobeira têm em sua composição quantidades significativas de compostos bioativos como os fenólicos totais, os carotenoides totais e uma boa atividade antioxidante. Segundo Pereira *et al.* (2019), a polpa da *S. lycocarpum* contém $462,10 \pm 26,55$ mg EAG/100g de compostos fenólicos totais. Esse teor é superior aos relatados em outros frutos do Cerrado por Finco *et al.* (2012), para o buriti ($53,18 \pm 3,73$ mg EAG/100g), a cagaita ($32,26 \pm 0,05$ mg EAG/100g) e o murici ($298,26 \pm 8,06$ mg EAG/100g). Os compostos fenólicos são compostos bioativos presentes em frutas que têm sido associados à redução do risco de doenças não transmissíveis (Wang *et al.*, 2012). Estudos *in vitro* demonstraram que os compostos fenólicos têm propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antiproliferativas. Essas propriedades podem contribuir para a prevenção de doenças como câncer, diabetes e doenças cardiovasculares (Haminiuk *et al.*, 2012).

Outra classe de compostos bioativos presente na composição do fruto da lobeira são os carotenoides totais. Consoante a isso, Almeida *et al.* (2019) relataram que a polpa do fruto tem $1,2$ mg/100 g de carotenoides totais, valores maiores que os encontrados em outras espécies nativas do Cerrado, como o murici ($1,1$ mg/100 g), o caju ($0,4$ mg/100 g) e a mangaba ($0,3$ mg/100 g) (Rufino *et al.*, 2010). Os carotenóides são pigmentos naturais encontrados em frutas, vegetais e outros alimentos, eles são conhecidos por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e imunomoduladoras. Estudos sugerem que os carotenóides podem ajudar a prevenir uma variedade de doenças crônicas, incluindo câncer, doenças cardiovasculares e degeneração macular relacionada à idade (Bergmann *et al.*, 2021).

A atividade antioxidante apresentada pela lobeira ($2,9 \pm 0,06$ $\mu\text{M/g}$) é superior à de outros frutos típicos, como o pequi ($1,7 \pm 0,0$ $\mu\text{M/g}$) e o macaúba ($2,6 \pm 0,2$ $\mu\text{M/g}$) (Almeida *et al.*, 2019). Os antioxidantes são moléculas que podem neutralizar os radicais livres, moléculas instáveis que podem causar danos às células. A peroxidação lipídica é um processo químico que ocorre quando os lipídios (gorduras) são oxidados por radicais livres. Esse processo é uma das principais causas da deterioração de alimentos e produtos farmacêuticos. Ao retardar a peroxidação lipídica, os antioxidantes podem ajudar a proteger alimentos e produtos farmacêuticos da deterioração. Eles podem ser adicionados aos alimentos e produtos farmacêuticos durante o processamento ou armazenamento para ajudar a prolongar a vida útil (Guilcin, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo proporcionou uma visão abrangente do perfil de compostos bioativos presentes em quatro frutos nativos do Cerrado brasileiro: o jenipapo (*G. americana*), a mirindiba (*B. tomentosa*), o jatobá-do-cerrado (*H. stigonocarpa* Mart. ex Hayne) e a lobeira (*S. lycocarpum* A. St.-Hil). Esses frutos, apesar de ainda não serem amplamente conhecidos e utilizados pela população, demonstraram ser ricos em compostos bioativos, tais como fenólicos, carotenoides, vitaminas e outros, que desempenham papéis fundamentais na promoção da saúde. Diante disso, fica evidente o potencial desses frutos para que haja mais exploração, particularmente entre a população local, como uma fonte valiosa de nutrientes e possibilidade de diversificação da renda.

Portanto, é importante incentivar a pesquisa, a educação e a conscientização sobre a importância desses frutos na alimentação humana, a fim de promover seu consumo e cultivo sustentável. Além disso, medidas práticas como o desenvolvimento de produtos alimentares à base desses frutos e a integração deles em programas de agricultura sustentável podem contribuir significativamente para a valorização e preservação do patrimônio natural do Cerrado, ao mesmo tempo que melhoram a qualidade de vida das comunidades locais.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. B. D. *et al.* Assessment of chemical and bioactive properties of native fruits from the Brazilian Cerrado. **Nutrition & Food Science**, Leeds, v. 49, n. 3, p. 381-392, 2019.
- ARRUDA, H. S.; ARAÚJO, M. V. L.; JUNIOR, M. R. M. Underexploited Brazilian cerrado fruits as sources of phenolic compounds for diseases management: A review. **Food Chemistry: Molecular Sciences**, [s. l.], p. 100-148, 2022.
- BARBOSA, F. *et al.* Cytotoxic activity of glycoalkaloids extract from fruits of *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. **BMC Proceedings**, [s. l.], 2014.
- BENTES, A. de S.; MERCADANTE, A. Z. Influence of the stage of ripeness on the composition of iridoids and phenolic compounds in genipap (*Genipa americana* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 62, n. 44, p. 10800-10808, 2014.
- BERGMANN, A. *et al.* Benefícios do consumo de carotenóides a partir de frutas nativas do Brasil: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, [s. l.], v. 15, n. 97, p. 1158-1168, 2021.
- BOEING, H. *et al.* Critical review: vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. **European journal of nutrition**, [s. l.], v. 51, p. 637-663, 2012.
- BORGES, A.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. Caracterização da farinha de banana verde. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 29, p. 333-339, 2009.

BORGES, P. R. S. *et al.* The bioactive constituents and antioxidant activities of ten selected Brazilian Cerrado fruits. **Food Chemistry: X**, [s. l.], v. 14, p. 100-268, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre informação nutricional complementar. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 2012.

CARDOSO, D. R. *et al.* Genipap flour and its technological potential for food production and manufacturing. Research, **Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 16, 2021.

CARNEIRO, N. S. *et al.* Eugenia klotzschiana O. Berg fruits as new sources of nutrients: determination of their bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 62, 2019.

CARVALHO, P. E. R. **Jatobá-do-cerrado-Hymenaea stigonocarpa**. Colombo, PR: Embrapa, 2007.

CARVALHO, P. E. R. **Lobeira**: Solanum lycocarpum. Brasília, DF: Embrapa, 2010.

COSTA, A. M. D. *et al.* Toxic plants of animal interest in an Amazonian and cerrado ecotone region Part II. **Acta Veterinaria Brasilica**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 317-324, 2011.

DIMECH, G. S.; SOARES, L. A. L.; FERREIRA, M. A.; DE OLIVEIRA, A. G. V.; CARVALHO, M. D. C.; XIMENES, E. A. Phytochemical and antibacterial investigations of the extracts and fractions from the stem bark of *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne and effect on ultrastructure of *Staphylococcus aureus* induced by hydroalcoholic extract. **The Scientific World Journal**, [s. l.], v. 20, 2013.

EBADI, M. *et al.* Handbook of Food Bioactive Ingredients: Properties and Applications. **Springer International Publishing**, [s. l.], p. 1-26, 2023.

ENRICO, C. Nanotechnology-based drug delivery of natural compounds and phytochemicals for the treatment of cancer and other diseases. **Studies in natural products chemistry**, v. 62, p. 91-123, 2019.

RIBEIRO, R. V.; BIESKI, I. G. C.; BALOGUN, S. O.; MARTINS, D. T. de O. Ethnobotanical study of medicinal plants used by ribeirinhos in the North Araguaia microregion, Mato Grosso, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 205, p. 69-102, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2017.04.023>. PMID:28476677.

FERREIRA, B. A.; SILVA, A. R. A. da; FILBIDO, G. S.; NARITA, I. M. P.; PINHEIRO, A. P. de O.; SILVA, D. da C. e; NASCIMENTO, E.; VILLA, R. D.; OLIVEIRA, A. P. de. In vitro bioaccessibility of the bioactive compounds and minerals in the pulp and peel of *Buchenavia tomentosa* Eichler fruits and their antioxidant capacities. **Measurement: Food**, [s. l.], v. 8, p. 100-064, 2022.

FERREIRA, M. D. S. *et al.* Evaluation of the reproductive toxic potential of buchenavia sp fruit extract in male impersonal wistar rats. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, PR, v. 21, n. 2, p. 79-86, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v21i2.47849>.

FINCO, F. A.; SILVA, I. G.; OLIVEIRA, R. Características físicas e químicas e atividade antioxidante de três frutos nativos do Cerrado (Savana Brasileira). **Alimentos e Nutrição Araraquara**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 179-185, 2012.

GLORIA, E. C *et al.* Physicalchemical and biochemical characterization of Buchenavia tomentosa Eichler fruits. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 39, p. 22-27, 2018.

GÜLCIN, I. Antioxidant activity of food constituents: an overview. **Archives of toxicology**, [s. l.], v. 86, p. 345-391, 2012.

HAMACEK, F. R. Nutritional value, physical and physical chemical characterization of the jenipapo (Genipa americana L.) from cerrado of Minas Gerais/Valor nutricional, caracterizacao fisica e fisicoquimica de jenipapo (Genipa Americana L.) do cerrado de minas gerais. **Alimentos e Nutricao (Brazilian Journal of Food and Nutrition)**, Marília, v. 24, n. 1, 2013.

HAMINIUK, C. W. Phenolic compounds in fruits—an overview. **International Journal of Food Science & Technology**, [s. l.], v. 47, n. 10, p. 2023-2044, 2012.

HOUSTON, M. C. The importance of potassium in managing hypertension. **Current hypertension reports**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 309-317, 2011.

WU, S. *et al.* Effect of geniposide, a hypoglycemic glucoside, on hepatic regulating enzymesin diabetic mice induced by a high-fat diet and streptozotocin. **Acta Pharmacologica Sinica**,v. 30, n. 2, p. 20

LEOPOLDINI, M.; MARINO, T.; RUSSO, N.;TOSCANO, M. Antioxidant properties of phenolic compounds: H-atom versus electron transfer mechanism. **The Journal of Physical Chemistry A**, [s. l.], v. 108, n. 22, p. 4916-4922, 2004.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.

MELLO, G. W. S. *et al.* Toxic plants for ruminants and equidae in northern Piauí. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 1-9, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100736X2010000100001>.

MENDONÇA, R. C. *et al.* Flora vascular do bioma cerrado: checklist com 12.356 espécies. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA, v. 2, 2008, p. 421-1279

MENEZES FILHO, A. C. P. de. *et al.* Parâmetros físico-químicos, tecnológicos, atividade antioxidante, conteúdo de fenólicos totais e carotenóides das farinhas dos frutos do jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne). **Multi-Science Journal**, Rio Verde, v. 2, n. 1, p. 93-100, 2019.

MIKAMI, M.; TAKIKAWA, H. Effect of genipin on the biliary excretion of cholephilic compounds in rats. **Hepatology Research**, v. 38, n. 6, p. 614-621, 2008.

MOREIRA-ARAÚJO, R. S. dos R. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activity three fruit species from the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, SP**, v. 41, n. 3, 2019.

NASCIMENTO, A. L. A. A. *et al.* Chemical characterization and antioxidant potential of native fruits of the Cerrado of northern Minas Gerais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 23, 2020.

NÁTHIA-NEVES, G. *et al.* Extraction of bioactive compounds from genipap (*Genipa americana* L.) by pressurized ethanol: Iridoids, phenolic content and antioxidant activity. **Food Research International**, [s. l.], v. 102, p. 595-604, 2017.

NERI-NUMA, I. A. *et al.* Genipap (*Genipa americana* L.) fruit extract as a source of antioxidant and antiproliferative iridoids. **Food Research International**, v. 134, p. 109-252, 2020.

NUNES, H. M. M.; PAIVA, J. A. *et al.* Effects of *Buchenavia tomentosa* consumption on female rats and their offspring. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, PR, v. 32, n. 4, p. 423-429, 2010.

OLIVIERI, C. M. R., Freitas, R. A. M. S., Arêas, J. A. G. Jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) pulp positively affects plasma and hepatic lipids and increases short-chain fatty acid production in hamsters fed a hypercholesterolemic diet. **Food Research International**, v. 175, p. 113766, 2024.

ONO, M. *et al.* Three new monoterpenoids from the fruit of *Genipa americana*. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, [s. l.], v. 55, n. 4, p. 632-634, 2007.

PACHECO, P. *et al.* Composição centesimal, compostos bioativos e parâmetros físico-químicos do jenipapo (*Genipa americana* L.) in natura. **Demetra: alimentação, nutrição & saúde**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 1041-1054, 2014.

PEREIRA, A. P. A. *et al.* A comprehensive characterization of *Solanum lycocarpum* St. Hill and *Solanum oocarpum* Sendtn: Chemical composition and antioxidant properties. **Food Research International**, [s. l.], v. 124, p. 61-69, 2019.

PEREIRA, M. C. *et al.* Characterization, bioactive compounds and antioxidant potential of three Brazilian fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 19-24, 2013.

PEREIRA, S. R. *et al.* Tamanho de frutos e de sementes e sua influência na germinação de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* var. *stigonocarpa* Mart. ex Hayne, Leguminosae-Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, p. 141-148, 2011.

PINTO, P. C. R. **Consumo alimentar de frutos do cerrado, fontes de vitamina A, por moradoras de comunidades das cidades satélites do Distrito Federal**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) — Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

RIBEIRO, R. V. *et al.* (2017). Ethnobotanical study of medicinal plants used by Ribeirinhos in the North Araguaia microregion, Mato Grosso, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 205, p. 69-102, 2017.

ROESLER, R. *et al.* Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Food Science and Technology**, v. 27, p. 53-60, 2007.

RUFINO, M. do S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

RUFINO, M. S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

RUZZA, D. A. C. *et al.* Etnobotânica do jenipapo (*Genipa americana* L., Rubiaceae) entre agricultores no município de Carlinda, Mato Grosso, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 8, p. 61161-61184, 2020.

SANO, E. E. *et al.* Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 232, p. 818-828, 2019.

SANTOS, D. C. dos. *et al.* Ameliorating effects of metabolic syndrome with the consumption of rich-bioactive compounds fruits from Brazilian Cerrado: A narrative review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [s. l.], v. 62, n. 27, p. 7632-7649, 2022.

SHARIF, Z. I. M. *et al.* Review on methods for preservation and natural preservatives for extending the food longevity. **Chemical Engineering Research Bulletin**, [s. l.], v. 19, 2017.

SILVA, A. R. A. da. *et al.* Caracterização físico-química do fruto (*Buchenavia tomentosa* Eichler) em bioma do Cerrado Matogrossense. In: CORDEIRO, A. M. C.; SILVA, E. M da; SILVA, B. A. da. **Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas**. São Paulo: Editora Científica Digital, 2021. p. 180-191.

SILVA, C. P. da. Chemical composition and antioxidant activity of jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) flour. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 34, p. 597-603, 2014.

SILVA, M. A. B. da. *et al.* Ethnobotanical survey of plants used as antihyperlipidemic and anorexigenic by the population of Nova Xavantina-MT, Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia, Curitiba**, v. 20, n. 4, p. 549-562, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2010000400014>.

SILVA, M. R. *et al.* Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 21, p. 176-182, 2001.

SON, M. *et al.* Genipin as a novel chemical activator of EBV lytic cycle. **Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 53, p. 155-165, 2015.

SORRENTI, V. *et al.* Recent advances in health benefits of bioactive compounds from food wastes and by-products: Biochemical aspects. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 24, n. 3, 2023.

SOUZA, V. R. de. *et al.* Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

SOUZA, V. R. de. *et al.* Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

UNSAL, V. *et al.* The role of natural antioxidants against reactive oxygen species produced by cadmium toxicity: a review. **Advanced pharmaceutical bulletin**, v. 10, n. 2, p. 184, 2020.

VALLI, M.; RUSSO, H. M.; BOLZANI, V. S. The potential contribution of the natural products from Brazilian biodiversity to bioeconomy. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 90, p. 763-778, 2018.

VILJOEN, A.; MNCWANGI, N.; VERMAAK, I. Anti-inflammatory iridoids of botanical origin. **Current medicinal chemistry**, v. 19, n. 14, p. 2104-2127, 2012.

WANG, D. D. *et al.* Fruit and vegetable intake and mortality: results from 2 prospective cohort studies of US men and women and a meta-analysis of 26 cohort studies. **Circulation**, Greenville, v. 143, n. 17, p. 1642-1654, 2021.

WANG, L. *et al.* Fruit and vegetable intake and the risk of hypertension in middle-aged and older women. **American Journal of Hypertension**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 180-189, 2012.



| CAPÍTULO 5

**PLANTAS TÓXICAS DO CERRADO E O SEU IMPACTO NA
PECUÁRIA BOVINA: EXPLORANDO CONHECIMENTOS
TRADICIONAIS E EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS**

PLANTAS TÓXICAS DO CERRADO E O SEU IMPACTO NA PECUÁRIA BOVINA: EXPLORANDO CONHECIMENTOS TRADICIONAIS E EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS

Danielle de Moura Cordeiro Dobre 7*

Althieris de Souza Saraiva 8 **

RESUMO

Na pecuária brasileira, assim como na pecuária de muitos outros países, uma significativa causa de prejuízo é a ingestão de plantas tóxicas. As intoxicações por plantas em animais de produção no Brasil são conhecidas desde a época da colonização do nosso país, e, ainda nos dias de hoje, estão entre as causas mais comuns de morte de bovinos adultos, resultando em perdas econômicas. Entende-se por planta tóxica toda aquela que é capaz de causar determinada doença no animal ou até mesmo a morte quando consumida em condições naturais. A intoxicação por plantas no Brasil é apontada como uma das principais causas de morte de animais, principalmente bovinos, sendo capaz de afetar a economia do país e influenciando diretamente a produção animal, o que acaba acarretando sérios prejuízos econômicos ao agronegócio. Embora diversos estudos já tenham sido feitos a respeito de plantas tóxicas de interesse pecuário no Brasil, ainda são escassas as informações sobre as intoxicações por plantas em regiões de Cerrado, em particular nos estados de Tocantins e Goiás. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo fazer um levantamento bibliográfico das principais plantas tóxicas para os bovinos nos estados de Tocantins e Goiás, tendo em vista a relevância da pecuária para a economia desses estados. De acordo com o estudo realizado, no Brasil existem em torno de 131 espécies de plantas tóxicas, que são responsáveis por cerca de 7% a 15% das mortes em bovinos, sendo identificadas 34 espécies de plantas tóxicas descritas nos estados de Tocantins e Goiás. Desse modo, o presente estudo acrescenta novas e importantes informações aos produtores rurais e profissionais da área a respeito das plantas tóxicas regionais, o que contribui para a redução das intoxicações e perdas de animais.

Palavras-chave: Fitotoxicidade. Forrageiras. Intoxicação.

7* Possui doutorado em Ciências Animais (2011) e Mestrado em Ciências Biológicas (Biologia Molecular) pela Universidade de Brasília (2001), Pós-Graduação *Lato Sensu* em Produção Sustentável de Bovinos pelo Instituto Federal Goiano (2020), Graduação em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade de Brasília (1997). Professora Titular da Universidade Católica de Brasília de 1999 a 2012. Professora do Curso de Licenciatura em Biologia EAD/UAB, pólo Universidade Federal do Tocantins/Arraias de 2008 a 2013. Atualmente atua como Inspectora de Recursos Naturais no Instituto de Natureza do Estado do Tocantins.

8** Possui doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins (UFT) com período sanduíche na Universidade de Aveiro, Portugal, no programa Biology and Ecology of Global Change. Obteve o título de mestre em Produção Vegetal (2012) e a graduação em Agronomia (2010), ambos pela UFT. Antes da graduação, concluiu o curso técnico em Agricultura pelo Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET) de Urutaí em 2004 e, no ano seguinte, o curso técnico em Sistemas de Informação pela mesma instituição. Professor EBTT na área de Entomologia e Diretor-Geral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Campos Belos, desde 18 de janeiro de 2024.

INTRODUÇÃO

O crescimento da população tem se refletido na necessidade de aumento da quantidade de alimento produzido. Assim, novas tecnologias têm sido criadas e adotadas pelo setor agropecuário. A exemplo disso, citamos os avanços nas áreas de nutrição animal, sanidade e melhoramento genético, os quais estão sendo aplicados na produção animal nas últimas décadas. Mesmo com os grandes avanços na produção de alimentos, a produção ainda não é suficiente para atender às necessidades de toda a população humana, especialmente nos países em desenvolvimento (Barbosa *et al.*, 2007).

Assim, torna-se necessário o aumento da produção de alimentos de origem animal, especialmente nas regiões onde a alimentação é deficitária. Uma importante forma de aumentar essa produção é por meio da redução nas perdas que ocorrem no processo produtivo. Na agricultura, a principal causa de perdas é promovida pelas pragas que atacam as lavouras. Já na criação animal, grandes perdas ocorrem por causa de mortes ou da queda no desempenho em consequência de doenças infecciosas, tóxicas, genéticas e nutricionais.

Na pecuária brasileira, assim como na pecuária de muitos outros países, uma significativa causa de prejuízos é a ingestão de plantas tóxicas. A exposição dos animais de produção a plantas tóxicas se dá principalmente por sua presença nas pastagens, na contaminação acidental do alimento e pelo oferecimento do alimento ao animal com o propósito alimentar (Barbosa *et al.*, 2007).

As intoxicações por plantas em animais de produção no Brasil são conhecidas desde a época da colonização do nosso país e, ainda nos dias de hoje, estão entre as causas mais comuns de morte de bovinos adultos, resultando em perdas econômicas diretas e indiretas (Sandini; Berto; Spinosa, 2013). Embora a importância das intoxicações por planta possa variar de região para região, muitas plantas tóxicas causam prejuízos consideráveis em diversas regiões em virtude de a existência dessas espécies ser difundida no Brasil (Tokarnia *et al.*, 2012).

Por definição, pode se entender uma planta tóxica como “[...] todo o vegetal que, introduzido a um organismo vivo, seja capaz de causar danos que refletem na saúde e vitalidade do ser” (Haraguchi, 2003, p. 37). A demanda por produtos cárneos tem aumentado gradativamente em consequência do aumento da população e com a elevação progressiva da renda “per capita” de países emergentes como Brasil, China, Índia e Rússia (Onu/Fao, 2018).

A pecuária de corte brasileira tem ocupado lugar de destaque em relação à produção animal e vem assumindo posição de liderança no mercado mundial de carnes. Atualmente, o Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, é o segundo maior produtor mundial de carne bovina (ABIEC, 2019). Dentro desse cenário, o grande desafio para a produção animal a pasto na fronteira agrícola brasileira será o aumento da eficiência por meio do uso mais intensivo de tecnologias de manejo da pastagem (Dias-Filho, 2010).

Entretanto, devido à grande extensão territorial do Brasil, na maioria dos estabelecimentos, os animais de produção são criados em pastagens nativas ou cultivadas, em sistema extensivo ou semiextensivo. Essa característica promove maior acesso dos animais às plantas tóxicas e explica, em parte, o número crescente de registros de surtos de intoxicações por plantas em animais de produção no país (Pessoa; Medeiros; Riet-Correa, 2013).

Almejando o controle das intoxicações por plantas, um aspecto relevante a ser considerado é o desenvolvimento de bons sistemas de informação sobre a ocorrência das enfermidades regionalizadas, incluindo as intoxicações por plantas nos animais de produção para diminuir, em parte, os prejuízos econômicos ocasionados pelas doenças, também servindo de base às medidas a serem instituídas para o controle e a profilaxia dessas doenças em cada região (Riet-Correa; Medeiros, 2001). Em várias regiões do país, a dificuldade de diagnóstico de intoxicação por plantas é notória, bem como a falta de registros do número de óbitos de animais, aliada a crendices muito presentes na cultura regional. Assim, os estudos regionais das plantas de interesse na produção animal assumem especial importância e vem aumentando o número das que são incluídas na categoria plantas tóxicas (Silva *et al.*, 2006).

DESENVOLVIMENTO

O presente trabalho dispõe sobre o estudo de plantas tóxicas de interesse pecuário no Brasil em regiões de Cerrado, particularmente nas regiões Norte e Centro-Oeste do país, explorando os conhecimentos tradicionais sobre as plantas tóxicas, o impacto das plantas tóxicas para a criação sustentável de bovinos, as principais plantas tóxicas para bovinos, as principais plantas tóxicas do Cerrado e, em específico, as plantas tóxicas nos estados de Tocantins e Goiás.

Explorando conhecimentos tradicionais e evidências científicas

O conhecimento empírico de produtores rurais sobre as plantas tóxicas é tido como uma sabedoria popular muito antiga, especialmente entre os mais idosos e aqueles residentes nas zonas rurais. Normalmente, muitos desses produtores conhecem o nome vulgar das plantas e as suas propriedades tóxicas e/ou medicinais e passam tais informações oralmente, de geração para geração, distinguindo as plantas tóxicas pelo tipo de caule, folhagens, flores e sementes.

Esse conhecimento empírico, ou seja, de senso comum, é de fundamental importância para que o homem possa identificar e utilizar as plantas no seu dia a dia, e principalmente fazer a prevenção de possíveis intoxicações tanto em humanos como em animais.

A expressão regional “morreu de erva”, em outros termos, morreu envenenado por erva, sem especificar qual a planta tóxica causadora da morte do animal, é muito comum nas regiões do sudeste tocantinense, do nordeste goiano e na região das Serras Gerais. Fato esse que pode ser explicado pela falta de conhecimento por parte dos produtores rurais e funcionários, e, na maioria das vezes, pela falta de estudos de identificação das plantas tóxicas regionais, considerando a grande extensão territorial e as variedades climáticas e edáficas do Brasil.

Embora diversos estudos já tenham sido feitos a respeito de plantas tóxicas de interesse pecuário no Brasil, as informações disponíveis até o momento sobre intoxicação por plantas nas demais espécies herbívoras ainda são escassas em alguns Estados e regiões do País, particularmente na microrregião entre os Estados de Tocantins e Goiás.

Na perspectiva do proposto, foi adotada uma metodologia de busca e triagem de artigos técnicos e/ou científicos para garantir a seleção dos estudos mais relevantes. Primeiramente, estabeleceu-se critérios específicos para orientar a pesquisa, determinando um período de publicação relevante nos últimos anos a fim de obter informações atualizadas sobre o assunto. Nem sempre foi possível adotar como referência

trabalhos publicados nos últimos dez anos, considerando a escassez de informações técnicas e científicas. Além disso, a busca foi realizada utilizando bases de dados técnicos e científicos que abrangem uma ampla gama de áreas relacionadas à pecuária e toxicologia. Foram utilizados termos-chave relevantes, tais como “plantas tóxicas do Cerrado”, “pecuária bovina”, “fitotoxicidade” e “intoxicação”, objetivando obter resultados mais precisos e direcionados.

Não só isso, também realizamos uma leitura dos títulos e resumos para identificar aqueles que pareciam estar mais alinhados com a temática proposta, ao passo que os artigos claramente irrelevantes ou que estavam fora do escopo da pesquisa foram sendo descartados. Buscamos identificar se os artigos abordavam os aspectos relativos a conhecimentos tradicionais e/ou a evidências científicas sobre as plantas tóxicas do Cerrado e o seu impacto na pecuária bovina. Inclusive, foi avaliada a qualidade metodológica dos estudos experimentais para além da análise das conclusões e dos resultados apresentados em cada estudo, identificando a consistência das evidências científicas disponíveis, o que culminou em uma síntese dos principais achados e das tendências observadas nas pesquisas revisadas.

Impacto das plantas tóxicas para a criação sustentável de bovinos

As plantas tóxicas de interesse pecuário ocasionam prejuízos relevantes aos produtores em todo o mundo. No Brasil, essas plantas causam perdas econômicas diretas e indiretas. Como perdas diretas, podem ser citadas a morte de animais, o baixo índice reprodutivo (abortos, malformações e infertilidade), a baixa produtividade nos animais sobreviventes e outras alterações em razão de doenças transitórias e enfermidades subclínicas decorrentes da diminuição da produção de leite, carne ou lã, e do aumento da susceptibilidade a outras doenças devido à depressão imunológica (Riet-Correa *et al.*, 2001). As perdas indiretas incluem os custos para o controle das plantas tóxicas nas pastagens; as medidas de manejo para evitar intoxicações como a utilização de cercas e o pastoreio alternativo; a redução do valor da forragem por causa do atraso na sua utilização; a redução do valor da terra; a compra de gado para substituir os animais mortos e os gastos associados ao diagnóstico das intoxicações e ao tratamento dos animais afetados (Riet-Correa; Medeiros, 2001; Riet-Correa *et al.*, 2007).

Os sistemas de produção agropecuária são baseados em produção extensiva, intensiva e semi-intensiva ou rotacionária. O sistema de produção semiextensivo aproveita menos as pastagens naturais e exige mais trabalho, sendo destinado a um tipo de gado mais aperfeiçoado – em geral, os animais são confinados por muitas horas (Pedroso *et al.*, 2007). Já o sistema intensivo é caracterizado pelo emprego de mais capital e mais trabalho em relação à área. A alimentação básica é constituída por rações, concentrados e forrageiras (Ziliotto *et al.*, 2010; Pedroso *et al.*, 2007). No sistema extensivo, os animais são mantidos em pastos nativos sem alimentação suplementar; esse sistema baseia-se no aproveitamento máximo dos recursos naturais. O mesmo sistema é tradicionalmente adotado sobretudo na criação de gado comum ou misto em grande escala, que visa criar para o abate (Braga, 2010; Ziliotto *et al.*, 2010; Pedroso *et al.*, 2007).

Por outro lado, o sistema extensivo de criação de gado promove o contato facilitado desses animais referente às plantas tóxicas. Segundo Souza *et al.* (2015), no Rio Grande do Sul a mortalidade de bovinos anual é de 5%, o que representa 650.000 mortes por ano (Pessoa; Medeiros; Riet-Correa, 2013). Desse percentual de 5%, os autores ainda afirmam que os casos de intoxicação por plantas representam cerca

de 7% a 16% dos diagnósticos de morte de bovinos, fato que representa uma perda em torno de US\$ 12,8 milhões e 18 milhões.

Nesse sentido, tornam-se importantes as medidas de manejo das pastagens extensivas, uma vez que o emprego do cultivo extensivo nessa vegetação é uma maneira de reduzir os impactos ambientais causados por essa prática (Braga, 2010). No entanto, para aplicar tais medidas de manejo, é necessário o conhecimento prévio da composição florística da área, o que torna importante identificar as plantas tóxicas de uma região e partir de tais informações, de modo a fornecer opções para o manejo sustentável do espaço (Machado; Aguiar; Muller, 2017).

O manejo incorreto de pastagens extensivas é um dos pressupostos para a infestação de plantas tóxicas e, além disso, pode promover a degradação física do solo e restrição do crescimento radicular. Por outro lado, pastagens manejadas corretamente melhoram o aproveitamento dos alimentos disponíveis ao gado (Dias-Filho, 2012; Crancio, 2005; Séo, 2017; Vendramini *et al.*, 2014).

Os principais fatores epidemiológicos relacionados às intoxicações por plantas no Brasil incluem palatabilidade, fome, sede, facilitação social, desconhecimento da planta, acesso às plantas tóxicas, dose tóxica, período de ingestão, variações de toxicidade e resistência/ susceptibilidade dos animais às intoxicações (Pessoa; Medeiros; Riet-Correa 2013).

No Brasil, pelo menos 5% (9,75 milhões de cabeças) da população bovina (195 milhões de animais) morre anualmente por diferentes causas. Considerando os dados dos laboratórios de diagnóstico de diferentes estados brasileiros, entre 10% e 14% dessas mortes (entre 975.000 e 1,365 milhões de bovinos) são causadas por plantas tóxicas (Riet-Correa; Medeiros, 2001; Riet-Correa *et al.*, 2007). Atribuindo um preço médio de US\$ 250 a cada animal, as perdas causadas por mortes de bovinos intoxicados por plantas podem ser estimadas em aproximadamente US\$ 243 milhões a 341 milhões de dólares anuais.

De acordo com Souza *et al.* (2015), as intoxicações por plantas constituem importantes causas de mortalidade em relação aos bovinos no Mato Grosso do Sul, representando em torno de 5,6% dos diagnósticos conclusivos realizados durante o período estudado. No Rio Grande do Sul, casos de intoxicação por plantas representam cerca de 7% a 16% dos diagnósticos de morte entre os bovinos (Riet-Correa; Medeiros, 2001; Pedrosa *et al.*, 2007; Rissi *et al.*, 2007). Na Paraíba, esse índice atinge 7,4% (Assis *et al.*, 2010), e em torno de 14% em Santa Catarina (Riet-Correa; Medeiros, 2001).

Riet-Correa e Medeiros (2000) afirmaram que as perdas econômicas causadas pelas intoxicações por plantas são difíceis de serem estimadas porque não existem dados confiáveis sobre todos esses componentes. No entanto, essas perdas são fáceis de determinar quando dispomos de dados sobre a frequência das causas de morte dos animais numa determinada região. Algumas mortes nos rebanhos bovinos são atribuídas a doenças como carbúnculo hemático ou confundidas com picadas de serpentes venenosas, quando o verdadeiro motivo é a ingestão de plantas tóxicas pelos animais (Bertinato, 1979; Tokarnia *et al.*, 1979).

Levando em conta dados dos laboratórios de diagnóstico de diferentes estados brasileiros, seus resultados consideram que 10% a 14% dessas mortes são causadas anualmente por plantas tóxicas (Riet-Correa *et al.*, 2007; Riet-Correa *et al.*, 2012).

Principais plantas tóxicas para bovinos

A ingestão de plantas tóxicas corresponde a uma importante causa de prejuízos econômicos tanto na pecuária do Brasil quanto na produção pecuária de vários outros países. O contato dos animais de produção com essas plantas ocorre muitas vezes por causa da sua presença nas pastagens, da falta de alimento no período da seca, da contaminação acidental do alimento e do oferecimento como alimento (Assis, 2010).

O interesse pelo estudo das plantas tóxicas cresce a cada dia no Brasil e no mundo, visto que as plantas são a base da alimentação dos animais ruminantes, os quais, em sua maioria, são criados de forma extensiva. A criação de ruminantes no Brasil é essencialmente baseada em sistemas de pastagem, e um dos principais problemas resultantes do manejo inadequado das pastagens é a infestação por plantas daninhas e tóxicas (Macedo; Richel; Zimmer, 2000). Por isso é importante conhecer as plantas que compõem as pastagens, uma vez que o sistema de criação extensivo utilizado aumenta a possibilidade da ocorrência de toxicoses provocadas por plantas tóxicas (Medeiros; Riet-Correa, 2013).

A intoxicação por plantas no Brasil é apontada como uma das principais causas de morte de animais, principalmente de bovinos e ovinos, sendo capaz de afetar a economia local do país e influenciando a produção animal de forma direta – o que acarreta sérios prejuízos econômicos diretos e indiretos ao agronegócio. Diante disso, o aumento no cuidado de patologias relacionadas a envenenamentos vegetais deve se tornar uma prática preferencial nos hábitos de saúde veterinária (Pires *et al.*, 2015).

Entende-se por planta tóxica toda aquela que é capaz de causar determinada doença no animal ou até mesmo a morte quando consumida em condições naturais (Assis, 2010). Tokarnia *et al.* (2002, 2012) definiram que plantas tóxicas de interesse pecuário são aquelas que, quando ingeridas por animais de fazenda em condições naturais, causam danos à saúde ou a morte desses animais, com comprovação experimental. Portanto, consideram-se tóxicas todas as plantas que, ingeridas espontânea ou acidentalmente pelos animais, podem causar danos que refletem na saúde ou vitalidade. Desse modo, as doenças causadas por plantas tóxicas constituem um grupo de entidades mórbidas, importantes sob o ponto de vista patológico e econômico. A importância econômica das intoxicações é decorrente de fatores como: diminuição da produção, morte dos animais e custos com medidas profiláticas e de controle.

É encontrada uma diversidade de substâncias químicas nas plantas que, quando submetidas ao contato com certos organismos, podem apresentar diversas atividades biológicas. Espécies já denominadas tóxicas produzem uma série de metabólitos secundários que, de acordo com o contato, seja ele por inalação ou ingestão, podem causar alterações patológicas em homens e animais (Campos *et al.*, 2016). O princípio tóxico de uma planta consiste em uma substância ou um conjunto de substâncias quimicamente bem definidas, de mesma natureza ou de natureza diferente, capazes de causar intoxicação quando em contato com o organismo. A intoxicação depende da quantidade de substância tóxica absorvida, da natureza dessa substância e da via de introdução (Haraguchi, 2003).

De acordo com o tempo de exposição ao princípio tóxico, a intoxicação manifestada pode ser de dois tipos: 1) intoxicação aguda, quase sempre por ingestão acidental de uma planta ou de algumas de suas partes que são tóxicas, surgindo sintomas de intoxicação em tempo relativamente curto, por exemplo, *Baccharis coridifolia* (0,25 a 0,50 g/kg de peso vivo no outono em bovinos); e 2) intoxicação

crônica, conseqüentemente à ingestão continuada, acidental ou propositada de certas espécies vegetais, é responsável por distúrbios clínicos muitas vezes complexos e graves como as lesões hepáticas em bovinos que se alimentam de *Senecio* (Haraguchi, 2003).

Em razão da sua importância, o número de plantas conhecidas como tóxicas para ruminantes e equinos aumenta permanentemente no Brasil. Em 1990, Tokarnia *et al.* (1990) mencionaram a existência de 60 espécies tóxicas no Brasil. Em 2000, já eram conhecidas 90 espécies pertencentes a 52 gêneros (Riet-Correa; Medeiros, 2001). Em 2004, esse número aumentou para 113 espécies e 64 gêneros (Riet-Correa *et al.*, 2007), e, em 2008, para 122 espécies e 71 gêneros (Riet-Correa *et al.*, 2009). Em 2012, esse número aumentou para 131 espécies e 79 gêneros (Barbosa *et al.*, 2007; Tokarnia *et al.*, 2012). Dados mais atuais ainda são escassos, uma vez que há poucas informações sobre perdas indiretas causadas por plantas tóxicas, incluindo perdas reprodutivas causadas por abortos, infertilidade e malformações.

No Brasil, existem cerca de 131 espécies de plantas tóxicas (Barbosa *et al.*, 2007; Tokarnia *et al.*, 2012) responsáveis por cerca de 7% a 15% das mortes de bovinos (Pessoa; Medeiros; Riet-Correa, 2013), dentre as quais se destacam aquelas que afetam o funcionamento cardíaco, plantas essas que são causadoras de morte súbita quando associadas à prática de exercício/atividade física, provocando lesões agudas e superagudas com insuficiência cardíaca em bovinos e pertencentes às famílias *Malpighiaceae*, *Rubiaceae* e *Bignoniácea* (Bandinelli, 2014). Estima-se que 50% das intoxicações providas de plantas ocorram por meio da ingestão de plantas que causam a morte súbita em bovinos no Brasil (Pessoa; Medeiros; Riet-Correa, 2013).

No Brasil, as plantas que mais causam intoxicação em bovinos são: *Palicourea marcgravii*, em todo o país, exceto na região Sul; *Senecio* spp. e *Ateleia glazioviana* Baill. na região Sul; *Cestrum laevigatum* Schltld. na região Sudeste; a *P. marcgravii* na região Norte; na terra firme a *Arrabidaea bilabiata*; a *Arrabidaea japurensis* (DC.) Bureau & K. Schum nas várzeas e a *Brachiaria* spp. em todo o país, principalmente no Centro-Oeste (Silva *et al.*, 2006; Tokarnia *et al.*, 2004). Acerca disso, estudos na região semiárida indicam que malformações causadas pela ingestão de *Mimosa tenuiflora* são frequentes em ovinos, caprinos e bovinos (Riet-Correa *et al.*, 2009).

Espécies como a *Palicourea longiflora* e a *Strychnos cogens* (Loganiaceae) são responsáveis por até 90% das causas de morte de gado na região da Amazônia (Gonzaga *et al.*, 2007). O gênero *Palicourea* é conhecido tradicionalmente pelos indígenas para a confecção de venenos usados em flechas denominados curares (Souza *et al.*, 2004). O monofluoroacetato encontrado na *P. marcgravii* age como um bloqueador da respiração celular e faz desta uma espécie de alta toxidez e efeito acumulativo (Soto-Blanco *et al.*, 2004).

Outras plantas importantes por provocar “morte súbita” em bovinos são *Arrabidaea bilabiata* e *Arrabidaea japurensis*, encontradas na região Norte, e *Mascagnia rigida*, presente na região Nordeste (Haraguchi, 2003).

Tokarnia *et al.* (1998) comprovaram que a ingestão de favas de *Stryphnodendron obovatum* (barbatimão) em doses de 5 g/kg/dia é capaz de provocar aborto em animais intoxicados. O barbatimão pode acusar distúrbios digestivos e de fotossensibilidade (Riet-Correa, 2007).

Barbosa *et al.* (2005) estudaram a ação tóxica da *Ipomoea asarifolia* (batatarana) em búfalos e ruminantes, comprovando sintomas de intoxicação como tremores e incoordenação motora nesses animais. A *Ipomoea carnea* (Convolvulaceae), conhecida como mata-cabra, é outra espécie tóxica do gênero encontrada em diversas regiões do Brasil e tem sua ação tóxica provocada por alcalóides tropânicos (Schwarz *et al.*, 2004).

Outra espécie relevante por causar intoxicação é a *Sida carpinifolia* (Malvaceae), conhecida popularmente como malva-brava e distribuída nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, essa espécie é considerada uma erva daninha na agricultura dada a sua fácil propagação. O alcalóide indolizidínico 1, 2, 8-triol, denominado swainsonina, presente na *S. carpinifolia*, é responsável por alterações clínicas neurológicas (Seitz *et al.*, 2005).

Adicionalmente, entre as plantas consideradas tóxicas aos animais e de comum ocorrência nas pastagens brasileiras, destacam-se a maria-mole ou flor-das-almas (*Senecio brasiliensis*) e a margaridinha (*Senecio madagascariensis*), ambas pertencentes à família *Asteraceae*. A *S. brasiliensis* é tóxica para o gado bovino, causando uma enfermidade denominada seneciose (Tokarnia *et al.*, 2012; Teles; Stehmann, 2016). Essa espécie constitui risco por causar sérios prejuízos aos pecuaristas, visto que a ingestão da parte aérea das plantas pelos animais pode ocasionar a morte. Estima-se que mais de 50% das mortes de bovinos causadas por plantas tóxicas no Rio Grande do Sul decorrem de intoxicação por *Senecio* spp. (Lucena *et al.*, 2010).

Outra planta, a samambaia do campo – ou simplesmente samambaia (*Pteridium aquilinum*) – é uma planta invasora, perene, herbácea e ereta que pode ser encontrada em praticamente todo o Brasil. Apresenta alta toxidez, uma vez que a mortalidade é de aproximadamente 100%, além de provocar enormes prejuízos econômicos (Santos *et al.*, 2003). A ingestão acidental de *P. aquilinum* causa três formas de manifestação clínica nos bovinos: Síndrome Hemorrágica Aguda (SHA), Hematúria Enzoótica Bovina (HEB) e carcinomas do sistema digestório superior (Garszareck, 2010).

Um trabalho de revisão realizado por Lopes e Maruo (2014) descreve a *Buchenavia tomentosa* – conhecida vulgarmente pelo nome de mirindiba, embirdiba, tarumarana ou tanimbuca – como uma planta nativa do Cerrados e da Caatinga, mas também encontrada em florestas neotropicais e atlânticas, sendo uma espécie vegetal com altura média de 26 metros, 21-35 cm de diâmetro, com tronco cilíndrico e ramos superiores acinzentados, produz fruto comestível e ácido nos meses de junho a outubro. A *B. tormentosa* produz compostos fenólicos como flavonoides, lignanas e taninos, e é conhecida por causar aborto em vacas, caprinos e ovinos.

Vários trabalhos reportam o registro de surtos envolvendo plantas cianogênicas, incluindo *Manihot* spp., especialmente a *M. carthaginensis* var *glaziovii* (maniçoba); a *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (*Piptadenia macrocarpa*) (angico preto), a *Cnidocolus quercifolias* (*C. phyllacanthus*) (favela ou faveleira), a *Sorghum halepense* (capim-de-boi ou sorgo de alepo) e a *Sorghum bicolor* (sorgo). Além dessas, são descritas a *Piptadenia viriflora* (surucucu ou espinheiro) e a *Passiflora foetida* (maracujá-domato ou canapú-fedorento), consideradas também como plantas cianogênicas de interesse pecuário no Nordeste brasileiro (Tokarnia *et al.*, 1999; Carvalho *et al.*, 2011; Riet-Correa; Bezerra; Medeiros, 2011; Tokarnia *et al.*, 2012).

São denominadas plantas cianogênicas aquelas que contêm glicosídeos cianogênicos e liberam o cianeto como produto do metabolismo. Tais substâncias são constantemente encontradas em plantas de muitas famílias, sobretudo as rosáceas, leguminosas, gramíneas e aráceas, mas também estão presentes em passifloráceas e euforbiáceas (Tokarnia; Dobereiner; Vargas, 2002).

Atualmente, é notório o crescente interesse pelo conhecimento da epidemiologia e distribuição das intoxicações por plantas nas diferentes regiões brasileiras. As intoxicações por plantas devem ser estudadas como um problema regional, já que a ocorrência delas depende de fatores epidemiológicos, considerando a importância variável para cada região.

Principais plantas tóxicas do cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, sendo superado em área apenas pela Amazônia. Ocupa 21% do território nacional e é considerado a última fronteira agrícola do planeta (Borlaug, 2002) e o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território nacional. A sua área contínua incide sobre os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além dos enclaves no Amapá, Roraima e Amazonas (Brasil, 2019).

O termo Cerrado é comumente utilizado para designar o conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) que compõem o Brasil Central. O Cerrado é um dos *hotspots* para a conservação da biodiversidade mundial (Eiten, 1977; Ribeiro *et al.*, 1981) e possui a mais rica flora entre as savanas do mundo, abrigando 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas com alto nível de endemismo, mas sofre uma excepcional perda de habitat (Klink; Machado, 2005; Brasil, 2019).

Entre os biomas brasileiros, o Cerrado é o que tem sido mais rapidamente convertido nas últimas décadas para usos da terra voltados à produção. De uma ocupação agrícola praticamente nula até meados do século passado, o Cerrado passou a responder por 47% dos grãos, 40% da carne bovina e 36% do leite produzido no país em cerca de quatro décadas, chegando a ser considerado a última fronteira agrícola do planeta (Borlaug, 2002; Klink; Machado, 2005).

A demanda global por produtos pecuários deve apresentar um forte crescimento até 2050. Por esse motivo, em meio ao aumento da população, investimentos substanciais no setor são necessários para ampliar a produção (FAO, 2013). À vista disso, o Brasil se encaixa nesse cenário, uma vez que a atividade pecuária no país consiste em um dos principais segmentos da economia nacional. O país é um dos principais *players* na produção de alimentos (carnes e grãos) e se favorece de áreas altamente agricultáveis e de clima propício para o desenvolvimento do setor, inclusive grande parte da atividade pecuária brasileira se desenvolve no Cerrado (Carvalho; Zen, 2009).

Em 2021, o efetivo de bovinos no país foi de 224,6 milhões de cabeças. A região Centro-Oeste permaneceu na liderança entre as regiões, com 33,6% do total nacional, e a região Norte ficou em segundo lugar (IBGE, 2021). Contudo, na pecuária extensiva, as plantas daninhas e tóxicas trazem grandes perdas econômicas à produção animal, causadas pelas mortes de animais, diminuição dos índices reprodutivos, aumento da susceptibilidade a outras doenças e diminuição da produção de leite, carne e lã (Riet-Correa; Medeiros, 2001).

Particularmente no início dos anos 2000, na região Norte do país, as plantas tóxicas eram a principal *causa mortis* de bovinos, sendo responsáveis por mais óbitos do que a raiva e o botulismo (Tokarnia *et al.*, 2002).

Entretanto, pouco se conhece sobre a ocorrência de plantas tóxicas na região de ecótono entre a Amazônia e o Cerrado, inserida numa zona de transição e localizada no norte do estado do Tocantins, onde o clima predominante é tropical úmido (Costa *et al.*, 2011b). A bovinocultura de corte em regime extensivo é a atividade econômica principal nessa região, concentrando a produção de bovinos para a exportação de carne, couro e miúdos para mais de 130 países, com destaque para os países africanos e asiáticos (IBGE, 2016; Tocantins, 2017).

Em 2002, Tokarnia e colaboradores descreveram as plantas conhecidas como tóxicas na região Centro-Oeste, tais como *Brachiaria* spp., *Enterolobium contortisiliquum*, *Lantana camara*, *Palicourea marcgravii*, *Mascagnia pubiflora*, *Vernonia mollissima*, *Vernonia rubricaulis*, *Cestrum laevigatum*, *Polygala klotzschii*, *Senna occidentalis*, *Dimorphandra mollis*, *Pteridium aquilinum*, *Solanum malacoxylon*, *Stryphnodendrum fissuratum*, *Stryphnodendrum obovatum*, *Brachiaria radicans*, *Manihot esculenta* e *Sorghum vulgare*. Estudos mais recentes relatam as principais plantas tóxicas relacionadas à morbidade e letalidade de animais de produção no Centro-Oeste, sendo elas: *Brachiaria* spp., *Vernonia rubricaulis* e *Vernonia mollissima*, *Amorimia pubiflora*, *Palicourea marcgravii*, *Niedenzuella stannea*, *Senna occidentalis* e *Senna obtusifolia*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Stryphnodendrum obovatum*, *Stryphnodendron fissuratum*, *Pteridium aquilinum*, *Pterodon emarginatus*, *Tetrapteryx multiglandulosa*, *Simarouba versicolor*, *Crotalaria* spp., *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa*, *Solanum malacoxylon* e *Stylosanthes* sp. (Furlan *et al.*, 2012; Santana *et al.*, 2014; Souza *et al.*, 2015).

Várias intoxicações foram diagnosticadas no estado de Mato Grosso do Sul por plantas tóxicas, dentre elas: *Brachiaria* spp., *Vernonia rubricaulis*, *Amorimia pubiflora*, *Senna occidentalis* e *S. obtusifolia*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Stylosanthes* spp., *Tetrapteryx multiglandulosa*, *Manihot* spp., *Simarouba versicolor*, *Crotalaria* spp., *Pterodon emarginatus* e *Solanum malacoxylon*. É importante destacar o surto de intoxicação por *Simarouba versicolor*, planta que não foi relatada como tóxica para bovinos em levantamentos anteriores (Souza *et al.*, 2015).

Entre as causas de mortalidade de bovinos no Mato Grosso do Sul por exposição a substâncias tóxicas, as plantas tóxicas são as de incidência mais comum. As principais plantas causadoras de intoxicação foram *Brachiaria* spp., *Vernonia rubricaulis*, *Amorimia pubiflora*, *Senna occidentalis* e *S. obtusifolia*. Embora as plantas do gênero *Brachiaria* sejam responsáveis pelo maior percentual de intoxicação, sua importância como planta tóxica é pequena quando se relaciona o número de surtos com o consumo e a área ocupada por essa forrageira (Souza *et al.*, 2015).

De acordo com Lemos e Lima (2017), *Amaranthus* spp., *Brachiaria radicans*, *Trema micranta*, *Cestrum laevigatum* e *Solanum fastigiatum* são plantas que também são encontradas no Centro-Oeste, entretanto ainda não foram descritos casos de intoxicação na região.

Plantas tóxicas nos estados de Tocantins e Goiás

Os estados de Tocantins e Goiás pertencem às regiões Norte e Centro-Oeste do país respectivamente, e o estado de Tocantins ocupa uma área de 277.720,520 km², com cerca de 87% do seu território fazendo parte do bioma Cerrado. A economia do estado de Tocantins baseia-se no comércio, na agricultura, na pecuária e em criações animais. A pecuária do estado é a principal cadeia produtiva do agronegócio tocantinense e a segunda maior atividade de exportação, perdendo apenas para a soja. Desse modo, a pecuária é um importante pilar da economia de Tocantins desde a sua criação (Tocantins, 2019).

Atualmente, o estado de Tocantins ocupa o 10º lugar no ranking nacional em tamanho de rebanho bovino com mais de 10 milhões de cabeças e de abate desses animais. O rebanho bovino de Tocantins representa o terceiro maior da região Norte, atrás do Pará e de Rondônia (IBGE, 2021). De acordo com a Federação das Indústrias do Estado do Tocantins (Fieto), em 2017 a produção de carne bovina foi de 257 mil toneladas, das quais 33 mil toneladas foram exportadas (Fieto, 2018). Em 2021, dentre os produtos comercializados pelo estado de Tocantins no exterior, a carne bovina permaneceu em 2º lugar nos produtos de exportação, com participação de 20% e um aumento de 11,4% ao registrar um total de US\$ 362 milhões (Fieto, 2022). Já em 2022, a soja continuou em 1º lugar com 58% das exportações, e na segunda posição ficou a carne bovina, representando 19% do total exportado e um crescimento de 58% em relação ao ano anterior. A China foi o país que mais demandou a carne bovina tocantinense, que registrou um crescimento de 114,83% em milhões de dólares, e de 80% em volume exportado (Fieto, 2023).

Já o estado de Goiás, situado na região Centro-Oeste do país, no Planalto Central brasileiro, com um território de 340.257 km², localizado em região de Cerrado, apresenta uma economia fortemente baseada na produção agrícola e pecuária. A agropecuária é a atividade mais explorada no estado e umas das principais responsáveis pelo rápido processo de agroindustrialização que Goiás vem experimentando. O estado de Goiás é um dos grandes exportadores de grãos, além de possuir um rebanho bovino de 24,2 milhões de cabeças, ocupando o 2º lugar no ranking nacional em tamanho de rebanho bovino e o 3º lugar no ranking em exportação de carne bovina (IBGE, 2021). O rebanho bovino do estado de Goiás representa o segundo maior da região Centro-Oeste, liderado pelo Mato Grosso (IBGE, 2021).

De acordo com o censo agropecuário, a região Centro-Oeste apresentou 75,4 milhões de cabeças de bovinos, respondendo por 33,6% do total nacional em 2021, seguida pelas regiões Norte, com 55,7 milhões de cabeças (24,8%); Sudeste (17,2%); Nordeste (13,9%) e Sul (10,5%) (IBGE, 2021). Dessa forma, os estados de Tocantins e Goiás constituem-se como fronteiras agrícolas nacionais nas quais a atividade de pecuária se destaca no cenário econômico e produtivo. Assim, a composição e o manejo das pastagens representam importantes fatores para o sucesso dessa cadeia produtiva. No intuito de minimizar as perdas de animais dos rebanhos por intoxicação, o controle das plantas tóxicas se torna uma das práticas de manejo necessárias, para isso é essencial o estudo de caracterização e identificação de tais práticas.

Apesar do extensivo estudo e da vasta literatura relacionada às plantas tóxicas do Brasil (Tokarnia *et al.*, 1979; Riet-Correa *et al.*, 1993; Riet-Correa *et al.*, 2009; Tokarnia *et al.*, 2012), ainda há carência de informações a respeito da frequência de intoxicações causadas por plantas em algumas regiões do país

(Tokarnia *et al.*, 2012; Pessoa; Medeiros; Riet-Correa, 2013), a exemplo da microrregião de fronteira do sudeste do estado de Tocantins e nordeste do estado de Goiás.

Um estudo realizado por Costa e colaboradores (2011a, 2011b) em municípios localizados no norte do estado de Tocantins indicou que a *Palicourea marcgravii* e a *Brachiaria decumbens* foram as principais plantas responsáveis por intoxicações; também apresentaram importância os relatos de surtos causados por *Manihot esculenta*, *Ipomoea asarifolia*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Pteridium aquilinum*, *Dimorphandra mollis*, *Stryphnodendron obovatum*, *Ricinus communis* e *Palicourea juruana*. Outras plantas aparentemente de menor importância na região foram a *Ipomoea setifera*, *Manihot glaziovii*, *Senna occidentalis*, *Enterolobium gumiferum*, *Crotalaria* sp. e *Asclepias* sp. Tais espécies já haviam sido descritas na literatura científica em estudos anteriores (Tokarnia *et al.*, 2002).

Dentre as plantas relatadas como tóxicas para bovinos na região norte da Tocantins, mas que ainda não tiveram sua toxicidade comprovada, destacam-se a *Buchenavia tomentosa* como causa de abortos e mortes, a *Parkia pendula* e a *Hypolytrum pungens* causando incoordenação, a *Psychotria colorata* e a *Samanea tubulosa* como causas de abortos e a *Mucuna pruriens* como responsável por dermatite de contato (Costa *et al.*, 2011a). Outras plantas tóxicas de conhecido interesse pecuário para a região Norte do Brasil, tais como a *Ipomoea carnea subsp. fistulosa*, *Lantana* spp, e *Sorghum vulgare*, embora conhecidas pelos entrevistados, não foram associadas a surtos na região (Costa *et al.*, 2011b; Schons, 2011).

Ressaltam-se as plantas produtoras de flavonoides, que são substâncias do grupo de fitoestrógenos, compostos capazes de desempenhar atividades semelhantes às dos hormônios naturais, que alteram o funcionamento do sistema endócrino. Os frutos da *Buchenavia tomentosa* Eichler caem de agosto a outubro e são consumidos pelos animais, nesse caso os sinais clínicos relatados são diarreia, focinho seco, fraqueza, perda de peso, nascimento de animais fracos, abortamento e óbitos (Mello *et al.*, 2010). Produtores rurais de Tocantins afirmam que o consumo de frutos da *B. tomentosa* provoca abortos em vacas gestantes, alegando a perda da cria em qualquer fase da gestação e podendo causar a morte dos animais que a ingerem (Costa *et al.*, 2011c; Lopes; Maruo, 2014). De acordo com tais estudos, é provável que os casos de abortamento ocorram pela ação de princípios ativos, principalmente os flavonoides.

No estado de Goiás, embora algumas pesquisas tenham sido realizadas com plantas tóxicas, a exemplo das que analisaram os bovinos alimentados com *Brachiaria* spp. (Moreira *et al.*, 2009a; Moreira *et al.*, 2009b), poucas são as informações disponíveis até o momento sobre intoxicações por plantas nas demais espécies herbívoras (Sant'ana *et al.*, 2014).

No estudo realizado por Sant'Ana e colaboradores (2014) em 18 municípios da microrregião sudoeste de Goiás, foram apontadas como plantas tóxicas para ruminantes: *Brachiaria* spp., *Enterolobium contortisiliquum*, *Dimorphandra mollis*, *Palicourea marcgravii*, *Pteridium aquilinum* e *Sorghum vulgare*, plantas de toxicidade comprovada. Adicionalmente, foram informadas intoxicações menos frequentes por *Senna occidentalis*, *Stryphnodendron obovatum* e *Manihot esculenta*, todas de toxicidade comprovada. Casos isolados de intoxicação em bovinos por *Asclepias curassavica* e *Pterodon emarginatus* foram descritos por alguns entrevistados. Esse estudo relatou que intoxicações por plantas tóxicas são frequentes na região avaliada e representam importante causa de prejuízos econômicos aos pecuaristas locais.

Mais recentemente, um estudo realizado no município de Rio Verde, Goiás, teve como objetivo determinar a presença das plantas tóxicas de interesse pecuário presentes em áreas de pastagem e bordas de Cerrado. Como resultado dessa pesquisa, observou-se que na seca encontraram-se as espécies: *Crotalaria spectabilis*, *Senna obtusifolia*, *Lantana camara*, *Pteridium aquilinum*, *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium contortisiliquum*; já no período das chuvas, aquelas com maior frequência foram: *Crotalaria spectabilis*, *Lantana camara*, *Pteridium aquilinum* e *Senna obtusifolia*. Desse modo, recomendou-se o controle ou a erradicação dessas espécies nas pastagens, sobretudo na época de seca, pois há escassez de forrageiras e algumas dessas plantas, que são árvores típicas do Cerrado, além de sua desejável sombra, fornecem os seus frutos (vagens) tóxicos (Francischini *et al.*, 2018).

Em síntese, com base no levantamento realizado na literatura científica sobre as plantas tóxicas para bovinos e outros animais de interesse pecuário nos estados de Tocantins e Goiás, foram identificadas 34 espécies de plantas descritas, conforme o **Quadro 1**.

Quadro 1 - Espécies de plantas tóxicas para bovinos e outros animais de interesse pecuário nos estados de Tocantins e Goiás

Espécies descritas	nome popular
<i>Arrabidaea bilabiata</i>	chibata ou gibata
<i>Arrabidaea jupurensis</i>	sem nome popular
<i>Asclepias sp.</i>	algodãozinho-do-campo, algodãozinho-do-mato, camará-bravo, capitão-de-sala, capitão-da-sala, cavalheiro-da-sala, cega-olho
<i>Asclepias curassavica</i>	algodãozinho-do-campo, algodãozinho-do-mato, camará-bravo, capitão-de-sala, capitão-da-sala, cavalheiro-da-sala, cega-olho
<i>Brachiaria spp.</i>	braquiária
<i>Brachiaria decumbens</i>	braquiária australiana, braquiária comum, braquiária de alho
<i>Brachiaria radicans</i>	tannergrass
<i>Buchenavia tomentosa</i>	tarumarana, cuiarana, pebanheira
<i>Crotalaria sp.</i>	xique-xique, guizo-de-cascavel, chocalho-de-cascavel
<i>Crotalaria spectabilis</i>	xique-xique
<i>Dimorphandra mollis</i>	farinha, barbatimão-falso, barbatimão-de-folha-miúda, faveiro-do-cerrado, fava-d'anta, faveira, favinha, canafístula e faveiro
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	tambor, tamboril, orelha de negro, orelha de macaco, timbaúba

<i>Enterolobium gumiferum</i>	angico-de-minas, timburi-do-cerrado, orelha-de-negro, vinhático-do-campo,
<i>Hypolytrum pungens</i>	favela-branca, angico-vermelho-do-campo, brincos-de-saguim e sene capim-navalha
<i>Ipomoea asarifolia</i>	salsa-brava
<i>Ipomoea carnea subsp. Fistulosa</i>	algodão-bravo, canudo, mata bode
<i>Ipomoea setifera</i>	poméia, campainha, corda-de-viola, enrola-semana, jetirana, jitirana, corriola
<i>Lantana spp</i>	chumbinho
<i>Lantana câmara</i>	poméia, campainha, corda-de-viola, enrola-semana, jetirana, jitirana, corriola
<i>Manihot esculenta</i>	mandioca, macaxeira
<i>Manihot glaziovii</i>	mandioca, maniçoba
<i>Mucuna pruriens</i>	café do Mato Grosso, fava-café, feijão-café, feijão inglês, mucuna, olhos-de-burro, pica-pica, pô-de-mico
<i>Palicourea juruana</i>	<i>sem nome popular</i>
<i>Palicourea marcgravii</i>	cafezinho, café-bravo, erva-café e vick
<i>Parkia pendula</i>	angico, faveira-de-chorão, fava-de-bolota
<i>Psychotria colorata</i>	perpétua-do-mato e repolho
<i>Pteridium aquilinum</i>	samambaia-do-campo
<i>Pterodon emarginatus</i>	sucupira ou sicupira
<i>Ricinus communis</i>	mamona, carrapateira
<i>Samanea tubulosa</i>	sete-cascas, algarobo, árvore da chuva
<i>Senna obtusifolia</i>	mata-pasto, mata-pasto liso, vagem-foice, fedegoso-branco
<i>Senna occidentallis</i>	fedegoso, café-negro
<i>Sorghum vulgare</i>	sorgo
<i>Stryphnodendrum obovatum</i>	barbatimão ou barbatimão de folha miúda

Fonte: Adaptado de Tokarnia *et al.* (2002); Costa *et al.* (2011a, 2011b); Schons (2011); Riet-Corrêa, Fioravanti e Medeiros (2012); Lopes e Maruo (2014); Sant'ana *et al.* (2014); Francischini *et al.* (2018).

Principais causas de intoxicação por plantas

São vários os estudos que relatam a intoxicação dos animais por plantas e sua respectiva causa. Aqui serão descritas várias espécies de plantas tóxicas e as doenças por elas causadas nos animais de interesse pecuário.

Morte súbita

No Brasil, as causas mais frequentes de morte súbita em animais são as intoxicações por plantas, nesse caso, até o momento, são conhecidas 12 espécies que causam essa síndrome: i) família Rubiaceae – *Palicourea marcgravii* (Pacheco; Carneiro, 1932; Dobereiner; Tokarnia, 1959), *P. grandiflora* (Tokarnia *et al.*, 1981), *P. juruana* (Tokarnia; Dobereiner, 1982) e *P. aeneofusca* (Tokarnia *et al.*, 1983); ii) família Bignoniaceae – *Arrabidaea japurensis* (Tokarnia; Dobereiner, 1981), *A. bilabiata* (Dobereiner *et al.*, 1983) e *Pseudocalymma elegans* (Mello; Fernandes, 1941; Tokarnia *et al.*, 1969); e iii) família Malpighiaceae – *Mascagnia rigida* (Tokarnia *et al.*, 1961), *M. aff. rigida* (Tokarnia *et al.*, 1985), *M. pubiflora* (Fernandes; Macruz, 1964), *M. elegans* (Couceiro *et al.*, 1976) e *Mascagnia sp* (Gava *et al.*, 1997).

Cardiotóxicas

No Brasil, plantas pertencentes às famílias *Rubiaceae*, *Malpighiaceae*, *Bignoniaceae*, *Fabaceae*, *Apocynaceae* e *Crassulaceae* constituem um grupo muito importante de plantas tóxicas para animais de produção por afetarem o funcionamento do coração (Tokarnia *et al.*, 2012). De acordo com dados dos laboratórios de diagnóstico de diferentes regiões do país, estima-se que esse grupo de plantas seja responsável pela morte de cerca de 500 mil bovinos por ano (Riet-Correa; Medeiros, 2001; Tokarnia *et al.*, 2012).

Uma revisão da literatura realizada por Nascimento *et al.* (2018) atualiza informações sobre plantas cardiotóxicas que afetam os ruminantes no Brasil. Desse modo, 25 espécies são reportadas por afetar o funcionamento do coração de animais. As plantas que contêm monofluoroacetato de sódio – *Palicourea* spp., *Psychotria hoffmannseggiana*, *Amorimia* spp., *Niederzuehlla* spp., *Tanaecium bilabiatum* e *Fridericia elegans* – causam numerosos surtos de intoxicação com mais frequência em bovinos, mas búfalos, ovinos e caprinos também são afetados ocasionalmente.

A intoxicação por *Palicourea marcgravii* continua a ser a mais importante em razão da ampla distribuição dessa planta no Brasil. Novas espécies do gênero *Palicourea* contendo monofluoroacetato de sódio, tais como *Palicourea amapaensis*, *Palicourea longiflora*, *Palicourea barraensis*, *Palicourea macarthurorum*, *Palicourea nigricans*, *Palicourea vacillans* e *Palicourea aff. juruana*, foram descritas na região amazônica.

No Centro-Oeste, surtos de intoxicação por *Niederzuehlla stannea* foram relatados em bovinos na região do Araguaia. Inclusive a doença precisa ser melhor investigada quanto a sua ocorrência e importância (Nascimento *et al.*, 2018). Além disso, *Tetrapteryx multiglandulosa* e *Tetrapteryx acutifolia*, duas plantas que causam fibrose cardíaca, também contêm monofluoroacetato de sódio e foram reclassificadas para o gênero *Niederzuehlla*. Essas duas espécies e a *Ateleia glazioveana*, que também causa fibrose cardíaca, continuam sendo importantes no Sul e Sudeste do Brasil. Outras espécies menos importantes e que ocasionalmente provocam surtos acidentais de intoxicação são as plantas que contêm

glicosídeos cardiotoxícos, tais como *Nerium oleander* e *Kalanchoe blossfeldiana* (Nascimento *et al.*, 2018).

Ainda nesse estudo, Nascimento e colaboradores (2018) agrupam essas plantas em: i) plantas que provocam mortes súbitas associadas ao exercício – as plantas que provocam mortes súbitas associadas ao exercício/atividade física contêm concentrações elevadas de Monofluoroacetato de Sódio (MFA), e por esse motivo o quadro clínico-patológico apresenta evolução superaguda sem observar lesões cardíacas significantes. Esse grupo de plantas é atualmente representado por 22 espécies pertencentes às três famílias: Rubiaceae (*Palicourea* e *Psychotria*), Malpighiaceae (*Amorimia* e *Niederzuehlla*) e Bignoniaceae (*Tanaecium* e *Fridericia*); e ii) plantas que provocam fibrose cardíaca – nesse grupo existem duas espécies de plantas tóxicas: *Niederzuehlla multiglandulosa*, anteriormente denominada *Tetrapteryx multiglandulosa* e *Niederzuehlla acutifolia*, anteriormente denominada *Tetrapteryx acutifolia* (ambas da família Malpighiaceae). As intoxicações por esse grupo de plantas apresentam evolução subaguda à crônica e cursam com alterações degenerativas e fibrose cardíaca.

Hepatotóxicas

Dentre as plantas tóxicas, citam-se as hepatotóxicas, que uma vez ingeridas são nocivas ao fígado, podendo causar alterações locais como edema, necrose centrolobular, megalocitose, proliferação dos ductos biliares, oclusão e perda da função hepática. As toxinas dessas plantas podem atingir os pulmões e os rins de forma sistemática (Spinosa *et al.*, 2008). Um levantamento feito por Castro (2012) relacionou importantes plantas hepatotóxicas, a exemplo das espécies *Senecio brasiliensis*, popularmente conhecidas como maria-mole, flor-das-almas e tasneirinha, plantas anuais que florescem a partir do mês de outubro e apresentam inflorescências amarelas. Existem mais de 1.200 espécies de *Senecio* descritas e cerca de 25 delas são consideradas tóxicas por causa da presença de alcaloides do grupo pirrolizidinas.

A planta *Echium plantagineum*, denominada popularmente de flor-roxa ou língua-de-vaca, é uma espécie anual que germina no início do outono e floresce na primavera. Encontrada como invasora de pastagens e culturas de inverno, é consumida normalmente pelos animais, sendo mais palatável em estágio de brotação (Damé, 2009). Pertencente à família *Borraginacea*, no geral a flor-roxa provoca intoxicação crônica por possuir alcaloides pirrolizidínicos (Zanoli *et al.*, 2009).

O arbusto *Cestrum intermedium*, da família *Solanaceae*, é encontrado sobretudo em capoeiras, terrenos baldios e poteiros, medindo até 5 m de altura. Ocorre principalmente no oeste de Santa Catarina, sudoeste do Paraná e noroeste do Rio Grande do Sul, é conhecido nesses locais pelos nomes populares de coerana e mata-boi. É considerado a planta tóxica de maior importância para os bovinos na região extremo-oeste de Santa Catarina (Furlan *et al.*, 2008).

Já o *Xanthium cavanillesii*, cujos nomes populares são carrapicho-de-carneiro ou espinho-de-carneiro, são plantas invasoras de culturas anuais com grande capacidade de competição (Kissmann; Groth 1992 apud Loretto *et al.*, 1999). O princípio ativo tóxico do *X. cavanillesii* é o carboxiatractilósídeo (CAT), responsável por causar necrose hepática aguda em ruminantes (Santos *et al.*, 2008).

A *Lantana câmara*, popularmente conhecida como chumbinho, camará, cambará e margaridinha, é uma planta com ampla distribuição pelo Brasil, e as intoxicações ocorrem mais em situações de escassez de alimento e superlotação de pastagens após as primeiras chuvas, pois a planta brota de forma mais rápida. Os princípios tóxicos dessa planta são o Lantadene B e Lantadene A. (Castro, 2012).

Mello e colaboradores (2010) descreveram a ocorrência e a epidemiologia de intoxicações por *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária) e *Crotalaria* spp. (guizo-de-cascavel, feijão-de-guizo, chocalho-de-cobra, gergelim-bravo) – plantas já conhecidas como hepatotóxicas e que possuem comprovação experimental.

Um estudo realizado por Barbosa e colaboradores (2007) reuniu vários grupos de plantas tóxicas de interesse pecuário de acordo com seus efeitos e suas espécies (**Quadro 2**).

Quadro 2 – Resumo de plantas tóxicas para animais de interesse pecuário

Grupo de plantas	Espécies (nome popular)
Plantas Tóxicas que causam “Morte Súbita”:	<i>Paulicorea marcgravii</i> (cafezinho, café-bravo, erva-café e vick) <i>Paulicorea aeneofusca</i> (erva-de-rato ou papaconha) <i>Mascagnia rígida</i> (tinguí, timbó); <i>Mascagnia elegans</i> (rabo-de-tatu)
Plantas Tóxicas que causam distúrbios gastrintestinais:	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (tambor, tamboril, orelha de negro, orelha de macaco, Timbaúba); <i>Stryphnodendron coriaceum</i> (barbatimão do Nordeste, barbatimão do Piauí); <i>Ricinus communis</i> (mamona, carrapateira); <i>Plumbago scandens</i> (louco); <i>Centratherum brachylepis</i> (perpétua)
Plantas Tóxicas hepatotóxicas:	<i>Crotalaria retusa</i> (guizo de cascavel, feijão de guizo, chocalho de cobra, maracá de cobra, gergelim bravo), <i>Tephrosia cinerea</i> (anil, falso anil), <i>Cestrum laevigatum</i> (coerana, canema, baúna, dama-da-noite, pimenteira, mariapreta e esperto) <i>Copernicia prunifera</i> (carnaúba)
Plantas Tóxicas nefrotóxicas:	<i>Thiloa glaucocarpa</i> (sipaúba, vaqueta)
Plantas Tóxicas que afetam o SNC:	<i>Ipomea carnea susp fistulosa</i> (algodão bravo, canudo, mata bode), <i>Ipomea asarifolia</i> (salsa), <i>Ipomoea riedelii</i> (anicão), <i>Ipomoea sericophylla</i> (jetirana), <i>Marsdenia spp</i> (mata calado), <i>Ricinus communis</i> (mamona, carrapateira), <i>Prosopis juliflora</i> (algaroba), <i>Anacardium spp</i> (caju)
Plantas Tóxicas fotossensibilizantes:	<i>Floehlichia ulbotiana</i> (ervanço), <i>Lantana spp</i> (chumbinho), <i>Brachiaria spp</i> (braquiária)
Plantas Tóxicas de ação radiomimética:	<i>Pteridium aquilinum</i> (samambaia do campo)
Plantas Tóxicas que causam anemia hemolítica:	<i>Brachiaria radicans</i> (tannergrass), <i>Ditaxis desertorum</i> (sem nome vulgar), <i>Indigofera suffruticosa</i> (anil)
Plantas Tóxicas cianogênicas:	<i>Manihot esculenta</i> (mandioca, macaxeira), <i>Manihot spp</i> (maniçobas), <i>Piptadenia macrocarpa</i> (angico), <i>Piptadenia viriflora</i> (angico), <i>Sorgum vulgare</i> (sorgo)
Plantas Tóxicas que acumulam nitratos e nitritos	<i>Echinochloa polystachya</i> (capim mandante), <i>Pennisetum purpureum</i> (capim elefante)
Plantas Tóxicas que promovem distúrbios reprodutivos:	<i>Aspidosperma pyriformium</i> (pereiro), <i>Mimosa tenuiflora</i> (jurema preta)
Plantas Tóxicas que afeta pele e anexos:	<i>Leucaena leucocephala</i> (leucena)
Plantas Tóxicas pneumotóxica:	<i>Ipomoea batatas</i> (batata doce) <i>Fusarium solani</i> (batata doce mofada)

Fonte: Adaptado de Barbosa *et al.* (2007).

Diagnóstico e prevenção de intoxicação por plantas

A grande diversidade de plantas e de princípios tóxicos ainda desconhecidos dificulta o tratamento nos casos de intoxicados (Baleroni *et al.*, 2002). No Brasil, a partir de 1980, o aumento progressivo das emergências tóxicas causadas ou atribuídas à exposição de seres humanos e animais, segundo o agente tóxico (plantas), passou a ser acompanhado pelo Sistema Nacional de Informação Tóxico-Farmacológico (Sinitox, 2004), constituído pelo Ministério da Saúde e atualmente coordenado pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), na cidade do Rio de Janeiro. Com isso, há a divulgação anual das estatísticas sobre os dados de intoxicação por plantas tóxicas registrados pelos Centros de Assistência Toxicológica (CATs) existentes no país (Getter; Nunes, 2011).

O diagnóstico das intoxicações por plantas, segundo Haraguchi (2003), é realizado pelo conhecimento da ocorrência de plantas tóxicas na região, das doenças causadas por elas, da constatação dos sinais clínicos e da sua evolução. Os dados epidemiológicos são de grande relevância, tais como a presença da planta, a toxicidade, a frequência da doença, a época de ocorrência e as condições nas quais ocorre a ingestão. Nos casos de intoxicações com plantas hepatotóxicas e nefrotóxicas, o estudo bioquímico sanguíneo pode fornecer um diagnóstico diferencial. Em outros casos, é necessária a realização de necropsia e do exame histopatológico. Os estudos toxicológicos também são importantes para o diagnóstico quando há a suspeita de plantas cianogênicas e a intoxicação por nitritos, que pode ser confirmada pela presença e/ou quantificação do princípio ativo.

Não há ainda tratamentos específicos (antídotos) para a maioria das intoxicações por plantas, devendo ser realizados tratamentos sintomáticos. Para algumas situações, existem tratamentos que permitem uma rápida recuperação do animal, como é o caso das intoxicações por ácido cianídrico e nitritos (Bosak *et al.*, 2017). Como medida de controle após a suspeita de intoxicação por planta, recomenda-se retirar os animais do local onde está ocorrendo a doença. Uma vez identificada a planta que causa a intoxicação, os animais poderão ser colocados novamente na área se forem modificadas as condições epidemiológicas que determinaram a intoxicação ou se forem tomadas medidas profiláticas eficientes (Oliveira Júnior; Riet-Correa; Riet-Correa, 2013).

Sobre o diagnóstico e a prevenção de intoxicação por plantas, Carvalho e colaboradores (2009) ponderam que, de acordo com vários autores, é desconhecido o princípio ativo de muitas espécies de plantas descritas no Brasil, sendo esse conhecimento necessário para desenvolver técnicas mais eficientes de controle das intoxicações por plantas. O método mais eficaz para se evitar mortes dos animais por plantas é o estabelecimento de um diagnóstico preciso dos casos de intoxicação e a prevenção de novos casos.

Deve-se, então, atentar para uma boa anamnese e fazer um levantamento do histórico de cada caso de intoxicação, levando em consideração as características da região. É necessária uma identificação a campo da planta com a realização de uma inspeção na área suspeita para obter a certificação da presença dessa planta na região. Também é muito importante verificar os indícios de intoxicação animal, como marcas de pegadas ao redor da planta, folhas comidas, plantas pisoteadas e até mesmo a ossada de animais mortos nas proximidades das plantas. Sempre que possível, é importante realizar o exame necroscópico dos animais que vierem a óbito. À vista disso, tem sido observado que os animais geralmente ingerem

plantas tóxicas quando têm acesso a áreas de mata ou a áreas próximas nas quais existam exemplares da planta que possam lançar ramos ou sementes, dispersando, assim, novas plantas nos pastos localizados perto da área de ocorrência natural (Riet-Correa; Fioravanti; Medeiros, 2012).

Os problemas de intoxicação por plantas ocorrem eventualmente em qualquer época do ano e são agravados na época da seca ou após as queimadas, quando a falta de alimentos obriga os animais a ingerirem essas plantas. Apesar dos inúmeros estudos sobre o assunto plantas tóxicas, ainda existem muitas dúvidas a respeito dele, além disso algumas informações são insuficientes, contraditórias ou mesmo inexistentes. Dessa forma, fica evidente a necessidade de estudos mais acurados sobre os casos de intoxicação por plantas em nosso país (Carvalho *et al.*, 2009).

Segundo Melo (2007), é importante que o produtor tenha uma boa pastagem, além de fazer suplementação do gado na época seca. No caso de uma área infestada com alguma dessas espécies, deve-se evitar o acesso do animal e, além do isolamento da área, recomenda-se que seja feita uma eliminação mecânica ou química.

Nem sempre é possível erradicar as espécies de plantas tóxicas, portanto o foco principal está na redução dos níveis de infestação, o que requer conhecimento técnico, perseverança e aporte financeiro. O uso de práticas de controle isoladas e momentâneas não é a melhor solução, e sim identificar corretamente as espécies, monitorar periodicamente as áreas e estabelecer planos de controle focados no manejo integrado, ações essas certamente mais eficazes no sentido de reduzir as mortes de animais por ingestão de plantas tóxicas nas pastagens do Brasil (Brighenti *et al.*, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No cenário regional da produção de bovinos, em específico nas regiões de Cerrado, destacando-se os estados de Tocantins e Goiás, o presente estudo fornece uma ampla revisão de literatura sobre plantas tóxicas de interesse pecuário no Brasil, sendo identificadas 34 espécies de plantas descritas. Esse levantamento bibliográfico acrescenta novas e importantes informações aos produtores rurais a respeito das plantas tóxicas regionais com o objetivo de reduzir as intoxicações e perdas de animais.

Tendo em vista que a pecuária representa uma das mais importantes fontes de renda para os municípios da fronteira Tocantins-Goiás, torna-se relevante a continuidade desses estudos, seja por meio de um projeto educativo e/ou de uma ação extensionista regional, agregando as instituições de ensino municipais, estaduais e federais, bem como as agências de defesa agropecuária e os órgãos ambientais, de modo a facilitar a elaboração de cartilhas informativas para melhor auxiliar o produtor rural no reconhecimento dessas espécies potencialmente tóxicas e no manejo diferenciado das pastagens e dos animais, a fim de evitar o consumo de plantas tóxicas.

Portanto, o estudo da diversidade botânica regional, em específico das plantas tóxicas, contribui expressivamente para a identificação dos agravantes ambientais e nutricionais impregnados na atividade agropecuária, visando evitar possíveis prejuízos econômicos, dando suporte na elaboração de medidas profiláticas e fornecendo informações para os manejos preventivo e sustentável na criação de bovinos e de outros animais de interesse na região.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, T. S. *et al.* Intoxicações por plantas diagnosticadas em ruminantes e equinos e estimativa das perdas econômicas na Paraíba. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, São Paulo, v. 30, p. 13-20, 2010.
- BALERONI, G. *et al.* Plantas tóxicas de interesse na medicina veterinária. **Ciências Agrárias e Saúde**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 54-58, 2002.
- BANDINELLI, M. B. *et al.* Identificação e distribuição de lesões cardíacas em bovinos intoxicados por *Amorimia exotropica*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, São Paulo, v. 34, n. 9, p. 837-844, 2014.
- BARBOSA, R. *et al.* Plantas tóxicas de interesse pecuário: importância e formas de estudo. **Acta Veterinária Brasília**, Rio Grande do Norte, v. 1, n. 1, p. 1-7, 2007.
- BERTINATO, A. E. Plantas tóxicas no planalto mineiro. **O Ruralista**. Belo Horizonte, v. 17, n. 284, 1979.
- BORLAUG, N. E. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: BAILEY, R. (ed.). **Global warming and other eco-myths**. Roseville, EUA: Competitive Enterprise Institute, 2002.
- BOSAK, P. A.; LUSTOSA, S. B. C.; SANDRINI, J. M. F. Intoxicação por ácido cianogênico, nitrito e nitrato. **PUBVET**, Paraná, v. 11, n. 10, p. 1008-1014, 2017.
- BRAGA, J. M. Estratégias e Intercooperação: O Caso da Cadeia Produtiva de Carne Bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p.11-16, 2010.
- BRIGHENTI, A. M. *et al.* **Plantas Tóxicas em Pastagens: (Senecio brasiliensis e S. madagascariensis) - Família: Asteraceae**. Comunicado Técnico 83. Embrapa Gado de Leite, Minas Gerais, 2017. ISSN 1678-3131.
- CAMPOS, S. C. *et al.* Toxicidade de espécies vegetais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 373-382, 2016.
- CARVALHO, T. B.; ZEN, S. de. Caracterização da atividade pecuária de cria nos Biomas Pantanal, Amazônico e Cerrado. In: **48º CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, Campo Grande**. Anais [...]. Campo Grande: SOBER, 2009.
- CASTRO, M.; DURK, E. *et al.* Plantas hepatotóxicas para bovinos no município de Itapiranga - SC. **Nucleus Animalium**, v.4, n.2, Novembro, 2012. 84

COSTA, A. M. D. *et al.* Plantas tóxicas de interesse pecuário em região de ecótono Amazônia e Cerrado. Parte I: Bico do Papagaio, Norte do Tocantins. **Acta Veterinaria Brasilica**, Rio Grande do Norte, v. 5, n. 2, p. 178-183, 2011a.

COSTA, A. M. D. *et al.* Plantas tóxicas de interesse pecuário em região de ecótono Amazônia e Cerrado. Parte II: Araguaína, Norte do Tocantins. **Acta Veterinaria Brasilica**, Rio Grande do Norte, v. 5, n. 3, p. 317324, 2011b.

CRANCIO, L. A. **Plantas nativas indesejáveis: suas consequências sobre a produção animal e métodos de controle.** Dissertação. 2005.

DAMÉ, M.C. F. **Considerações sobre algumas doenças infecciosas, tóxicas e congênitas de interesse à bubalinocultura do extremo sul do país.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

DIAS-FILHO, M. B. **Desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012.

DOBEREINER, J; TOKARNIA, C.H. **Intoxicação de bovinos pela “erva-de-rato” (Palicourea marcgravii St. Hil.) no vale do Itapicuru, Maranhão.** Arquivos Instituto Biologia Animal, Rio de Janeiro, v. 2, p. 83-91, 1959.

EITEN, G. **Delimitação do conceito de Cerrado.** Arquivos do Jardim Botânico, Rio de Janeiro, v. 21, p. 125-134, 1977.

FAO. **Fao statistical yearbook 2013 world food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome**, p. 307, 2013.

FRANCISCHINI, C. R. D. Levantamento das principais plantas tóxicas de interesse pecuário para bovinos de corte no município de Rio Verde. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 11, n. 3, p. 77-85, 2018.

FURLAN, F. H. *et al.* Intoxicação por *Cestrum intermedium* (Solanaceae) em bovinos no Estado de Santa Catarina, **Acta Scientiarum.Vet**, Rio Grande do Sul, v. 36, n. 3, p. 281-284, 2008.

GAVA, R. *et al.* 1997. Mortes súbitas em bovinos causadas pela ingestão de *Mascagnia* sp (Malpighiaceae) no estado de Santa Catarina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 18, n. 1, p. 16-20, 1997.

GARSZARECK, O. L. Intoxicação de bovinos por ingestão de samambaia (*Pteridium aquilinum*). **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, São Paulo, n. 15, ano 8, ISSN: 1679-7353, 2010.

GETTER, C. J.; NUNES, J. R. S. Ocorrência por intoxicações por plantas tóxicas no Brasil. **Engenharia Ambiental**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 79-100, 2011.

GONZAGA, A. D. *et al.* Toxidez de três concentrações de Erva-de-rato (*Palicourea marcgravii* A. St. - Hill) e Manipueira (*Manihot esculenta* Crantz) em pulgão verde dos citros (*Aphis spiraeicola* Patch) em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 12, p. 14, 2007.

HARAGUCHI, M. Plantas tóxicas de interesse na pecuária. Palestra. **Biológico**, São Paulo, v. 65, p. 3739, 2003. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/aceso-a-informacao/indices_basicos_2013_por_municipio.pdf/view. Acesso em: 21 ago. 2023.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, MG, v. 1, n. 1, 2005.

LEMOS, R. A. A.; LIMA, S. C. Plantas tóxicas de interesse pecuário na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Acadêmica de Ciências Animal**, PUCPR, Curitiba, PR, v. 15, p. 33-43, 2017.

LOPES, D. I. S.; MARUO, V. M. Toxicidade de *Buchenavia tomentosa* – Revisão de literatura. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, São Paulo, ano 12, n. 23, ISSN:1679-7353, 2014.

LORETTI, A.P.*et al.* Intoxicação experimental pelos frutos de *Xanthium cavanillesii* (Asteraceae) em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro. v.19, n.2, 1999.

MACEDO, M. C. M.; RICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. Z. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. Campo Grande: EMBRAPA–MCNPGC, 4p. (Comunicado Técnico 62), 2000.

MACHADO, D. S.; AGUIAR, P. W. S.; MÜLLER, N. T. G. **Composição florística forrageira, tóxica e daninha de São Miguel/RS: Opções para um manejo sustentável.** In: III ENPI - ENCONTRO NACIONAL DE PROPRIEDADE INTELECTUAL, Rio Grande do Sul. Anais [...]. Rio Grande do Sul: ENPI, v.3, n. 1, p. 129-138, 2017. ISSN: 2526-0154, 2017.

MELLO, G. W. S. *et al.* Plantas tóxicas para ruminantes e equídeos no Norte Piauiense. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 1-9, 2010.

NASCIMENTO, N. C. F *et al.* Plantas cardiotoxicas para ruminantes no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, São Paulo, v. 38, n. 7, p. 1239-1249. DOI: 10.1590/1678-5150-PVB-5548, 2018.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. *Carne y Productos Cárnicos*, Santiago, Chile: OCDE-FAO, 2018. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/es/c/1144775/>. Acesso em: 21 ago. 2023.

OLIVEIRA JÚNIOR, C. A.; RIET-CORREA, G. RIET-CORREA, F. Intoxicação por plantas que contêm swainsonina no Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 653-661, 2013.

PEDROSO, P. M. O. *et al.* Intoxicações naturais por plantas em ruminantes 17 diagnosticadas no Setor de Patologia Veterinária da UFRGS no período de 1996-2005. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, 1 out. 2007.

PESSOA, C. R. M.; MEDEIROS, R. M. T.; RIET-CORREA, F. Importância econômica, epidemiologia e controle das intoxicações por plantas no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, São Paulo, v. 33, n. 6, p. 752-758, 2013.

PIRES, A. P. C. *et al.* Estudo sobre a sensibilidade dos caprinos à toxidez de crotalárias tóxicas para bovinos visando a sua utilização na profilaxia. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, São Paulo, v. 35, n. 6, p. 501-512, 2015.

RIBEIRO, J.F. *et al.* **Chave preliminar de identificação dos tipos fisionômicos da vegetação do Cerrado.** In: Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica. Sociedade Botânica do Brasil, Teresina, Brasil, 1981. P. 124-133.

RIET-CORREIA, F.; FIORAVANTI, M. C. S.; MEDEIROS, R. M. T. A Pecuária Brasileira e as Plantas Tóxicas. **Revista UFG**, Goiânia, ano 13, n. 13, 2012.

RIET-CORREA, F; MEDEIROS, R.M.T. Intoxicação por plantas em ruminantes no Brasil e no Uruguai: importância econômica, controle e riscos para a saúde pública. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v 21, p. 38-42, 2001. •

RISSI, D. R. *et al.* Intoxicações por plantas e micotoxinas associadas a plantas em bovinos no Rio Grande do Sul: 461 casos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. Santa Maria. v. 27, n. 7, p. 261-268, 2007.

SANDINI, T. M.; BERTO, M. S. U.; SPINOSA, H. S. Senecio brasiliensis e alcaloides pirrolizidínicos: toxicidade em animais e na saúde humana. **Revista Biotemas**, Santa Catarina, v. 26, n. 2, p. 83-92, 2013.

SANT'ANA, F. J. F. *et al.* Plantas tóxicas para ruminantes do Sudoeste de Goiás. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 5, p. 865-871, 2014.

SCHONS, S. V. **Poisonous plants to ruminants and quines in central region of Rondônia**, Northern Brazil. 2011. 81 f. Tese (Doutorado em Veterinária) — Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

SCHWARZ, A. *et al.* Identificação de princípios ativos presentes na Ipomoea carnea brasileira. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 40, n. 2, 2004.

SEITZ, A. L. *et al.* Intoxicação experimental por *Sida carpinifolia* (Malvaceae) em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 25, n. 1, 2005.

SEÓ, H.L. S.; MACHADO FILHO, L.C.P.; RUVIARO, C. F. Avaliação do Ciclo de Vida na bovinocultura leiteira e as oportunidades ao Brasil. **Revisão de Literatura, Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 22, n. 02, 2017.

SOTO-BLANCO, B.; HARAGUCHI, M.; SILVA, J. A. ; G'ORNIAC, S. L. **Intoxicação natural de caprinos e ovinos por *Palicourea marcgravii* St. Hil. (Rubiaceae)**. Caatinga, v. 17, p. 52 - 56, 2004.

TOCANTINS (Estado). Secretaria da Agricultura e Pecuária. Agricultura. **Tocantins: Secretaria da Agricultura e Pecuária**, 2019. Disponível em: <https://portal.to.gov.br/invista-no-tocantins/agricultura/>. Acesso em: 14 maio 2019.

TOCANTINS. Secretaria da Agricultura e Pecuária. Pecuária. **Tocantins: Secretaria da Agricultura e Pecuária**, 2017. Disponível em: <https://seagro.to.gov.br/pecuaria>. Acesso em: 25 ago. 2020.

TOKARNIA, C. H., PEIXOTO, P. V.; DÖBEREINER, J. Poisonous plants affecting heart function of cattle in Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 1-10, 1990.

TOKARNIA, C. H.; BRITO, M. de F.; BARBOSA, J. D.; PEIXOTO, P. V.; DÖBEREINER, J. Plantas tóxicas do Brasil para animais de produção. **Toxicologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Helianthus, p 45-448, 2012.

TOKARNIA, C. H. *et al.* Aborto em vacas na intoxicação experimental por *Stryphnodendron obovatum* (Leg. Mimosoideae). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 35-38, 1998.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J. Intoxicação por *Palicourea juruana* (Rubiaceae) em bovinos e coelhos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 17-26, 1982.

TOKARNIA, C. H. *et al.* Intoxicação por *Palicourea aeneofusca* (Rubiaceae), a causa de “mortes súbitas” em bovinos na Zona da Mata de Pernambuco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 3, p. 75-79, 1983.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Poisonous plants affecting livestock in Brazil. **Toxicon**, Brasil, v. 40, n. 12, p. 1635-1660, 2002.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. **Plantas tóxicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Helianthus, 2000.

TOKARNIA, C. H.; DOBEREINER, J.; SILVA, M. F. da. **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus: INPA, 1979.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; SILVA, M. F. Intoxicação por *Palicourea grandiflora* (Rubiaceae) em bovinos no Território de Rondônia. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 85-94, 1981.

TOKARNIA, C. H.; PEIXOTO P. V.; DÖBEREINER, J. Aspectos epidemiológicos e clínico-patológicos comparados da intoxicação por *Arrabidaea bilabiata* (Bignoniaceae) em búfalos e bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 74-79, 2004.

VENDRAMINI, J. M. B.; DUBEUX Jr.; J.; C. B.; SILVEIRA, M. L. Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 308-315, 2014.

ZANOLI, J.C.C.; GARCIA, A.F.; MINGATTO, F.E. Lantadeno A e o efeito hepatotóxico da planta *Lantana camara* em animais: revisão sistemática. In: **Encontro de Zootecnia, 6.; Simpósio de Ciências, 5.**, Dracena. Anais, Dracena: Unesp, 2009.

ZILIOTTO, M. R. *et al.* Comparação do custo de produção de bovinocultura de corte: pasto versus confinamento. In: **SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, VII**, Resende. Anais... Resende, 2010.



| CAPÍTULO 6

**O PAPEL DA ZOOTECNIA NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS**

O PAPEL DA ZOOTECNIA NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Larissa de Souza Reis^{11*}

Romário Victor Pacheco Antero^{12**}

RESUMO

A recuperação de áreas degradadas é cada vez mais necessária, pois essa ação gera proteção e segurança ambiental. Diante desse cenário, a preocupação com os mecanismos para minimizar os efeitos negativos causados pela degradação tem sido relevante. Os principais danos causados pela degradação estão intimamente ligados às atividades mal conduzidas pelo ser humano. Nesse intuito, os sistemas integrados de produção, plantio de mudas e os de rotação de cultura têm sido apontados como estratégias plausíveis para a recuperação de áreas em estado de degradação, uma vez que auxiliam na melhoria do solo e dos seus nutrientes. Nesse contexto, apresenta-se uma revisão literária visando demonstrar as consequências do desmatamento no país e o papel do zootecnista em relação às principais ferramentas que contribuem para minimizar os efeitos e o impacto negativo causados pela degradação do solo, inserindo novas tecnologias como a implantação de sistemas integrados, o plantio de mudas e a rotação de culturas.

Palavras-chave: Proteção ambiental. Solo. Sistemas Integrados. Plantio de mudas.

INTRODUÇÃO

A necessidade de estudos interdisciplinares e ações transversais para solucionar ou buscar ferramentas para combater os problemas causados pela degradação do solo são de extrema importância. Por isso, muitas atividades relacionadas à expansão de oferta de alimentos, energia e infraestrutura causam grandes impactos ambientais, e conseqüentemente grandes áreas sofrem degradação (Theodoro *et al.*, 2021).

A intensificação sustentável da agricultura é desafiadora no Brasil em razão da baixa produtividade e das atividades agrícolas que degradam o meio ambiente, as quais ocupam vastas áreas. Com isso, há a necessidade de investimentos em sistemas integrados como parte de seus planos de mitigação climática e desenvolvimento agrícola sustentável (Reis *et al.*, 2021).

No Cerrado brasileiro, as florestas estacionais ocupam cerca de 15% da área e estão entre os tipos de vegetação mais degradados e fragmentados nesse bioma. Isso ocorre porque a vegetação é localizada em solos férteis que possuem madeiras de alto valor econômico. Conseqüentemente, a exploração da

^{11*}Mestre em Zootecnia pelo Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde – GO, especialista em Produção Sustentável de Bovinos pelo Instituto Federal Goiano – Campus Campos Belos –GO, Tecnóloga em Agronegócio pela Universidade Estadual de Goiás-UEG, graduanda em Bacharel em Zootecnia pelo Instituto Federal Goiano – Campus Campos Belos – GO.

^{12**}Doutor em Tecnologias Químicas e Biológicas pela Universidade de Brasília, com formação complementada por intercâmbio na University of Oulu (Faculty of Technology- Environmental and Chemical Engineering)- Finlândia.É mestre em Tecnologia de Processos Sustentáveis pelo Instituto Federal de Goiás- Campus Goiânia, com formação complementada por intercâmbio na University of Applied Sciences Trier- Umwelt Campus Birkenfeld, Institute for Applied Material Flow Management (IFAs) e Labor Hydrothermale Karbonisierung Alemanha, Graduado em química pelo Instituto Federal de Goiás.

madeira e a conversão dessas áreas florestais em lavoura e pastagem contribuem para a redução das florestas e prejudicam o solo (Pereira; Venturoli; Carvalho, 2011).

De acordo com Theodoro *et al.* (2021), o uso combinado de tecnologias para manter o equilíbrio do solo e dos sistemas agroflorestais pode ajudar a reverter os impactos causados pela degradação do solo, recuperando as áreas degradadas. Nesse sentido, Biswas *et al.* (2022) afirmam que os sistemas agroflorestais, em particular aqueles que integram espécies de culturas, árvores frutíferas e florestais, podem oferecer múltiplos serviços ecossistêmicos em áreas degradadas.

Nesse contexto, Almeida *et al.* (2021) investigaram os estoques de carbono e nitrogênio do solo e a qualidade de matéria orgânica em uma área de Cambissolos Háplico Êutrício quatro anos após a conversão ou transformação de pastagem degradada em sistemas silvipastoris no Cerrado brasileiro, afirmando, com isso, que a ação aumenta os estoques de carbono e nitrogênio do solo. Além disso, o teor de carbono do solo foi protegido em subsuperfície e nas frações mais estáveis da matéria orgânica do solo. Verifica-se, nesse aspecto, que a introdução de sistemas integrados melhora a qualidade do solo e permite mais proteção da matéria orgânica, ou seja, os sistemas integrados de produção podem diminuir a emissão de CO₂ do solo.

Portanto, objetivou-se, com essa revisão, demonstrar as consequências do desmatamento no país e o papel do zootecnista quanto às principais ferramentas que visam minimizar os efeitos e o impacto negativo causados pela degradação do solo, inserindo novas tecnologias como a implantação de sistemas integrados, o plantio de mudas e a rotação de culturas.

Abordagem metodológica

Apresenta-se uma revisão literária sobre o tema “recuperação de áreas degradadas”, destacando o papel da zootecnia em fornecer condições favoráveis e contribuir para a reestruturação do ambiente degradado que não possui condições químicas, físicas e/ou biológicas de autorregeneração. Os métodos utilizados para elaboração da revisão centraram-se em buscas nas principais plataformas de pesquisas mais acessadas mundialmente, tais como: Scielo, Sciencedirect, Taylor & Francis, Springer e ACS Publications. As pesquisas foram realizadas utilizando os termos “Recuperação do solo”, “Degradação do solo” e “Áreas degradadas”. Inclusive, foram revisados os artigos mais acessados no período para verificação e categorização dos temas. Para garantir a identificação de toda a literatura relevante, artigos de revisão também foram analisados.

Áreas degradadas no Brasil

No Brasil, a degradação ambiental teve início há muito tempo – relativamente no período da colonização – e cada processo de degradação teve como finalidade interesses econômicos, políticos, sociais e culturais. Esse processo de degradação causou riscos e perigos de extinção em boa parte da biodiversidade brasileira. Sobre isso, ressalta-se que cada marco brasileiro vem trazendo uma história de crescimento e de degradação. Também, entre os anos de 1964 e 1985, períodos da Ditadura Militar, foram desenvolvidas formas de aprimorar a exploração de terras, por esse motivo solos foram descobertos e melhorados. Contudo, depois desse processo, a vegetação nativa e a biodiversidade tiveram perdas imensas (Mariano; Aquino; Junior, 2022).

Segundo o diretor do Departamento de Florestas do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Fernando Tatagiba, estima-se que o Brasil possuía cerca de 140 milhões de hectares de terras degradadas no ano de 2012, com 30 milhões desses hectares correspondendo a áreas de pastagem em estágio de degradação e baixa produtividade para a alimentação animal (Platonow, 2012).

Desse modo, a falta de incentivo a práticas mais verdes – ou seja, um conjunto de práticas baseadas em políticas de sustentabilidade – e as deficiências do ordenamento jurídico brasileiro podem ser apontadas como duas das principais causas das atuais interações não colaborativas entre os agentes que provocam a degradação ambiental nas diferentes regiões do país (Araújo *et al.*, 2021). Nesse contexto, as leis ambientais brasileiras, especialmente o Código Florestal, possuem diretrizes e normas a serem aplicadas nas propriedades rurais. Com isso, as atividades dessas propriedades devem estar de acordo com os requisitos legais, respeitando os limites naturais do meio ambiente. No entanto, a falta de aplicação da lei e a gestão das atividades econômicas permitem que as ilegalidades persistam (Cruz *et al.*, 2022).

Cruz *et al.* (2022) identificaram o desmatamento e a degradação de zonas que deveriam ser vegetadas em áreas de preservação permanente (APPs) no estado do Amazonas, no município de Paragominas. Os autores observaram que áreas prioritárias para restaurar ambientes degradados correspondem a um processo complexo na Amazônia brasileira. Entretanto, na avaliação realizada, fatores importantes foram considerados na tomada de decisão, tais como a identificação de áreas desmatadas e a vegetação dentro de propriedades rurais e APPs degradadas. Com a realização do mapeamento, é possível sugerir áreas a serem recuperadas e a criação de corredores ecológicos para conectar fragmentos florestais remanescentes que ainda estão presentes no território de Paragominas, e, assim, reduzir o passivo ambiental do município. Os métodos e resultados dessa pesquisa também podem ser aplicados em outros municípios ou biomas para diagnosticar a situação das APPs e propor ações mais precisas.

Como pode ser observado na **Figura 1**, cada imóvel com mais de quatro módulos fiscais deve manter a Reserva Legal (RL), porcentagem do imóvel com vegetação, e preservar as Áreas de Preservação Permanente (APPs). Caso o imóvel tenha menos de quatro módulos fiscais, não é necessário manter a RL, mas as APPs devem ser preservadas. Dependendo das características do município, o módulo fiscal varia de 5 ha a 100 ha.

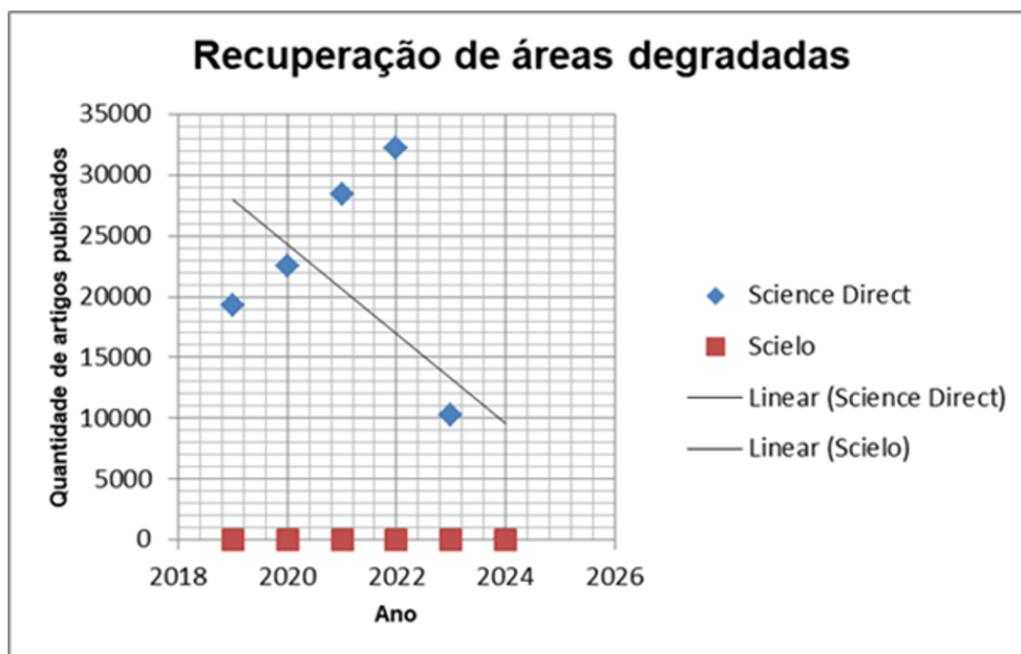
Figura 1 — Modelo de propriedade rural na Amazônia brasileira segundo o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012)



Fonte: adaptado de Cruz *et al.* (2022).

A importância e a preocupação com a preservação ambiental e a conservação do solo podem ser observadas por meio do quantitativo de pesquisas e dos estudos feitos nos últimos seis anos utilizando o tema recuperação de áreas degradadas. A ciência e a tecnologia vêm avançando com pesquisas que demonstram os grandes problemas causados pela degradação do solo e que consequentemente têm causado desequilíbrio no ecossistema (**Figura 2**).

Figura 2 - Artigos publicados nos últimos 6 anos nas plataformas Scielo e ScienceDirect com as palavras-chave: “Recuperação de áreas degradadas”



Fonte: Reis (2022).

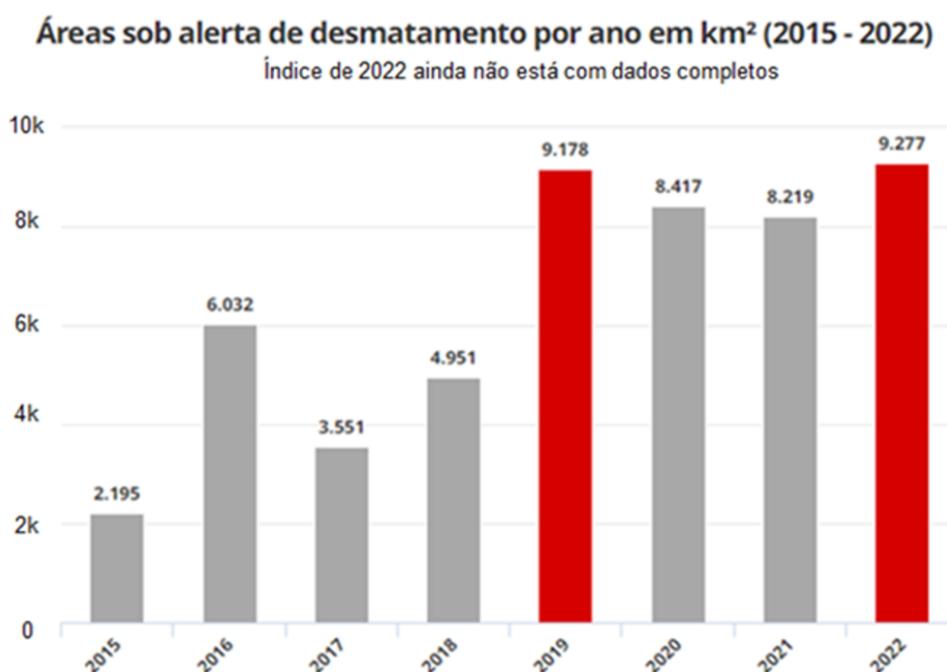
Percentual de desmatamento na Amazônia

A Amazônia brasileira passou por um desmatamento acelerado nos últimos 43 anos, resultando em uma devastação de 20% (788.353 km²) do seu território até 2018. Com isso, a taxa de desmatamento foi de 27.033 km² entre 1975 e 1987, e de 14.542 km² entre 1988 e 2018 – 1,97% de perda florestal entre 1975 e 2018. Em 2018, 41 municípios amazônicos foram classificados como áreas prioritárias para monitoramento e controle do desmatamento, e 21 municípios adicionais foram considerados áreas com desmatamento controlado (Cruz *et al.*, 2020). Ainda segundo esses autores, a restauração florestal é uma estratégia para reverter a perda e a degradação florestal, incluindo uma série de técnicas, tais como plantio de mudas, sistemas agroflorestais, regeneração natural assistida e regeneração natural. Para tanto, cada ação e técnica de restauração deve ser adaptada à realidade local, com um objetivo bem definido.

Silva *et al.* (2023) observaram um crescimento acentuado a partir de 2014 em uma avaliação econômica de políticas de desmatamento zero na Amazônia. No entanto, nos últimos dois anos, esse crescimento foi ainda mais expressivo, o que mostra a urgência de pensar o problema do desmatamento nesse bioma de forma múltipla, pois não se trata apenas da questão da redução das taxas de desmatamento, mas também porque isso deve ocorrer juntamente com uma política séria e plural, visando à redução das desigualdades regionais. Assim, torna-se necessário um esforço público e privado para que práticas sustentáveis sejam mais difundidas e informações sobre a importância de manter a floresta em pé e conservar o bioma possam ser disseminadas.

Segundo dados do levantamento rápido de alertas de evidências de alteração da cobertura florestal na Amazônia (DETER), observou-se que houve um grande avanço no desmatamento entre os anos de 2015 (2.195) e 2022 (9.277) (Peixoto, 2022) (**Figura 3**).

Figura 3 - Percentual de desmatamento no estado do Amazonas entre os anos de 2015 e 2022



Fonte: adaptado de Deter/Inpe (2022).

Remediação ou tratamento de áreas degradadas e o papel da zootecnia

O desequilíbrio no meio ambiente tem sido cada vez mais intensificado devido à intervenção humana. Com isso, o desmatamento, a caça ilegal e diversas ações vêm prejudicando o ecossistema. Nesse sentido, o papel dos profissionais da zootecnia na resolução dos problemas causados pelo desequilíbrio no ecossistema atual é buscar tecnologias que possam auxiliar no controle dessa problemática.

Uma tecnologia que vem sendo de grande relevância é a implantação dos sistemas integrados. Os sistemas silvipastoris, por exemplo, são sistemas que integram árvores, forrageira e o animal em uma mesma área simultaneamente, sendo caracterizados como sistemas sustentáveis, pois almejam o desenvolvimento econômico, social e a preservação do meio ambiente. Com a implantação desses sistemas, o produtor rural poderá produzir em larga escala sem a necessidade de ocupação de várias áreas para a atividade rural, diminuindo o desmatamento. Outro papel importante do zootecnista é o incentivo à recuperação de nascentes por meio do replantio de espécies nativas como as árvores nativas do Cerrado: o baru, o ipê e o pequi, entre outros. O profissional da zootecnia tem fundamental importância na preservação do solo, trabalhando diretamente com o manejo adequado para aumentar sua capacidade produtiva, conservar a fertilidade e a quantidade adequada de águas pluviais, utilizando métodos como a coleta de amostras de solo, forragem, interpretação e recomendação de adubação, calagem, manejo de pastagem e dos animais, desse modo auxiliando o produtor no desenvolvimento da atividade – seja na pecuária ou na agricultura. Além disso, tais alternativas são viáveis para pequenos e grandes produtores rurais, conforme já mencionado.

Sistemas integrados de produção

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) consiste em um processo que possibilita a alta produção de agricultura, floresta, lavoura/pecuária por meio da diversificação, rotação, consorciação e sucessão, sendo essas atividades realizadas em uma mesma área (Silva; Souza; Silva, 2020). Desse modo, os sistemas integrados de produção são importantes para combater a degradação das pastagens e promover a sustentabilidade agrícola, contribuindo com o desenvolvimento sustentável e a qualidade do solo (Valani *et al.*, 2022).

Portanto, áreas agrícolas sob sistemas integrados de produção como o ILPF têm potencial para sequestrar carbono, uma vez que tanto o teor de matéria orgânica do solo quanto a biomassa das árvores aumentam, mitigando a emissão de gases de efeito estufa da agricultura. Em relação aos aspectos do solo, o teor de carbono se destaca como principal indicador, mas o aspecto estrutural da matéria orgânica também é relevante, pois desempenha um papel fundamental na estabilidade química dos compostos de carbono e no tempo de vida dos compostos de carbono no solo (Tadini *et al.*, 2021).

À vista disso, Assis *et al.* (2015) avaliaram alterações nos atributos físicos do solo após a implantação de sistemas integrados de produção no Mato Grosso e concluíram que o ILPF promoveu melhorias na qualidade física do solo em relação à pastagem degradada. Os autores também observaram que o plantio de eucalipto no sistema com uma linha, ou seja, uma fileira de árvores propiciou recuperação da qualidade física do solo referente à pastagem degradada quando comparado ao sistema ILPF com três linhas (três fileiras de árvores) de eucalipto no plantio.

Olival *et al.* (2021) avaliaram os efeitos de cinco espécies arbóreas nativas na fertilidade do solo e qualidade da forragem em pastagens de *Urochloa brizantha* na Amazônia. Para isso, amostras de solo e forragem foram coletadas na copa e em áreas adjacentes de 25 árvores isoladas e pertencentes a cinco espécies durante uma estação seca e uma chuvosa. A presença de árvores nativas afetou positivamente o nível de potássio, cálcio e magnésio no solo, bem como aumentou a matéria mineral e a proteína bruta da forragem, especialmente na estação seca, sugerindo um efeito protetivo contra a seca sazonal. As espécies arbóreas tiveram efeitos variáveis sobre a fertilidade do solo e a qualidade da forragem. Verificasse, dessa forma, a importância da diversificação dos sistemas silvipastoris na Amazônia por meio do uso de espécies arbóreas nativas, que contribuem para o desenvolvimento de estratégias silvipastoris inovadoras na região.

Plantio de mudas

O plantio de mudas combinando espécies pioneiras e não pioneiras facilita a restauração de processos ecológicos como a produção de serapilheira. A serapilheira é fundamental para restabelecer a ciclagem de nutrientes e recuperar a fertilidade do solo em estágios iniciais de restauração. Nesse caso, o plantio de mudas aumenta a produção de serapilheira e pode favorecer a recuperação da ciclagem de nutrientes em áreas degradadas independentemente de sua disposição em linhas ou grupos adensados (Lorenzo; Campagnaro, 2017).

Nesse sentido, o reflorestamento com a combinação certa de árvores nativas e de crescimento rápido é essencial para restaurar a biodiversidade e as funções do ecossistema. Incluindo ferramentas científicas avançadas, o conhecimento tradicional é crucial para o sucesso da restauração do ecossistema. As atividades de mineração na superfície do solo resultam na destruição da integridade do ecossistema, na perda de biodiversidade e na degradação acelerada da terra. Portanto, a restauração ecológica deve incorporar todos os aspectos do ecossistema que ajudem a reverter a degradação do ecossistema (Ahirwal; Maiti, 2021).

Por conseguinte, é de fundamental importância o conhecimento sobre o crescimento inicial das plantas para que haja uma restauração florestal eficaz. Dentre os aspectos a serem considerados, destacam-se as exigências nutricionais das espécies utilizadas para tal finalidade, tendo em vista que essas áreas geralmente apresentam solos de baixa fertilidade, o que pode dificultar o estabelecimento e crescimento das espécies plantadas (Silva; Almeida; Carvalho, 2022).

Nesse contexto, Silva, Almeida e Carvalho (2022) avaliaram a influência da adubação fosfatada em espécies florestais nativas destinadas à recuperação de uma área degradada no município de Lavras, Minas Gerais. Foram utilizadas sete espécies florestais e quatro doses de superfosfato simples (0, 150, 300 e 450 gramas por cova). Dentre as sete espécies estudadas, *Schinus terebinthifolius* e *Guazuma ulmifolia* foram as que apresentaram maior crescimento dos parâmetros analisados, sendo, portanto, as espécies de maior potencial para um recobrimento mais rápido dessa área. A adubação fosfatada influenciou de forma distinta o crescimento inicial das sete espécies em relação às doses de superfosfato simples aplicadas. Por isso, recomenda-se a dose de 250 gramas de superfosfato simples por cova como adubação de base para todas as espécies.

Rotação de cultura

A rotação de culturas se resume em alternar diferentes espécies vegetais em determinado espaço de tempo de forma ordenada em uma mesma área e na mesma estação do ano. Os sistemas de rotação de culturas devem ser considerados como um meio de compensar alguns dos efeitos negativos da aplicação intensiva de fertilizantes, aumentando a biomassa microbiana do solo e as funções associadas de conversão de nutrientes (Xing *et al.*, 2022).

A degradação da terra corresponde à perda do equilíbrio de produção sustentável na natureza em razão dos impactos causados pelo ser humano, que estão ligadas diretamente à obtenção de lucro por meio dos recursos naturais em curto prazo. Por exemplo, ao tentar obter grandes produções em uma unidade de área com excesso de fertilização e irrigação na agricultura, ocorrerá a poluição das águas subterrâneas por nitrogênio, especialmente a destruição da biodiversidade do solo, além disso os gases de efeito estufa liberados na atmosfera também colocam em perigo os processos de vida saudável (Akça *et al.*, 2022).

Embora as soluções como agricultura de baixo carbono, manejo florestal silvicultural e planejamento urbano sejam bem descritas, o sucesso geral é limitado, pois 75 bilhões de toneladas de solo são erodidas em todo o mundo anualmente. Com isso, entre os estudos de mitigação e adaptação relativas à degradação do solo, as leguminosas parecem ser a ferramenta sólida para garantir a demanda alimentar humana com sua pressão relativamente baixa sobre os recursos naturais, pois atendem às suas necessidades de nitrogênio por meio da fixação de N atmosférico por bactérias rizóbios em nódulos nas suas raízes (Akça *et al.*, 2022).

Liu *et al.* (2022), ao avaliarem os efeitos na agregação e o carbono orgânico do solo em seis experimentos a campo com plantio direto ou rotativo mediante o sistema milho-trigo-soja-trigo; milho-trigo e soja-trigo, observaram que o plantio direto diminuiu a mineralização de carbono do solo por classe de tamanho de agregado e as rotações baseadas em leguminosas melhoraram a taxa de conversão do insumo de carbono da palha (9,4–21,9%). Sendo assim, o sistema de rotação à base de leguminosas é uma prática viável de sequestro de carbono.

Abán *et al.* (2021) analisaram o efeito de diferentes plantas de cobertura (leguminosas, não leguminosas e mistas) sobre as propriedades físico-químicas, biológicas e a produtividade da cultura em um sistema de monocultivo de feijão comum na região Norte da Argentina. Além disso, os autores observaram que a inclusão de leguminosas (ervilhaca e meliloto) e não leguminosas (aveia e trigo) como plantas de cobertura única no decorrer de três anos consecutivos aumentou de forma significativa a abundância dos principais grupos microbianos, da biomassa microbiana, do carbono e do nitrogênio. Com isso, os três anos utilizando plantas de cobertura melhoraram a qualidade do solo e os rendimentos da monocultura de feijão comum. Não só isso, também houve um aumento nos estoques de carbono e nitrogênio no solo em mais de 50% na monocultura de feijão, e conseqüentemente um aumento da biomassa microbiana e das atividades enzimáticas do solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As funções de produção agrícola – tais como melhorar a fertilidade e a estrutura do solo, além de interromper o ciclo de pragas e ervas daninha, que consiste em uma parte indispensável da rotação de culturas – são ferramentas viáveis para a produção agrícola sustentável, por isso devem ser aprimoradas.

A rotação de culturas corresponde a uma parte integrante da agricultura tradicional e moderna, que cria a oportunidade de aperfeiçoar a utilização da biodiversidade funcional em diversos sistemas de cultivo e tipos de solo sob condições climáticas variadas para a geração da economia verde (Bai *et al.*, 2022). Por essa razão, os efeitos negativos causados pela degradação prejudicam todo o ecossistema, além disso a falta de incentivo governamental afeta o desenvolvimento de práticas sustentáveis que poderiam amenizar os danos causados.

A recuperação de áreas degradadas necessita de atenção, uma vez que, quando se trata de danos ambientais irreversíveis, é preciso tomar medidas mitigatórias e corretivas. Para tanto, devem ser considerados todos os fatores envolvidos, sejam eles climáticos ou referentes aos tipos de solo, bem como às atividades agropecuárias, agrícolas ou à mineração.

Com isso, o zootecnista tem um papel fundamental na implantação de sistemas integrados e na rotação de culturas que surgem como uma alternativa viável para a recuperação de áreas degradadas, pois auxiliam na melhoria das condições físicas e químicas do solo. Inclusive, a presença de árvores no sistema favorece os níveis de potássio, cálcio e magnésio no solo bem como aumenta a matéria mineral e a proteína bruta da forragem, especialmente na estação seca. Desse modo, o plantio de mudas também é uma alternativa viável para a recuperação ecológica dos ecossistemas, auxiliando na fertilidade do solo.

REFERÊNCIAS

ABÁN, C. L.; BRANDAN, C. P.; VERDENELLI, R.; HUIDOBRO, D. J.; MERILES, J. M.; GIL, S. V. Changes in microbial and physicochemical properties under cover crop inclusion in a degraded commonbean monoculture system. *European Journal of Soil Biology*, [s. l.], v. 107, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2021.103365>.

AHIRWAL, J.; MAITI, S. K. Restoring coal mine degraded lands in India for achieving the United Nations-Sustainable Development Goals. *Restoration Ecology*, [s. l.], v. 30, n. 5, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.13606>.

AKÇA, E.; BÜYÜK, G.; İNAN, M.; KIRPIK, M. Chapter 14 - Sustainable management of land degradation through legume-based cropping system. *Advances in Legumes for Sustainable Intensification*, [s.l.], p. 267-280, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85797-0.00029-X>.

ALMEIDA, L. L. S. *et al.* Soil carbon and nitrogen stocks and the quality of soil organic matter under silvopastoral systems in the Brazilian Cerrado. *Soiland Tillage Research*, [s. l.], v. 205, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104785.99>

ARAÚJO, T. L. K. SOUSA, P.; AZEITEIRO, U. M. Brazilian Amazônia, deforestation and environmental degradation: Analyzing the process using game, deterrence and rational choice theories. **Environmental Science & Policy**, [s. l.], v. 117, p. 46-51, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.12.010>.

ASSIS, P. C. R. STONE, L. F. *et al.* Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Brasília, v. 19, n. 4, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p309-316>.

BAI, A. T. A. *et al.* Chapter 5 - Importance of diverse soil microbial community in crop rotation for sustainable agriculture. **Microbial Resource Technologies for Sustainable Development**, [s. l.], p. 113-145, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90590-9.00013-4>.

BISWAS, B. *et al.* Agroforestry offers multiple ecosystem services in degraded lateritic soils. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 365, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132768>.

CRUZ, D. C. *et al.* Uma visão geral da perda e restauração florestal na Amazônia brasileira. **Novas Florestas**, [s.l.], v. 52, p. 1-16, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-020-09777-3>.

CRUZ, D. C.; FERREIRA, G. C.; RIBEIRO, S. S.; SCHWARTZ, G.; MONTEIRO, A. Priority areas for restoration in permanent preservation areas of rural properties in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, [s.l.], v. 115, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106030>.

LIU, W. X. *et al.* Improving soil aggregates stability and soil organic carbon sequestration by no-till and legume-based crop rotations in the North China Plain. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 847, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157518>.

LORENZO, L.; CAMPAGNARO, V. H. Litterfall production as a function of planting seedlings system in a two years forest restoration area in the coastal - plain of Caraguatatuba, São Paulo, Brazil. **Revista Árvore**, Minas Gerais, v. 41, n. 3, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-90882017000300019>.

MARIANO, N.; AQUINO, M. D. H.; JUNIOR, E. F. A importância da recuperação de áreas degradadas: uma forma de conservação ambiental. **Interface Tecnológica**, São Paulo, v. 19, n. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31510/inf.v19i1.1347>.

OLIVAL, A. A. *et al.* Effect of Amazonian tree species on soil and pasture quality in silvopastoral systems. **Agronomy and Forestry**, [s.l.], v. 51, n. 4, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4392202004692.100>

PEIXOTO, R. Amazônia: 2022 já tem pior marca da série histórica de alertas de desmate do Inpe. **G1 Globo**, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2022/10/28/amazonia-2022-ja-tem-pior-marca-da-serie-historica-de-alertas-de-desmate-do-inpe.ghtml>. Acesso em: 11 dez. 2022.

PEREIRA, B. A. da S.; VENTUROLI, F.; CARVALHO, F. A. florestas estacionais no cerrado: uma visão geral. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 446-455, 2011. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/12666>. Acesso em: 12 jun. 2023.

PLATONOW, V. Brasil tem o equivalente a duas França em áreas degradadas, diz Ministério do Meio Ambiente. Agência Brasil – Empresa Brasil de Comunicação, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2012-07-11/brasil-tem-equivalente-duas-francas-em-areas-degradadas-diz-ministerio-do-meio-ambiente>. Acesso em: 11 fev. 2023.

REIS, J. C. dos. *et al.* Integrated crop-livestock systems: A sustainable land-use alternative for food production in the Brazilian Cerrado and Amazon. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 283, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124580>.

SILVA, J. G.; ALMEIDA, R. B.; CARVALHO, L. V. An economic analysis of a zero-deforestation policy in the Brazilian Amazon. **Ecological Economics**, [s. l.], v. 203, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107613>.

SILVA, J. W. T.; SOUZA, B. M. L.; SILVA, C. M. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ilpf). **Ciência Animal**, Ceará, v. 30, n. 3, p. 71-84, 2020.

TADINI, A. M. *et al.* Evaluation of soil organic matter from integrated production systems using laser-induced fluorescence spectroscopy. **Soil and Tillage Research**, [s. l.], v. 211, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105001>.

THEODORO, S. H. *et al.* Jacobson Soil remineralization and recovery of degraded areas: An experience in the tropical region. **Journal of South American Earth Sciences**, [s. l.], v. 107, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.103014>.

VALANI, G. P. *et al.* Soil physical quality in the topsoil of integrated and non-integrated grazing systems in a Brazilian Ferralsol. **Soil and Tillage Research**, [s. l.], v. 220, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105357>.

XING, T. T. *et al.* Increasing soil microbial biomass nitrogen in crop rotation systems by improving nitrogen resources under nitrogen application. **Journal of Integrative Agriculture**, [s. l.], v. 21, p. 1488-1500, 2022. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(21\)63673-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(21)63673-0).

SOBRE OS ORGANIZADORES



Mariana Buranelo Egea

A professora Mariana Buranelo Egea é graduada em Tecnologia em Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá (UEM, 2007) e Nutrição pela UNIASSSELVI (2023), com mestrado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina (UEL, 2010), doutorado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Paraná (UFPR, 2014) e pós-doutorado pelo Department of Food Science and Technology da Oregon State University (US) (2019-2020). Tem atuado com alimentos funcionais (origem vegetal/plant-based/non-dairy) e seus compostos bioativos naturalmente presentes ou adicionados, incluindo as estratégias de adição desses compostos na alimentação humana, tais como o desenvolvimento de produtos e seu efeito no metabolismo humano. Atualmente é professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde.



Jacson Zuchi

Técnico em Agropecuária pelo Colégio Agrícola de Frederico Westphalen/Universidade Federal de Santa Maria (2000). Realizou Graduação em Agronomia (2006) e Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas (2008), Doutorado Sanduíche em Fitotecnia pela University of California, Davis - PDEE/CAPES Sandwich Program (2010) e Universidade Federal de Viçosa (2011), Pós-Doutorado em Ciências Agrárias/Agronomia pelo Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde (2015) e é Especialista em Formação Pedagógica na Educação Profissional, Científica e Tecnológica pelo IF Goiano - Campus Urutaí (2018-2020). Atualmente é Professor EBTT Agronomia/Fitotecnia do IF Goiano - Campus Hidrolândia, atuando como Coordenador do Núcleo de Pesquisa, Pós- Graduação e Inovação, Coordenador Executivo da Unidade de Transferência de Tecnologia do Centro de Excelência em Bioinsumos (UTT-CEBIO), integrante do Escritório de Projetos de Indicação Geográfica e da equipe de pesquisadores da Cadeia Produtiva da Jabuticaba de Hidrolândia.



Luiza Luanna Amorim Purcena

Possui graduação em Ciências Biológicas - Hab. lic. Biologia pela Universidade Estadual de Goiás (2005). Mestrado e Doutorado em Biologia com área de concentração em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal de Goiás. Especialista em Propriedade Industrial: Patentes pela Universidade Federal de Goiás. Professora do Insituto Federal Goiano atuando no Núcleo de Inovação Tecnológica da Instituição desde 2019. Tem experiência na área de Bioquímica, com ênfase em química de proteínas, atuando principalmente com enzimas do solo. Atualmente meu foco de atuação profissional é na proteção e gestão da propriedade intelectual.

SOBRE OS AUTORES



Josemar Gonçalves de Oliveira Filho

Atualmente, ocupa a posição de pesquisador visitante no Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial da University of Illinois at Chicago, com foco principal em pesquisa na área de nanotecnologia para embalagens inteligentes de alimentos. Paralelamente, está conduzindo seu Pós-Doutorado no Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA) na Embrapa Instrumentação desde 2022. Obteve título de Doutor em Alimentos e Nutrição com ênfase em Ciência de Alimentos em 2022 na Universidade Estadual Paulista (UNESP). Antes disso, concluiu o mestrado em Agroquímica em 2018 e obteve graduação em Agroecologia em 2015, com formação técnica em Agroindústria em 2013. Durante sua carreira, tem contribuído como revisor ad-hoc em diversas revistas científicas, incluindo Food Chemistry, International Journal of Biological Macromolecules e Food Packaging and Shelf Life. Entre 2018 e 2022, foi Pesquisador Colaborador no Laboratório de Tecnologias Pós-colheita de Frutas e Hortaliças da Embrapa Instrumentação. Recebeu reconhecimento pela qualidade de sua pesquisa nos últimos anos, com dois artigos premiados pela editora Wiley como ‘Top Cited Article’ e ‘Top Downloaded Article’ no período de 2021-2022. Dois de seus artigos também foram escolhidos para serem capa da edição de agosto de 2021 do Journal of Food Science e da edição de março de 2024 de Food Frontiers. Suas pesquisas concentram-se principalmente na produção de nanofibras inteligentes utilizando técnicas rápidas e sustentáveis, como a solution blow spinning, e na criação de filmes biopoliméricos nanoestruturados ativos, bioativos e inteligentes para aplicação em alimentos. Também atua no desenvolvimento de revestimentos comestíveis nanoestruturados e nanoemulsões para o controle de doenças e aprimoramento da qualidade pós-colheita de frutas. Além disso, possui experiência na hidrólise enzimática de proteínas de subprodutos para liberar peptídeos bioativos e no desenvolvimento de alimentos funcionais, incluindo probióticos e simbióticos. Sua produção científica inclui publicações em periódicos especializados, capítulos de livro e trabalhos em anais de eventos, todos relacionados aos temas mencionados anteriormente.



Guilherme Freitas de Lima Hercos

O doutorando Guilherme Freitas de Lima Hercos é graduado em Licenciatura em Química pelo Instituto Federal Goiano – campus Rio Verde (IF Goiano, 2021), com Mestrado em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU, 2023). Atualmente está cursando o Doutorado em Agroquímica pelo IF Goiano – campus Rio Verde onde desenvolve pesquisas na extração e hidrólise da proteína da torta de algodão e na produção e caracterização de filmes biodegradáveis associados a hidrolisados proteicos. Atua também como Professor de Química na rede estadual de educação de Goiás.



Larissa de Souza Reis

Mestre em Zootecnia pelo Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde – GO, especialista em Produção Sustentável de Bovinos pelo Instituto Federal Goiano – Campus Campos Belos –GO, graduada em Tecnologia em Agronegócio pela Universidade Estadual de Goiás-UEG, atualmente graduanda em Bacharel em Zootecnia pelo Instituto Federal Goiano – Campus Campos Belos –GO, e membro do grupo de pesquisas em ciências agrárias “Bioativos no Controle de Espécies Parasitas Prejudiciais à Produção de Leite” no Instituto Federal Goiano – Campus Campos Belos –GO.



Romario Victor Pacheco Antero

Possui experiência na área de tecnologia de conversão de biomassa, com ênfase na obtenção de biofertilizantes, condicionadores de solo e biomoléculas de interesse a partir de biomassa residual e subprodutos diversos. Sua atuação também inclui o desenvolvimento de projetos na área de cosmetologia, focados no aproveitamento de espécies vegetais nativas do Cerrado. Além disso, também atua na área de bioinsumos e atualmente exerce a função de Coordenador Executivo da Unidade de Transferência de Tecnologia de Campos Belos, vinculada ao Centro de Excelência em Bioinsumos do Governo de Goiás. Sua expertise abrange tanto a pesquisa quanto a implementação prática de soluções sustentáveis para o desenvolvimento regional. Dessa forma, acredita-se que a experiência técnica do professor/pesquisador contribuirá significativamente para a inovação tecnológica e o bom desenvolvimento das atividades inerentes ao projeto.



Handressa Dark Soares de Oliveira

Tecnóloga em Alimentos pelo Instituto Federal Goiano (2021), com pós-graduação em Engenharia da Qualidade pela Faculdade Venda Nova Imigrante (FAVENI) (2022). Possui experiência em controle de qualidade na indústria de moagem.



Patrick Bezerra Fernandes

Graduado em Zootecnia pelo Instituto Federal Goiano (2015), Mestre em Zootecnia pelo Instituto Federal Goiano (2017) e Doutor em Ciência Animal pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2020). Durante sua trajetória acadêmica, desenvolveu conhecimentos nas áreas de manejo de pastagens, sistemas agrícolas sustentáveis e produção de ruminantes.



Marco Antônio Pereira da Silva

Graduado em Zootecnia pela Escola Superior de Ciências Agrárias de Rio Verde (1992), Mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (2003), Doutor em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás (2008) e Pós-Doutor pela Universidade Federal de Goiás. Atualmente, é Professor Titular no IF Goiano - Campus Rio Verde e atua na área de tecnologia e processamento de produtos de origem animal e vegetal, com ênfase no uso da polpa de frutos do Cerrado e soro de leite em formulações alimentícias de valor proteico agregado.



José Atair da Silva Neto

Possui uma sólida formação acadêmica e profissional. Graduado em Administração pela Universidade Salgado de Oliveira, ele complementou sua educação com MBAs em Gestão de Cooperativas pela FGV, Marketing Digital pela ESPM-SP e Gestão Comercial pela FIA. Desde 2011, atua como cooperado e presidente da Cooperabs, com mandato válido até 2025, e como Conselheiro Fiscal da Sescopop-Goiás, com mandato até 2026. José Atair também coordenou importantes projetos de extensão, como a Estruturação de Indicação Geográfica (IG) do Polvilho da Região do Cará. Sua trajetória é marcada pela dedicação ao cooperativismo e ao desenvolvimento regional, temas que refletem em sua escrita e contribuição para esta obra.



Bruno de Andrade Martins

Possui graduação em Engenharia de Alimentos, mestrado em Ecologia e Produção Sustentável, doutorado em Tecnologia de Alimentos, além de formação técnica em Saneamento. Atua como professor no Instituto Federal Goiano - Campus Hidrolândia, e sua experiência se concentra em Ciência e Tecnologia de Alimentos, com foco em Tecnologia de Alimentos e Inovação. Trabalha principalmente com temas como Desenvolvimento Sustentável, Agroecologia, Desenvolvimento Tecnológico, Processamento e Qualidade de Alimentos, e Indicação Geográfica. Coordena o Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA Hidrolândia) desde 2013, orientando diversos projetos de pesquisa, ensino e extensão, além de coliderar o Grupo de Pesquisa Multidisciplinar para a Sustentabilidade do Bioma Cerrado, criado em 2012.



Pedro Augusto de Oliveira Domingues

Estudante do Instituto Federal Goiano-Campus Hidrolândia e estou cursando o 3º Ano do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio; sou membro do Núcleo de Estudos em Agroecologia do Campus Hidrolândia, onde integramos Ensino, Pesquisa e Extensão, com projetos, cursos, oficinas, eventos e palestras; também tenho prazer de participar do Escritório de Projetos de Indicações Geográficas do Campus Hidrolândia, onde estamos estruturando a Indicação de Procedência do Polvilho da Região do Cará em Bela Vista de Goiás.



Yago Danilo Gonçalves de Lima

Formado no Curso Técnico em Agropecuária (2018-2020) pelo Instituto Federal Goiano - Campus Hidrolândia e foi Bolsista de Iniciação Científica, tecnológica e industrial (2018-2020) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA Hidrolândia), atuando na área de segurança alimentar e desenvolvimento sustentável. Realizou o Curso de Agente em Desenvolvimento Cooperativista (2020-2020) pelo Instituto Federal Goiano-Campus Hidrolândia. Atualmente, é discente do curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal Goiano - Campus Hidrolândia e desde 2021, se envolveu em vários projetos de extensão, como Núcleo de Estudos em Agroecologia, Feira Interinstitucional Agroecológica: uma proposta de alimentação saudável “do campo a cidade”, Semana Integrada do Cerrado, Semana Nacional de Ciência e Tecnologia do IF Goiano Campus Avançado Hidrolândia - 2022 e Programa Agroecologia e Cerrado Sustentável. Em 2022 e 2023, foi bolsista de extensão em dois editais no projeto de inovação de Estruturação da Indicação Geográfica Polvilho da Região do Cará, com o apoio da chamada pública para seleção de projetos de promoção às indicações geográficas da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (Edital SETEC/MEC nº 63/2021 e 03/2022- Eixo II).



Rogério Chaves da Silva

Doutor em História pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Possui graduação, especialização e mestrado em História, também pela UFG. É professor titular do Instituto Federal Goiano, no Campus Hidrolândia. É pesquisador da área de Teoria da História, História da Historiografia, História e Historiografia Regional. É autor dos livros: “O Jesuíta e o Historiador: a produção historiográfica de Luis Palacín sob o prisma da matriz disciplinar de Jörn Rüsen” (2008); “Discutindo histórias da historiografia brasileira: uma abordagem analítica”; “Ensino de humanidades em perspectiva: reflexões sobre estratégia pedagógicas, cenários educacionais e cultura regional” (2019 - coautor); “Reflexões sobre o fazer histórico: uma história da historiografia em (sobre) Goiás (da década de 1920 a de 1990)” (2020) e “A Formação Integrada em Pauta: experiências de integração no Ensino Médio Técnico” (2022 - coautor).



Danielle de Moura Cordeiro Dobre

Possui Doutorado em Ciências Animais (2011), Mestrado em Ciências Biológicas (Biologia Molecular) pela Universidade de Brasília (2001), Pós-Graduação Lato Sensu de Produção Sustentável de Bovinos pelo Instituto Federal Goiano (2020), Graduação, Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade de Brasília (1997). Professora titular da Universidade Católica de Brasília de 1999 a 2012. Professora do Curso de Licenciatura em Biologia EAD/UAB, pólo Universidade Federal do Tocantins/Arraias de 2008 a 2013. Atualmente atua como Inspectora de Recursos Naturais pelo Instituto de Natureza do Estado do Tocantins. Tem experiência na área de Bioquímica com ênfase em Biologia Molecular, nas áreas Fisiologia e de Morfologia, atuando principalmente nos temas: Citologia e Biologia Celular, Embriologia e Histologia e é especializada em Biotecnologias da Reprodução Animal.



Althieris de Souza Saraiva

Professor EBTT área Entomologia. Diretor-geral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Campos Belos desde 18 de Janeiro de 2024. De Junho de 2022 a 17 de Janeiro de 2024 foi Diretor de Ensino (cargo equivalente) do IF Goiano - Campus Campos Belos. Foi Diretor (cargo equivalente) de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Campos Belos (Fevereiro de 2019 a Junho de 2022). É Professor credenciado no programa de pós-graduação *Stricto sensu* (Mestrado e Doutorado em Agroquímica) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde; Coorienta em nível de doutoramento junto ao Programa de Ciências Ambientais da Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia; Doutor em Produção Vegetal pela UFT (2016) - período Sanduíche na Universidade de Aveiro, Portugal, vinculado ao programa doutoral em Biologia e Ecologia das Alterações Globais - *Biology and Ecology of Global Change*; Mestre em Produção Vegetal pela UFT (2012); Graduado em Agronomia pela UFT (2010). É revisor de periódicos internacionais tais como *Water, air and soil pollution*; *Neotropical Entomology*; *Environmental Pollution*; *Florida Entomologist*, *Chemosphere*, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*. Principais áreas de atuação: Conservação de Agroecossistemas, Ecotoxicologia, Bioinsumos, Entomologia.



EDITORA
IF GOIANO