

## A LEMBRANÇA ESTIMULADA COMO UMA FERRAMENTA DE INVESTIGAÇÃO DO USO DE ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE ENSINO

Keren Hapuque Bastos da Silva<sup>1</sup> (IC), Mirley Luciene dos Santos<sup>2</sup> (PQ)

<sup>1</sup>Ciências Biológicas, BIC/UEG, Universidade Estadual de Goiás, hapucbastos@hotmail.com

<sup>2</sup>Docente, Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás

Resumo: O objetivo desse trabalho foi investigar o Planetário Digital de Anápolis, enquanto espaço não formal de ensino e sua efetiva contribuição para o ensino e a aprendizagem de Ciências, por meio da aplicação do Método da Lembrança Estimulada. De cunho descritivo e quali-quantitativo, constituiu-se das seguintes etapas: revisão bibliográfica, observação do espaço do Planetário Digital de Anápolis, aplicação de questionário para os funcionários do planetário e professores da rede de ensino após a visita, acompanhamento das escolas durante a visita e aplicação do Método da Lembrança Estimulada. Após uma semana da visita foi aplicado o método na escola, que teve dois momentos: os alunos desenharam o que lhes chamou mais atenção e depois organizaram cartazes em pequenos grupos. A análise dos questionários aplicados aos funcionários e professores, bem como dos desenhos e a participação dos alunos revelou que o Planetário Digital de Anápolis-GO contribui para o ensino e aprendizagem de Ciências, possuindo grande potencial para a divulgação e popularização da Ciência.

Palavras-chave: Planetário Digital de Anápolis. Ensino de Ciências. Astronomia. Método da Lembrança estimulada.

### Introdução

De acordo com Vieira, Bianconi e Dias (2005), a educação, enquanto forma de ensino-aprendizagem é adquirida ao longo da vida dos cidadãos e pode ser dividida em três diferentes formas:

**educação escolar formal** desenvolvida nas escolas; **educação informal**, transmitida pelos pais, no convívio com amigos, em clubes, teatros, leituras e outros, ou seja, aquela que decorre de processos naturais e espontâneos; e **educação não-formal**, que ocorre quando existe a intenção de determinados sujeitos em criar ou buscar determinados objetivos fora da instituição escolar (VIEIRA; BIANCONI; DIAS, 2005, p.1, grifo nosso).

Nesse contexto, todo e qualquer espaço pode ser utilizado para uma prática educativa de grande significação para professores e estudantes. Assim, a educação

#### REALIZAÇÃO

não-formal pode ser definida como a que proporciona a aprendizagem de conteúdos da escolarização formal em espaços como museus, centros de ciências, ou qualquer outro em que as atividades sejam desenvolvidas de forma bem direcionada, com um objetivo definido (GOHM, 1999). Na literatura encontram-se registros que mostram a importância desses espaços, entre os quais estão os Planetários, que podem dar uma importante contribuição para o Ensino de Ciências, proporcionando a Alfabetização Científica. De acordo com Vilaça, Langhi e Nardi (2013, p.6), os Planetários podem ser aproveitados “enquanto *locus* para a **educação formal** (formação profissional de professores), além da **educação não-formal** (atendimento responsável a escolas) e **popularização** (divulgação científica)”.

Considerando a importância desses espaços, faz-se cada vez mais necessário o desenvolvimento de pesquisas que avaliem a sua efetiva contribuição para o ensino de Ciências. Nesse contexto, o método da Lembrança Estimulada (LE) aliado à observação do público vem se destacando em pesquisas sobre os espaços não formais de educação por seu potencial de compreender as singularidades e eficácia da exposição no intuito de expressar significados e interações entre visitantes e exposição (OLIVEIRA, 2017).

Nesse sentido, o intuito desse trabalho foi o de avaliar a contribuição do Planetário Digital de Anápolis para a educação formal no município de Anápolis, GO.

## Material e Métodos

A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados Scielo (*Scientific Eletronic Library Online*) e buscas nos Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), utilizando as seguintes palavras-chave: “Espaços não formais”; “Planetário”; “Ciências”; “Astronomia” e “Lembrança estimulada”. Utilizou-se como recorte temporal o período compreendido entre 2005 e 2018. O ano de 2019 não foi incluído na pesquisa por não estar finalizado. Após as buscas, os resumos dos artigos indexados encontrados foram lidos, triados segundo os objetivos do estudo e organizados em um quadro que serviu de referencial para o desenvolvimento do estudo.

Para a pesquisa de campo, realizou-se um diagnóstico de cunho descritivo-qualitativo, utilizando-se dois instrumentos de coleta de dados: a entrevista estruturada composta de seis questões que foi realizada com os funcionários do Planetário e um questionário estruturado composto de sete questões aplicado aos professores que acompanhavam as turmas de escolares em visita ao Planetário. A entrevista com os funcionários objetivou levantar informações sobre a sua formação, sua concepção do espaço, informações sobre os recursos e conteúdos apresentados, as sessões na cúpula e a administração do tempo. Já a aplicação do questionário aos professores objetivou levantar informações sobre a sua área de formação, o conhecimento sobre o espaço visitado, planejamento da visita, satisfação com o espaço e contribuições para a formação científica dos alunos visitantes. Para manter o anonimato dos entrevistados, os mesmos foram identificados pela inicial F (funcionário) ou pela inicial P (professor) seguido de um número.

No segundo momento da pesquisa de campo foi realizado o contato com duas unidades escolares para o autorizo da aplicação do método da LE com as turmas que haviam sido acompanhadas na visita ao Planetário Digital de Anápolis. O método da LE foi aplicado nas dependências da unidade escolar após decorrido uma semana da visita.

Conforme Falcão e Gilbert (2005), o método da LE refere-se a um conjunto de ferramentas em que o sujeito da pesquisa é exposto a registros relacionados a uma atividade específica da qual participou. A aplicação do método da LE transcorreu em dois momentos: inicialmente foi solicitado aos alunos que representassem em uma folha de papel um desenho sobre aquilo que mais lhes havia chamado a atenção durante a visita ao Planetário; na sequência cada turma, dividida em grupos, recebeu folhas de cartolina e imagens do sistema solar para organizá-los de acordo com o que havia observado durante a visita. Para concluir a atividade foi organizado um cartaz de forma coletiva com os grupos.

Os desenhos foram recolhidos e analisados, bem como a construção dos cartazes pelos grupos de alunos. Buscou-se na análise dos desenhos a construção de categorias conforme sua representação e frequência

## Resultados e Discussão

### O Planetário Digital de Anápolis

O Planetário Digital de Anápolis recebe escolas públicas e privadas do município e cidades vizinhas, bem como a comunidade anapolina. No entanto, o principal público que visita o Planetário é composto por alunos da rede municipal, em função do transporte escolar disponibilizado pelo município. São principalmente, alunos do terceiro ao nono ano do Ensino Fundamental. As visitas são agendadas e planejadas como parte do currículo escolar. O roteiro da visita dura em torno de 40 minutos e inclui: a recepção da turma com uma breve apresentação do espaço, a exposição dos telescópios e outros artefatos expostos e logo em seguida, os alunos são direcionados para a cúpula para as sessões de filmes sobre Astronomia com duração de 20 minutos (Figura 1).



**Figura 1.** Planetário Digital de Anápolis. Fonte: Google Imagens. Acesso em 18 de janeiro de 2019.

### Pesquisa Bibliográfica

Os artigos levantados na pesquisa bibliográfica ao todo foram encontrados sete artigos publicados em revistas indexadas no Portal *Scielo* e 19 artigos publicados nos Anais do ENPEC, totalizando 26 artigos que corresponderam aos termos de busca. Esses dados apontam que o tema ainda é pouco explorado pelos pesquisadores brasileiros, considerando apenas as publicações nacionais em revistas indexadas no Portal *Scielo* e que o ENPEC representa um evento importante para a divulgação das pesquisas realizadas na área. De modo geral,



ainda há uma carência de pesquisas sobre os espaços não formais, os quais apresentam um grande potencial ao contribuir com a formação de professores, com a alfabetização científica e a popularização da Ciência (VILAÇA; LANGHI; NARDI, 2013).

### **Pesquisa de Campo**

Ao todo são 12 funcionários que estão distribuídos nos três turnos de funcionamento do Planetário: manhã, tarde e noite. Desses, cinco funcionários foram entrevistados de acordo com as funções exercidas no espaço: auxiliar de serviços gerais, técnico administrativo, professor planetarista, gerente e secretária/assessora de cúpula.

Em relação a concepção sobre o espaço, obteve-se que de modo geral os funcionários acreditam na relevância do espaço para difundir e popularizar o conhecimento científico, como exemplificado nas transcrições das falas a seguir:

*F1- Eu acredito que a educação não formal ela tem um poder até maior que a educação formal, então o atendimento, o conhecimento inócuo aqui que os alunos têm, eu acho muito relevante. Porque ele vem na verdade consolidar aquilo que geralmente (geralmente porque nem sempre) o que o professor vem trabalhado em sala de aula.*

*F2- O espaço é um espaço para incentivar, então como é um espaço informal ele é um espaço que incentiva os alunos e visitantes a descobrirem mais sobre a astronomia e ciências afins. Não precisa ser só astronomia.*

No entanto, apesar de ressaltarem a importância do espaço como ambiente propício à aprendizagem e a consolidação de saberes, ficou evidente que o espaço ainda é pouco explorado durante as visitas e que o tempo destinado para essas visitas é insuficiente. Sobre a adequação do tempo destinado às visitas, temos em relação aos entrevistados, algumas falas para exemplificar:

*F3- As vezes é, as vezes não. Aí é aquela história: depende muito da turma.*

*F4- É e não é. É porque às vezes se torna cansativo, e não é porque o espaço deveria ser bem mais explorado. 40 minutos é pouco.*

O Planetário Digital de Anápolis é acessível a toda comunidade. Porém, por meio das observações e acompanhamento das visitas *in loco*, evidenciou-se que ainda não existe uma programação diferenciada em função de um determinado

conteúdo ou idade escolar, sendo o roteiro da visita o mesmo para todas as turmas. O único diferencial é o filme selecionado para a cúpula, que pode variar dependendo da idade da turma recebida. Essa problemática foi justificada pelos funcionários em função dos recursos disponíveis terem sido adquiridos com recurso público por ocasião da implantação do Planetário, e sendo muito caros, ainda não há previsão de aquisição de novos recursos. Outro aspecto apontado foi o tempo da visita que muitas vezes está vinculado à disponibilidade do transporte escolar dos estudantes, o que inviabiliza uma visita de maior duração.

Em relação ao questionário aplicado aos professores obtivemos 11 respondentes pertencentes a sete escolas. Quanto à área de formação sete são formados em Pedagogia e quatro apresentam duas graduações: Pedagogia e História. Dos 11 professores, apenas três não conheciam o espaço, sendo aquela a primeira visita. Quando perguntados sobre o planejamento das atividades que antecediam a visita, todos os professores responderam que prepararam atividades previamente a visita envolvendo o sistema solar. Essas atividades envolveram: debates, filmes, projeção de slides e confecção de maquetes na escola.

Quanto aos objetivos da visita ao Planetário, percebemos que o principal é fixar os conteúdos trabalhados em sala de maneira lúdica (6 entrevistados). Os objetivos são exemplificados nas respostas transcritas a seguir:

*P2 - levar conhecimento de mundo aos alunos.*

*P3 - fixar o conteúdo aprendido em sala de aula de uma maneira mais lúdica.*

*P4 - trazer os alunos para vivenciarem novas experiências.*

*P6 - levar conhecimento sobre o Planetário e os planetas para as crianças.*

*P7 - aguçar a curiosidade dos alunos e para a fixação do conteúdo trabalhado em sala de aula.*

Todos os professores avaliaram que o espaço contribuiu para a formação científica dos alunos e que as atividades oferecidas atenderam às expectativas de aprendizagem. Entre essas expectativas alcançadas foram citadas: contato com novas experiências, processo de socialização, exploração do conteúdo (sistema solar), contato com o conteúdo de forma mais visual e lúdica, motivação (sair da rotina), curiosidade e o interesse pela Ciência.

Finalmente foi solicitado aos professores que avaliassem a visita, sendo que

todos avaliaram de forma positiva, elogiando o espaço e o atendimento. Solicitados a darem sugestões, os professores sugeriram, entre outros: maior divulgação do espaço, facilitar o agendamento, ofertar oficinas aos alunos, explorar outros conteúdos previstos na matriz curricular da rede municipal de ensino.

### **Aplicação e avaliação do método da Lembrança Estimulada (LE)**

Ao todo 79 estudantes distribuídos em quatro turmas, sendo duas turmas de cada unidade escolar, participaram da atividade. A análise dos desenhos permitiu a construção de três categorias: (1) **Sistema Solar**, (2) **Espaço e elementos do Planetário** e (3) **Desconhecido**. Na categoria **Sistema Solar** foram agrupados 40 desenhos. Essa categoria representou 51% dos desenhos elaborados, o que significa que o tema abordado durante a visita foi significativo para esses alunos, já que foi instruído que fizessem o desenho representando aquilo que mais havia lhes chamado a atenção na visita ao Planetário Segundo.

A categoria **Espaço e elementos do Planetário** reuniu 22 desenhos (28%), os quais incluíram a representação da cúpula onde os alunos assistiram a um filme sobre o sistema solar (7 desenhos), o telescópio (1), imagens de planetas expostas no Hall do Planetário (1), Imagem da Rosa dos Ventos pintada no piso do Planetário (8) e laboratório de Química (5). Esses desenhos representam que a visita ao espaço do Planetário foi significativa para esses alunos, provavelmente sendo fator de motivação em sua rotina escolar. Cabe ressaltar que apenas uma das turmas composta de 17 alunos realizou durante a visita uma atividade em um dos laboratórios equipados com vidrarias e reagentes, sendo desenvolvidos alguns experimentos de Química de forma demonstrativa. Essa atividade chamou a atenção dos alunos e indica que o espaço pode ser aproveitado para a realização de atividades diversas relacionadas à Ciência. A categoria **Desconhecido** reuniu 17 desenhos (21%) nos quais não foi possível identificar o que o aluno representou.

No segundo momento, os alunos reunidos em grupos receberam os materiais e montaram cartazes sobre o sistema solar (Figura 2). Nas falas, bem como na organização dos cartazes, os alunos rememoraram por diversas vezes o que haviam observado no Planetário. A LE sobre a visita realizada trouxe

informações diversas sobre o sistema solar, os planetas e suas características, curiosidades, comentários sobre o espaço visitado, sobre objetos e instrumentos como o telescópio e outras informações e experiências vividas durante a visita.



**Figura 2.** Método da Lembrança Estimulada aplicado na sala de aula com alunos do Ensino Fundamental sobre o tema da visita ao Planetário Digital de Anápolis em 2019. Elaboração individual do desenho, elaboração em pequenos grupos de cartazes e organização conjunta do cartaz.

Segundo Falcão e Gilbert (2005, p. 113) “a principal contribuição da LE é facilitar o participante a expressar o significado de suas experiências, assim como as razões para suas ações e escolhas ao longo da visita”. Neste sentido, o uso da LE pode trazer subsídios relevantes para a pesquisa sobre a aprendizagem nesses espaços, como é o caso do Planetário Digital de Anápolis.

## Considerações Finais

A entrevista com os funcionários do Planetário e as observações *in loco* nos proporcionaram conhecer melhor o funcionamento do espaço sendo possível constatar algumas dificuldades enfrentadas em relação ao transporte escolar, ao tempo das visitas, a restrição de filmes existentes para exposição na cúpula e a falta de diversificação de atividades em função da idade e da escolaridade dos alunos que visitam o espaço. No entanto, entende-se que esses entraves não devem afetar a qualidade e as possibilidades de uso do espaço, sendo necessárias ações que modifiquem essa realidade. Esse resultado pode ser corroborado com os dados



levantados junto aos professores entrevistados segundo os quais o espaço tem cumprido com o seu papel de difundir a Ciência, sobretudo em relação à Astronomia, mas poderia ser melhor aproveitado como um espaço de Educação Científica e Popularização da Ciência.

A aplicação da LE mostrou-se importante para verificar a contribuição do Planetário Digital de Anápolis no ensino e aprendizagem de Ciências, evidenciando que a integração entre saberes de dentro e de fora da sala de aula pode enriquecer o processo de construção de conhecimentos, conforme salienta Lowman (2004).

## Agradecimentos

À Universidade Estadual de Goiás por meio da bolsa concedida no Programa de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica (PBIC/UEG). Ao CEPE pela oportunidade de apresentar o trabalho. À Secretaria Municipal de Educação e gestores do Planetário Digital de Anápolis pelo autorizo da pesquisa. Aos gestores das escolas da rede pública municipal de ensino que autorizaram a coleta de dados junto aos estudantes.

## Referências

FALCÃO, D.; GILBERT, J. Método da lembrança estimulada: uma ferramenta de investigação sobre aprendizagem em museus de ciências. **História, Ciências, Saúde– Manguinhos**. v. 12 (suplemento), p.93-115, 2005.

GOHM, M. G. Educação não-formal e cultura política. **Impactos sobre o associativismo do terceiro setor**. São Paulo, Cortez. 1999.

LOWMAN, J. **Dominando as Técnicas de Ensino**. São Paulo: Atlas, 2004.

OLIVEIRA, L. M. O Método da Lembrança Estimulada como uma ferramenta de investigação sobre a visita escolar no Museu de Biodiversidade do Cerrado. In: **Atas XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, julho, 2017.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L.; DIAS, M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Cienc. Cult.** v. 57, n. 4. São Paulo, 2005.

VILAÇA, J.; LANGHI, R.; NARDI, R. Planetários enquanto espaços formais/não-formais de ensino, pesquisa e formação de professores. In: **Atas IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**, Águas de Lindóia,

REALIZAÇÃO

**VI Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG**

**Ciência e Inovação como perspectivas para o  
Desenvolvimento Social e Sustentável**

**de 16 a 18/10/2019  
Anápolis**



São Paulo, SP, Nov., 2013.

---

**REALIZAÇÃO**

**PRG**  
Pró-Reitoria de  
Graduação

**PRP**  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

**PRE**  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis



**Universidade  
Estadual de Goiás**

## **Alterações histopatológicas no fígado de *Astyanax lacustris* de riachos do município de Silvânia, Goiás.**

**Marcos Vinicius Carlos Moreira<sup>1</sup> (IC)\*, Gabrielly Rodrigues Leão(IC), Thiago Lopes Rocha<sup>2</sup>(PQ), Daniela de Melo e Silva<sup>3</sup> (PQ), Rosane Garcia Collevatti<sup>4</sup> (PQ), Hugo Freire Nunes<sup>5</sup> (PQ), Luciana Damacena Silva<sup>6</sup> (PQ). mvcarlosmoreira8@gmail.com**

1 – Universidade Estadual de Goiás, 2 – Universidade Federal de Goiás, 3 - Universidade Federal de Goiás, 4 - Universidade Federal de Goiás, 5 - Universidade Federal de Goiás, 6 - Universidade Estadual de Goiás.

Resumo: A histopatologia do tecido hepático é a ferramenta que demonstra os efeitos de agentes estressores em populações de peixes. Este trabalho avaliou a influência das atividades agropastoris do município de Silvânia, Goiás, em quatro riachos, a partir de análises histopatológicas em tecido hepático de *Astyanax lacustris*. Os peixes foram coletados utilizando redes de espera e eutanasiados por hipotermia. Para as análises histológicas foram utilizados cinco peixes por ponto, identificados como P6, P10, P14 e P16. As amostras de fígados foram fixadas em paraformaldeído 4%, e processadas seguindo protocolo. As lâminas foram visualizadas em microscópio óptico. Foram observadas as alterações congestão nos sinusóides hepáticos, migração da cromatina nuclear para periferia do núcleo (interpretado como indicativo de apoptose), aumento do diâmetro dos vacúolos citoplasmáticos caracterizando esteatose, infiltrado leucocitário e agregados de macrófagos (melanomacrófagos), hipertrofia do núcleo e do citoplasma dos hepatócitos. Congestão nos sinusóides hepáticos apresentando infiltrado leucocitário foi a alteração mais expressiva, com maior taxa nos pontos identificados como: P16, P14, P10 e P6, respectivamente. Indicativo de apoptose apresentou maior taxa nos peixes procedentes do P14, seguido de P6, P10 e P16. As maiores taxas de esteatose foram observadas em P6 e P14. No P6 houve também maior taxa de melanomacrófagos.

Palavras-chave: Histologia do fígado. Estresse ambiental. Toxicidade. Biomarcador.

### **Introdução**

O fígado é o principal órgão responsável pelos mecanismos de biotransformação e bioativação de xenobiontes lipossolúveis. É um dos primeiros órgãos a entrar em contato com contaminantes após exposição trófica, assim,

apresenta-se como um excelente alvo para estudos de danos resultantes da exposição a diferentes contaminantes (RABITTO et al., 2005). O fígado de teleósteos, de maneira geral, é formado por células do parênquima hepático (com forma oval até polígonos irregulares) que se encontram dispostas de forma concêntrica ao redor de capilares sanguíneos, os sinusóides (TAKASHIMA e HIBIYA, 1995). A ação de agentes tóxicos sob áreas metabolicamente ativas do fígado promove redução nas funções deste órgão (TAKASHIMA; HIBIYA, 1995; TEH et al., 1997). A hipertrofia ou atrofia dos hepatócitos reflete o estado funcional do fígado, notavelmente diferente em estados hiper ou hipofuncionais. A hipertrofia celular ou nuclear indica a grande atividade da célula em decorrência da presença de algum composto químico ou ausência de alguma substância (PACHECO; SANTOS, 2002; FANTA et al., 2003). A hiperemia e a presença dos melanomacrófagos (MM) podem ser consideradas indicadores de estresse em peixes decorrente da presença de agentes químicos, dessa forma os (MM) são utilizados como biomarcadores de poluição aquática (ANDERSON; ZEEMAN, 1995). Os melanomacrófagos tem como função remover partículas estranhas oriundas da degradação celular (RAVAGLIA; MAGGESE 2006), são caracterizados pela presença de vesículas pigmentadas próximas umas das outras e células fagocíticas (MESENGUER et al. 1994). Portanto, a histopatologia do tecido hepático é a ferramenta que demonstra os efeitos de agentes estressores em populações de peixes, sendo proposto como um bom marcador em estudos de impacto ambiental em animais aquáticos (FERNANDES et al. 2008). Neste contexto, este trabalho avaliou a influência das atividades agropastoris do município de Silvânia, Goiás, nos recursos hídricos, a partir de análises histopatológicas em tecido hepático de *Astyanax lacustris*.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado na bacia do ribeirão vermelho e rio Piracanjuba, no município de Silvânia-GO, em oito pontos de coletas, identificados como: P4, P6, P10, P12, P14, P16, P18 e P19. Os pontos amostrais foram caracterizados de acordo com a paisagem visualizada da seguinte forma: P6, conhecido como córrego

pedrinhas, apresenta mata de galeria ausente à aproximadamente 5 m, além disso, encontra-se circundado por área de pastagem e um povoado. Os P10 e P12 encontram-se próximo, aproximadamente 500 m, de área de agricultura (plantação de soja). O P14 localiza-se próximo a uma estrada com acesso à cidade de Silvânia, conta com mata de galeria nas duas margens do riacho. A população local utiliza uma das margens deste riacho em atividades de lazer, como banho no riacho e preparo de refeições ali foram observadas. O P16 está localizado dentro de uma propriedade particular, a qual desenvolve atividade agropastoril. Os P18 e P19 estão próximos à área de agricultura, hortaliça e soja, respectivamente.

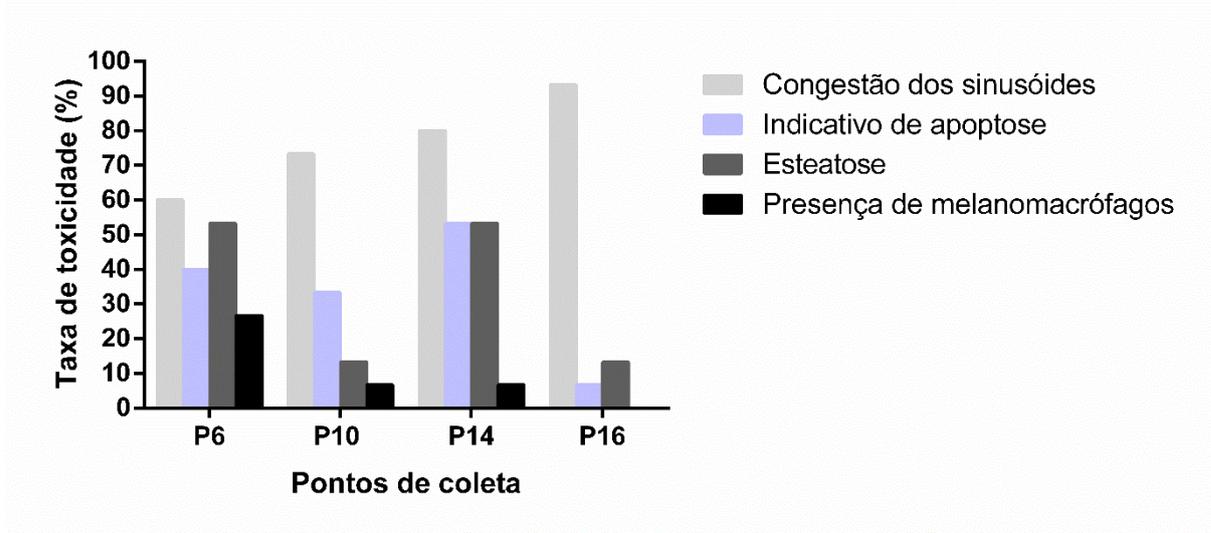
Foram realizadas quatro campanhas amostrais, sendo que a primeira campanha ocorreu no mês de setembro/2019 (período de seca), a segunda em abril de 2018 (período de chuva), a terceira campanha ocorreu em julho de 2018 (período de seca) e a quarta campanha realizada em março/2019. Para a coleta dos peixes da primeira campanha, foi utilizado o método da pesca elétrica, caracterizado por um equipamento constituído de um gerador elétrico (HONDA EZD 1.800W, 220V). Nas outras três campanhas houve uma adaptação da metodologia e optou-se pela utilização de redes de espera (malhadeiras) permanecendo no máximo 24 horas na água. As observações nas redes foram feitas de 3 em 3 horas, para evitar perda e/ou descarte dos peixes.

Os peixes coletados foram acondicionados em baldes com aeração e posteriormente eutanasiados por hipotermia. Para as análises histológicas foram utilizados cinco peixes por ponto, no entanto, dos oito pontos selecionados, apenas em P6, P10, P14 e P16 houveram o  $n = 5$  animais que foram utilizados para o processamento histológico. Os peixes foram dissecados para retirada do fígado, as amostras foram fixadas em paraformaldeído 4%, tampão fosfato 0,1 M (PBS), pH 7,2, por 4hs, posteriormente transferidas para álcool 70%. As amostras foram desidratadas em concentrações crescentes de etanol, diafanizadas em xilol, e incluídas em resina. Cortes de 2,5  $\mu\text{m}$  de espessura (três cortes por animal), foram coletadas em lâminas de vidro, e corados com azul de toluidina. As lâminas foram visualizadas em microscópio óptico.

## Resultados e Discussão

Os resultados das análises histopatológicas do tecido hepático de *A. lacustris* coletados nos pontos P6, P10, P14 e P16 podem ser visualizados na figura 1. Foram observadas as alterações congestão nos sinusóides hepáticos, migração da cromatina nuclear para periferia do núcleo (interpretado como indicativo de apoptose), aumento do diâmetro dos vacúolos citoplasmáticos caracterizando esteatose, infiltrado leucocitário e agregados de macrófagos (melanomacrófagos), hipertrofia do núcleo e do citoplasma dos hepatócitos. Congestão nos sinusóides hepáticos apresentando infiltrado leucocitário foi a alteração mais expressiva, com maior taxa nos pontos identificados como: P16, P14, P10 e P6, respectivamente. Indicativo de apoptose apresentou maior taxa nos peixes procedentes do P14, seguido de P6, P10 e P16. As maiores taxas de esteatose foram observadas em P6 e P14. No P6 houve também maior taxa de melanomacrófagos.

Figura 1 – Taxa das alterações histopatológica observadas no tecido hepático de *Astyanax lacustris* coletados em quatro riachos do município de Silvânia, Goiás.



Alterações histopatológicas observadas no tecido hepático foram interpretadas como respostas ao estresse ambiental (SCHWAIGER et al., 1997). Além de vacuolização dos hepatócitos, depleção de glicogênio, inflamação,



alteração no formato dos vasos sinusóides e neoplasmas podem ser interpretados como indicadores histopatológicos da qualidade do ambiente (THOMAS, 1990; KÖHLER et al. 1993; TEH et al. 1997). Os Centros de melanomacrófagos presentes no tecido hepático pode ser um indício de exposição prolongada a algum agente estressor (QUALHATO et al. 2018).

## Considerações Finais

Diante do exposto é possível inferir que as áreas delimitadas para o presente estudo se encontram margeadas por áreas impactadas (atividade agropastoril) que podem contribuir consideravelmente com a contaminação dos recursos hídricos, afetando não só a abundância como a diversidade de peixes. As alterações histopatológicas observadas confirmam o comprometimento da sanidade animal, que pode resultar em uma condição de doença e morte destes.

## Agradecimentos

Ao PELD - Programa De Pesquisa Ecológica De Longa Duração “Conectividade Funcional e Antropização da Paisagem: Estudo de Caso na FLONA Silvânia e Microbacia do Rio Vermelho”, à Coordenação de Iniciação Científica - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Estadual de Goiás. Ao Professor Dr. Thiago Lopes Rocha e equipe do Laboratório de Biotecnologia Ambiental e Ecotoxicologia que pela colaboração na realização deste trabalho.

## Referências

ANDERSON, D. P.; ZEEMAN, M. G. Fundamentals of Aquatic Toxicology Effects: environmental fate and risk assessment. **Immunotoxicology in Fish**. In: RAND, G. M. (Editor). 2. ed.: Taylor & Francis, p. 345-369. 1995.

FANTA, E.; RIOS, F. S.; ROMÃO, S.; VIANNA, A. C. C.; FREIBERGER, S. Histopathology of the fish *Corydoras paleatus* contaminated with sublethal levels of organophosphorus in water and food. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 54, p. 119 –130, 2003.

FERNANDES, A. G. F; LUZIO, A.; GARCIA, S. S.; CARROLA, J.; MONTEIRO, S. Gill

REALIZAÇÃO

histopathological alterations in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, exposed to treated sewage water. **Braz. Arch. Biol. Technol.** 51. ed: p. 1057-1063, 2008.

KÖHLER, A.; DEISEMANN, H.; LAURITZEN, B. Histological and cytochemical indices of toxic injury in the liver of dab *Limanda limanda*. **Mar. Ecol. Prog.**, 91, p. 141 – 153, 1993

MESEGUER, J.; ESTEBANAM, L. R; BIELEK, E. Ultrastructure of nonspecific cytotoxic cells in teleosts. I: Effector-target cell binding in a marine and a freshwater species. (seabream: *Sparus aurata* L., and carp: *Cyprinus carpio* L.). **The Anat Rec** 239: p. 468-474, 1994.

PACHECO, M.; SANTOS, M. A. Biotransformation, genotoxic, and histopathological effects of environmental contaminants in European eel (*Anguilla anguilla* L.). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 53, p. 331 – 347, 2002.

QUALHATO, G.; MORAIS, S. S. M. T.; SILVA, L. D.; ROCHA, T. L.; Melanomacrophage response and hepatic histopathologic biomarkers in the guppy *Poecilia reticulata* exposed to iron oxide (maghemite) nanoparticles. **Aquat Toxicol.** 198:63–72, 2018.

RABITTO, I.; ALVES, C. J. R. M.; AKAISHI, F. M.; SILVA, A. H. C.; PELLETIER, E.; OLIVEIRA, R. C. A. Dietary Pb(II) and TBT (tributyltin) exposures to neotropical fish *Hoplias malabaricus*: histopathological and biochemical findings. **Ecotoxicol. Environ. Saf.**, v. 60, p. 147–156, 2005.

RAVAGLIA, M. & MAGGESE, M. Melano-macrophage centres in the gonads of the swamp eel, *Synbranchus marmoratus* Bloch, (Pisces, Synbranchidae): Histological and histochemical characterization. **Journal of Fish Diseases**, p. 117 – 125, 2006.

SCHWAIGER, J., R. WANKE, S. ADAM, M. PAWERT, W. HONNEN & R. TRIEBSKORN. The use of histopathological indicators to evaluate contaminant-related



stress in fish. **Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery**, v. 6, n. 1, p. 75-86, 1997.

TAKASHIMA, F.; HIBIYA T. An atlas of fish histology: normal and pathological features. New York, 1995. TEH, S. J.; ADAMS, S. M.; HINTON, D. E. Histopathologic biomarkers in feral freshwater fish populations exposed to different types of contaminant stress. **Aquatic Toxicology**, v. 37, p. 51 – 70, 1997.

THOMAS, P. Molecular and Biochemical Response of Fish to Stressors and Their Potential Use in Environmental Monitoring. **American Fisheries Society Symposium**. 8: 9-28, 1990.

## Atividade diária de emissão de sinal acústico por *Fidicina toulgoeti* Boulard & Martinelli, 1996 (Hemiptera: Cicadidae)

Adryhano Peres dos Santos<sup>1(IQ)\*</sup>, Douglas Henrique Bottura Maccagnan<sup>1(PQ)</sup>

<sup>1</sup>Lab. de Entomologia – Câmpus da UEG de Iporá. Av. R2. Qd.1 Jardim Novo Horizonte II, 76200-000

\* adryhano@gmail.com

**Resumo:** Cigarras (Hemiptera: Cicadidae) são insetos conhecidos principalmente pelos sinais acústicos que emitem. Esse tipo de sinal é usualmente utilizado para fins reprodutivos e é emitido em períodos do dia em que a sua transmissão é otimizada. Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo registrar de forma passiva os sinais acústicos emitidos pela cigarra *Fidicina toulgoeti* a fim de analisar os momentos do dia em que essa emite sinais. Para tal foi instalado em área de cerrado um gravador digital Sony ICD-PX 470 que em cada data de coleta permaneceu ligado em campo por mais de 30 horas. As gravações foram analisadas em software específico para bioacústica pegando-se um minuto a cada cinco da gravação e foram registradas a presença ou ausência do som de *F. toulgoeti*. A partir dos resultados foi constatado que *F. toulgoeti* ocorreu em campo entre outubro e janeiro. Ela emite sinais durante um curto período na alvorada entre 5h20min e 5h40min, reiniciando a emissão por volta das 8h20min de forma contínua até aproximadamente 15h30min e retornando a emitir sinais por volta de 18h20min até 19h00min, o que corresponde ao crepúsculo do anoitecer. Pelos resultados é possível constatar a utilidade do sistema de registro passivo de coleta de som no estudo do comportamento de animais que fazem uso de sinais acústicos. São necessários mais estudos para compreender os fatores bióticos e abióticos relacionados aos momentos de emissão de som por *F. toulgoeti*.

Palavras-chave: Bioacústica. Cicadofauna. Neotropical.

### Introdução

Sinal acústico é um recurso comumente utilizado para comunicação intra e interespecífica entre animais. Esse canal de comunicação se destaca em relação aos demais, em especial pelo longo alcance e a capacidade de transpor obstáculos (KREBS e DAVIES, 1996).

A maioria dos sinais acústicos é emitida em contextos relacionados direta ou

REALIZAÇÃO

indiretamente com o processo reprodutivo (DROSOPOULOS e CLARIDGE, 2005), sendo assim, cada espécie emite sinais com características espécie-específicas. Isso faz do sinal acústico um importante carácter taxonômico para fins de identificação, levantamento de riqueza de espécie e estimativa de tamanho populacional (SUEUR, 2001). Dessa forma, o conhecimento a respeito das características bioacústicas de determinado grupo é uma importante ferramenta para levantamentos de fauna, principalmente pelo fato de que muitos animais são mais frequentemente ouvidos do que vistos ou capturados, além de que se trata de um método não invasivo (BRANDES, 2005).

Por se tratar de uma onda mecânica que se propaga pelo substrato, sendo que no caso dos animais é geralmente o ar, fatores ambientais, como a temperatura e umidade, podem afetar a qualidade da transmissão do sinal (HENWOOD e FABRICK, 1979). Esses fatores sofrerem variações no decorrer do dia e para otimizar a transmissão, animais tendem a emitir sinais acústicos em horários específicos.

As cigarras (Hemiptera: Cicadidae) são insetos que se fazem notáveis pelos sinais acústicos que emitem. Apenas o macho tem órgão específico para a geração desses sinais. O gênero *Fidicina* (Cicadidae: Fidicinini) é constituído por um complexo de espécies de difícil identificação. Na região de Iporá (GO) esse gênero é representado pela espécie *F. toulgoeti*, que estava sendo erroneamente identificada como *F. mannifera*. *F. toulgoeti* possui grande dimensão corpórea e é muito abundante na região de Iporá entre os meses de setembro a dezembro (OLIVEIRA et al., 2017). Seu som foi inicialmente estudado, sendo determinados dois tipos de emissão (SANTOS e MACCAGNAN, 2018), um chamado longo, que é emitido mais frequentemente, e um chamado curto, que é emitido apenas em interações entre machos.

Dando continuidade ao estudo do comportamento acústico de *F. toulgoeti*, temos por objetivo analisar, fazendo uso de um sistema passivo de gravação, o momento do dia em que essa espécie é ativa na emissão de sinais.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado em um pequeno fragmento de mata de galeria de uma fazenda do município de Israelândia (GO) (16°21'07"S; 51°00'45"W). O fragmento possui cerca de 200 metros de comprimento e 80 metros de largura, tendo em seu interior um pequeno córrego que forma uma represa em uma das extremidades da mata. Um dos lados do fragmento faz margem com a rodovia GO 060 e um outro lado faz margem com uma roça de culturas sazonais. O local foi escolhido pela histórica abundância de *F. toulgoeti*.

Os registros dos sinais acústicos tiveram início em agosto de 2018 ocorrendo até julho de 2019. Nesse período o registro ocorreu no mínimo duas vezes ao mês. Para os registros dos sinais, foi utilizado um gravador digital Sony ICD-PX 470. O modo de gravação foi no formato MP3 a 48kbps em apenas um canal (Mono) e sem a adição de filtros. Com essa configuração o gravador permite resposta de frequência suficiente para captar o sinal emitido por *F. toulgoeti*, bem como também permite autonomia das pilhas suficiente para garantir tempo superior a 30 horas de gravação. O gravador era ligado em campo no final da tarde (por volta das 17h) e permanecia registrando sinais até o fim da bateria. Para o presente trabalho foram analisadas as gravações a partir das zero hora do dia após a instalação do gravador até as 24 horas e apenas anotou-se a presença/ausência do chamado longo. No momento em que o gravador era ligado no campo, era anotada a data e, principalmente, a hora exata (hora e minutos) do início do registro. Assim foi possível determinar a hora do dia em que os sinais acústicos foram emitidos pela *F. toulgoeti*.

Para preservar o gravador das intempéries, em campo ele permanecia acomodado no interior de um tubo de PVC com diâmetro de 15 centímetros e com 25 centímetros de comprimento. O tubo teve as duas extremidades mantidas abertas permitindo a passagem do sinal acústico sem que houvesse a formação de eco. Para evitar a entrada de terra e pequenos animais no interior do tubo, este foi revestido por uma meia-calça. O tubo permaneceu fixado na posição horizontal em

uma árvore a cerca de 1,5 metros de altura do chão.

Em laboratório, os arquivos registrados foram transferidos para um computador. Para facilitar o processo de análise, com o uso do software Audacity 2.1.3 o sinal era dividido em arquivos de uma hora de duração. Os arquivos foram então analisados pegando o primeiro minuto de cada cinco minutos, sendo anotada a ausência ou presença do registro do chamado longo de *F. toulgoeti*. Com a compilação dos resultados em cada data de coleta foi determinado o período do dia em que essa espécie de cigarra é ativa na emissão de seu sinal acústico.

Durante o período das gravações foram coletados alguns indivíduos de *F. toulgoeti* para serem mantidos como material testemunho. Esses indivíduos foram alfinetados e passaram pelo processo de preservação a seco e etiquetados com os dados de coleta e identificação e estão depositados na Coleção Entomológica do Câmpus Iporá.

## Resultados e Discussão

O sinal acústico emitido por *F. toulgoeti* é bastante característico, permitindo a sua fácil identificação nas gravações analisadas. Foi constatada a presença desses sinais em todas as gravações que ocorreram entre 24 de outubro e 29 de janeiro, o que compreendeu treze dias de registro. Esse período corresponde ao que os adultos dessa espécie de cigarra estão presentes na região (OLIVEIRA, 2015).

*F. toulgoeti* emite sinal por um curto período durante as 5h20min e 5h40min (Figura 1 e 2). Esse horário correspondeu à alvorada. Após um período sem emitir sinais, volta a fazê-lo por volta das 8h20min e segue continuamente até por volta das 15h30min. A emissão de sinal volta a ocorrer próximo no crepúsculo pouco antes de anoitecer, em um período que vai de cerca de 18h20min até 19h00min. Algumas alterações nesse padrão ocorreram, como no dia 08 de dezembro, quando a emissão de sinais iniciou apenas às 12h20min e no dia 30 de novembro quando a emissão esperada para o crepúsculo ocorreu antecipadamente entre 17h20min e

17h50min.

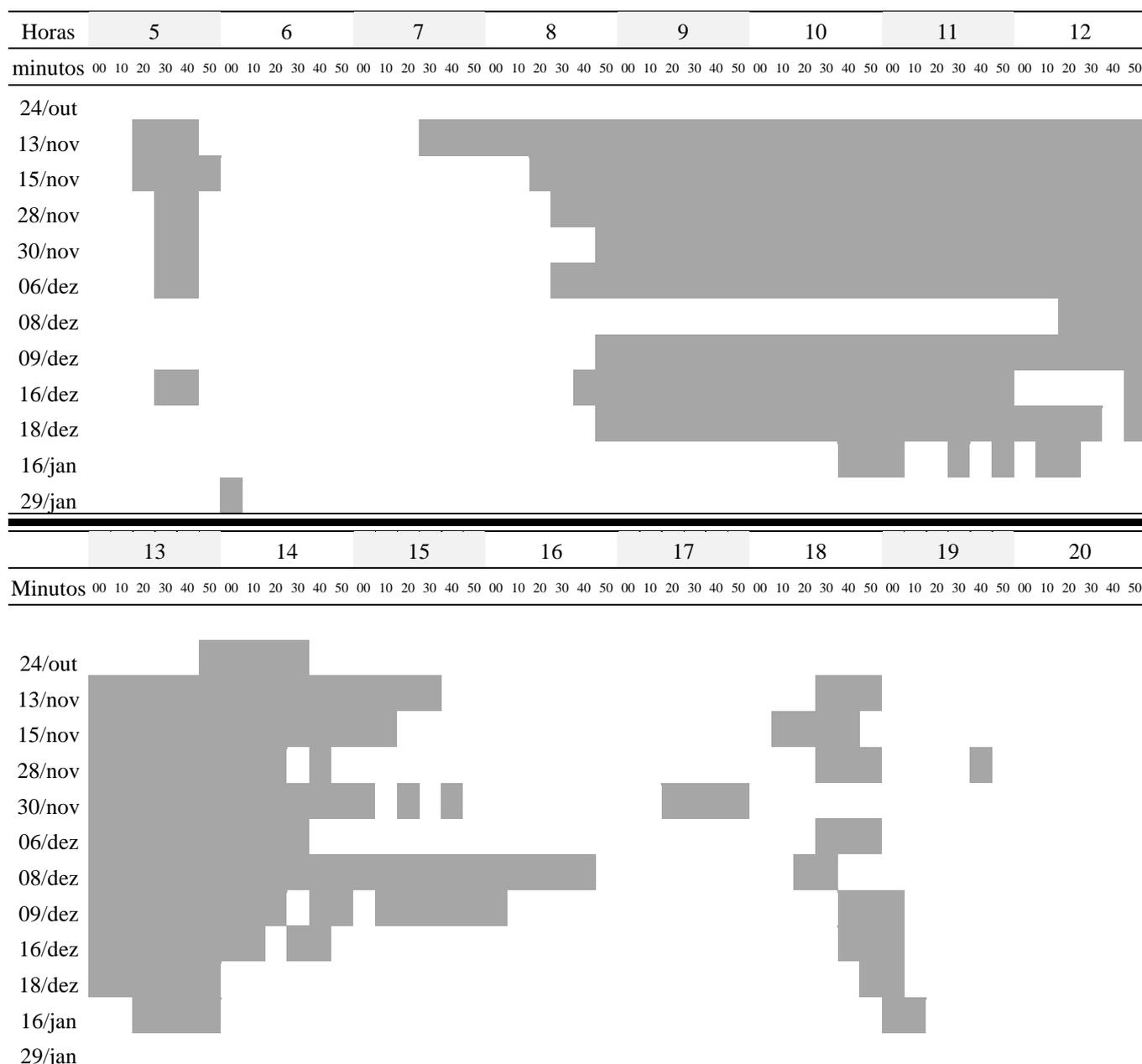


Figura 1. Registro do momento de emissão do chamado longo de *Fidicina toulgoeti* em área de mata de galeria. Israelândia (GO), de agosto de 2018 a julho de 2019.

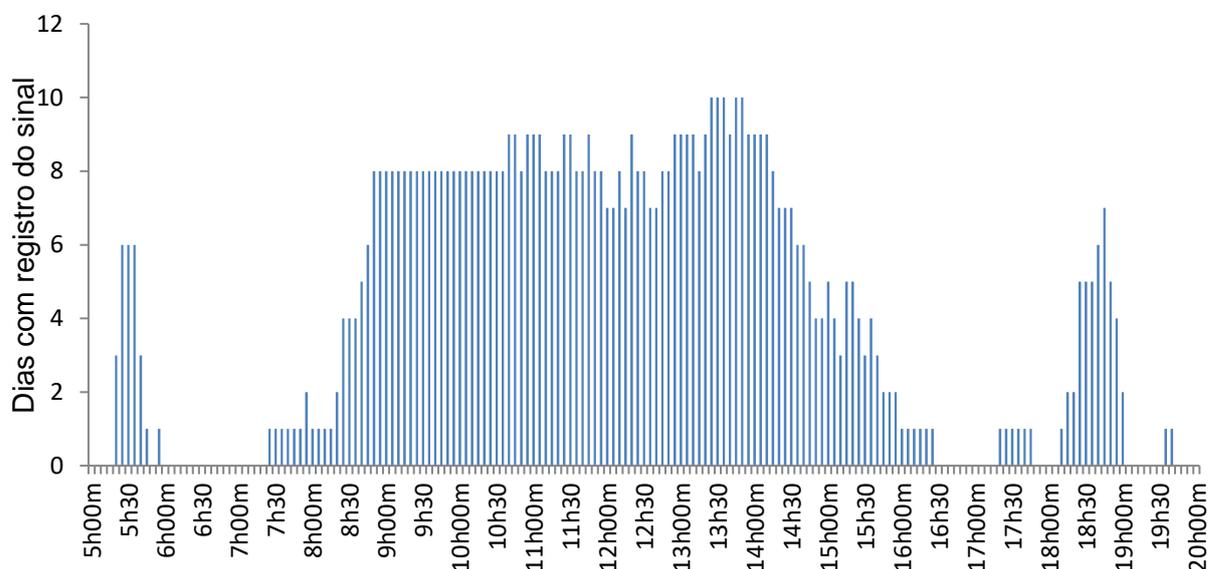


Figura 2. Número de dias em que foi registrado o sinal emitido por *Fidicina toulgoeti* em cada um dos horários analisados.

O momento em que o animal é ativo na emissão de sinais acústicos está em geral relacionado com vantagens na transmissão sonora determinadas por fatores abióticos (HENWOOD; FABRICK, 1979; YOUNG, 1981b), em momentos onde é reduzida a interferência por sinais emitidos por outros animais (GOGALA e RIEDE, 1995) e também em momentos que fazem o emissor menos susceptível à ação de predadores (WOLDA, 1993). Nesse contexto, a emissão de sinais acústicos por cigarras durante a alvorada e crepúsculo já foi descrito para espécies neotropicais (YOUNG 1972, 1975, 1981a, 1981b; WOLDA, 1993; SUEUR, 2002).

Para cada data de registro foi anotado número de momentos em que *F. toulgoeti* emitiu sinal (Figura 3). A partir dessa análise é possível aferir a quantidade de tempo em que o sinal está presente no ambiente. Esse se inicia baixo, aumentado em quantidade no passar dos dias e volta a baixar. Visto que as cigarras são insetos sazonais, em que muitas espécies o adulto está presente por um ou dois meses (OLIVEIRA, 2015), os dados apresentados podem refletir a dinâmica de

ocorrência dos adultos no ambiente. Dessa forma, pode ser possível estimar a quantidade de *F. toulgoeti* em dado local através do sinal registrado em dado ponto.

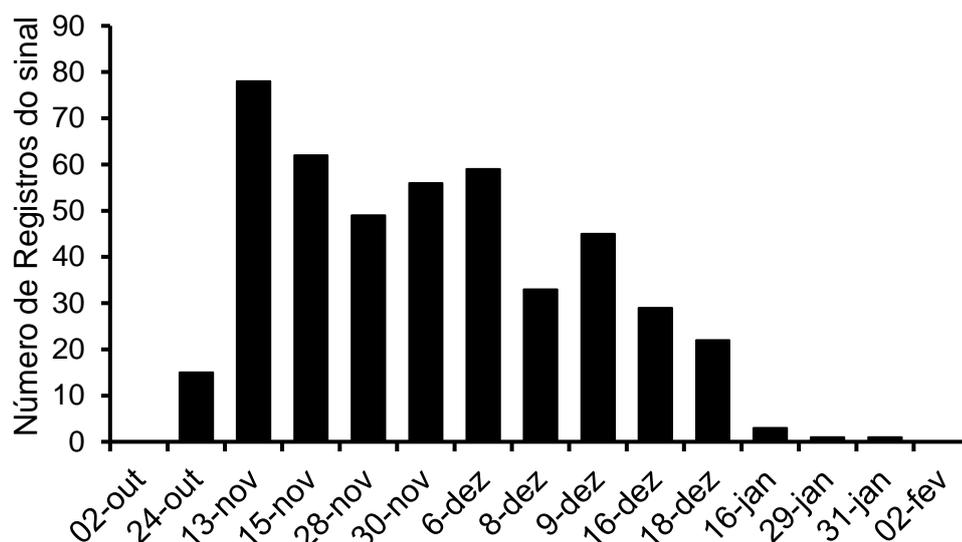


Figura 3. Quantidade de momentos em que houve a presença do sinal de *Fidicina toulgoeti* em cada data de coleta.

## Considerações Finais

O sinal emitido por *Fidicina toulgoeti* foi facilmente analisado nas gravações. Isso indica que a instalação em campo de um gravador simples pode ser uma importante e barata ferramenta para registro do comportamento de animais que emitem sinais acústicos.

O período do dia em que *F. toulgoeti* emiti sinais ocorreu de forma estereotipada entre os dias analisados. Ainda são necessários estudos para determinar os fatores abióticos e bióticos que determinam o momento em que *F. toulgoeti* emite sinais.

## Agradecimentos

A Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UEG por possibilitar a realização de

REALIZAÇÃO

PRG  
Pró-Reitoria de  
Graduação

PRP  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

PRE  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis

Universidade  
Estadual de Goiás

iniciação científica com o benefício de bolsa pela modalidade PIBIC/UEG. Agradecemos também ao Sr. João Batista Peres e Sr. Vilmar Rodrigues Peres por possibilitarem acesso ao local das coletas.

## Referências

- AIDLEY, D. J. (1969) Sound production in a Brazilian cicada. **Journal of Experimental Biology**, v. 51, n. 2, p. 325-337.
- BOULARD, M. (1996). Postures de cymbalisation, cymbalisations et cartes d'identité acoustique des Cigales. 2 – Espèces forestières afro-etnéotropicales (Cicadoidea, Cicadidae et Tibicinidae). **EPHE**, v. 9, p. 113-158.
- BOULARD, M. (1999). Postures de cymbalisations et cartes d'identité acoustique des Cigales. 3. – Espèces tropicales des savanes et milieux ouverts (Cicadoidea, Cicadidae et Tibicinidae). **EPHE**, v. 11/12, p. 77-117.
- BRANDES, T.S. 2005. **Acoustic Monitoring Protocol**. Tropical Ecology Assessment and Monitoring (TEAM) Initiative Set of Biodiversity Monitoring Protocols, Center for Applied Biodiversity Science, Conservation International. <http://www.teamnetwork.org/files/protocols/amphibian/TEAMAcoustic-PTEN-2.1.pdf>.
- DROSOPOULOS, S.; CLARIDGE, M. F. (2005) **Insect sounds and communication**: physiology, behaviour, ecology and evolution. Boca Raton: CRC Press. 532p.
- GOGALA, M.; RIEDE, K. (1995) Time sharing of song activity by cicadas in Temengor Forest Reserve, Hulu Perak, and in Sabah, Malaysia. **Malayan Nature Journal**. v. 48, p. 297-305.
- GOGALA, M.; ŠPORAR; K.; SANBORN, A. F. MACCAGNAN, D. H. B. (2015) New cicada species of the genus *Guyalna* (Hemiptera: Cicadidae) from Brazil. **Acta**

**Entomologica Slovenica**. v. 23, n.2. p.105-116.

HENWOOD, K.; FABRICK, A. (1979). A quantitative analysis of the dawn chorus: temporal selection for communicatory optimization. **American Naturalist**, Chicago, v.114, n. 2, p. 260-274.

KREBS, J. R. e DAVIES, N. B. (1996). **Introdução à ecologia comportamental**. 3. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 420 p.

OLIVEIRA, R. N. Cigarras (Hemiptera: Cicadidae) no Cerrado: análise de fauna e pulso de nutrientes. 2015. f. 45. **Dissertação** (Mestrado em Recursos Naturais do Cerrado) - Universidade Estadual de Goiás, Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas, 2015

OLIVEIRA, R.N.; CARAMORI, S.S.; MACCAGNAN, D.H.B. (2017). Could *Fidicina mannifera* (Hemiptera: Cicadoidea: Fidicinini) promote a resource pulse in two Brazilian Cerrado vegetation classes? **Brazilian Journal of Biology**.v. 77, n.4, p. 673-679.

RUSCHEL, T. P.; CARVALHO, G. S. Cicadidae. 2018. Disponível em <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/720>>. Acesso em: 10 março 2018.

SANBORN, A.F. (2013). **Catalogue of the Cicadoidea (Hemiptera: Auchenorrhyncha)**. With Contributions to the bibliography by Martin H. Villet. Academic Press, Elsevier Inc., San Diego. 1002p.

SANBORN, A. F. Generic redescription, seven new species and a key to the *Taphura* Stål, 1862 (Hemiptera: Cicadidae: Cicadettinae: Taphurini) (2017). **Zootaxa**, Auckland, v. 4324, n. 3, p.451–481. doi.org/10.11646/zootaxa.4324.3.3

SANTOS, A. P., MACCAGNAN, D.H.B. (2018). Caracterização do sinal acústico emitido pela cigarra *Fidicina mannifera* (Fabricius, 1803) (Hemiptera: Cicadidae) em área do cerrado goiano. **IN: V Congresso de Ensino Pesquisa e Extensão da UEG**. Pirenópolis (GO).



- SUEUR, J. (2001). Audiospectrographical analysis of cicada sound production: a catalogue (Hemiptera: Cicadidae). **Deutsche Entomologische Zeitschrift**, v. 48, n. 1, p 33-51.
- SUEUR, J. (2002) Cicada acoustic communication: potential sound partitioning in a multispecies community from Mexico (Hemiptera: Cicadomorpha: Cicadidae). **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 75, n. 3, p. 379-394.
- WOLDA, H. (1993). Diel and seasonal patterns of mating calls in some neotropical cicadas. Acoustic interference? **Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie Van Wetenschappen**, Amsterdam, v. 96, n. 3, 369-381.
- YOUNG, A. M. (1972). Cicada ecology in a Costa Rica tropical rain forest. **Biotropica**, Washington, v. 4, n. 3, p. 152-189.
- YOUNG, A. M. (1975). The population biology of neotropical cicadas. I. Emergence of *Procolina* and *Carineta* in mountain forest. **Biotropica**, Washington, v. 7, n. 4, p. 248-258.
- YOUNG, A. M. (1981a). Notes on the population ecology of cicadas (Homoptera: Cicadidae) in the Cuesta Angel forest ravine of Northeastern Costa Rica. **PSYCHE**, Cambridge, v. 88, n. 1-2, p. 175-195.
- YOUNG, A. M. (1981b). Temporal selection for communicatory optimization: the dawn dusk chorus as an adaptation in tropical cicadas. **American Naturalist**, Chicago, v. 117, p. 826-829.

## Avaliação da capacidade de produção de exopolissacarídeos por bactérias de arroz (*Orza sativa*) cultivadas em diferentes meios

Lorena Cantuária de Oliveira (IC)\*<sup>1</sup>, Eliane de Jesus Alves (IC)<sup>1</sup>, Karina Freire D'Eça Nogueira Santos (PG)<sup>1</sup>, Plínio Lázaro Faleiro Naves (PQ)<sup>1</sup>, Alliny das Graças Amaral (PQ)<sup>1</sup>, Enderson Petrônio de Brito Ferreira (PQ)<sup>2</sup>, Claudia Cristina Garcia Martin-Didonet (PQ)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo (CCET), Anápolis, GO;

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

\* cantuarialorena@gmail.com

### Resumo:

Os biopolímeros extracelulares produzidos por bactérias são denominados de exopolissacarídeos (EPS), sendo aplicados em diversas áreas. Foram avaliados 20 isolados de plantas de milho, quanto a produção de EPS, sendo selecionadas 2 bactérias (AR58 e AR82), e usada como controle a bactéria BR322 (*R. tropici*). Estas foram cultivadas em duas fontes de carbono (glicerol e açúcar cristal), em meio RDM sob agitação por 48 hs a 28 °C e o EPS precipitado. Foram coletadas alíquotas e determinado a curva de crescimento por D.O., a dosagem de carboidratos e proteínas totais, todos em triplicatas. O melhor crescimento foi em glicerol para o isolado AR82. O maior teor de carboidrato foi obtido para os isolados AR58 e AR82 com 48 hs em açúcar e para as proteínas foi com 28 hs em açúcar para a bactéria BR322. A maior produção de EPS foi obtida em glicerol para a bactéria BR322 (13,66 g L<sup>-1</sup>). Nas condições testadas o glicerol foi considerado a melhor fonte de carbono para a produção efetiva EPS nas bactérias e condições testadas. Outras condições deverão ser avaliadas para observar os efeitos e aperfeiçoar a produção de EPS.

*Palavras-chave: biopolímeros, bactéria endofítica de arroz, crescimento em fonte de carbono*

### Introdução

Bactérias associadas aos tecidos vegetais são consideradas endofíticas e vários gêneros são conhecidos por produzir biopolímeros como os exopolissacarídeos (FANG; CATCHMARK, 2015). Os principais gêneros estudados são *Rhizobium* e *Gluconacetobacter* onde a produção de exopolissacarídeos (EPS) já foi descrito (CIEŚLA et al, 2016). Os EPS são polímeros que podem apresentar uma grande variação de composição e que são exsudados pelas bactérias no meio externo possuindo funções biológicas associadas ao reconhecimento e infecção e podem atuar contra ressecamento, entre outras funções (CIEŚLA et al, 2016).

Há uma grande variação da composição dos EPS associada não só com cada espécie e estirpe de bactéria, mas também com variações no meio de cultivo utilizado e as condições ambientais de crescimento (TORTORA; FUNKE; CASE,

2017). A composição pode variar quanto às unidades constituintes, podendo possuir açúcares únicos, como homopolissacarídeo, ou apresentar dois ou mais tipos, heteropolissacarídeos (RIBEIRO; BURKER, 2016). Os EPS de origem bacterianos são de fácil e rápida obtenção, podendo ser purificados em poucas etapas e ainda utilizam matéria prima de menor custo (SANTOS et al. 2012). Os EPS tem importância em uma gama de áreas industriais como de alimento, farmacêutica, cosméticos, têxtil, entre outras, assim como na produção de emulsionantes, floculantes entre outras (REHM, 2010). Assim o estudo da utilização de bactérias capazes de produzir EPS é importante para fornecer fontes alternativas de obtenção EPS que possa ser aplicada na elaboração de bioprodutos.

O EPS contendo succinoglicano, que possuem propriedades geleificante, é produzido em abundância por bactérias endofíticas dos gêneros *Rhizobium*, *Pseudomonas* e *Burkholderia* (SANTOS et al. 2012).

Há, portanto uma demanda de produtos de origem natural como a produção de EPS por bactérias que teria baixo impacto ambiental e de baixo custo. Há poucos estudos abordando o isolamento e caracterização de bactérias produtoras de EPS provenientes de bactérias endofíticas de arroz, obtidas de plantas cultivadas no Cerrado. Assim este estudo avaliou isolados bacterianos endofíticos de plantas de arroz e selecionou 2 bactérias para testar duas fontes de carbono em meio de cultivo, com avaliação fisiológica e a bioprodução de EPS sob cultivo por 48 hs. Desde modo o estudo com as bactérias produtoras de EPS poderão ser fontes de novas linhagens de bactérias nativas do Cerrado com potencial para utilização destas na produção biotecnológica de EPS.

## Material e Métodos

**Bactérias:** Foram utilizadas 20 bactérias isoladas de plantas de arroz, obtidas de isolamentos realizados anteriormente, que foram cultivadas por 48 hs em meio YM sólido em placa (HUNGRIA, ARAUJO, 1994). A partir deste cultivo foi realizado a seleção de 2 bactérias (AR58 e AR82) com alta produção de EPS para as demais etapas. Como controle e para comparação dos resultados, em todos os ensaios, foi usada a estirpe padrão *Rhizobium tropici* BR322.

**Curva de crescimento e avaliação fisiológica:** Foram realizadas as curvas de

crescimento das bactérias em 100 mL do caldo RDM (BISHOP et al., 1976) contendo glicerol (10 g L<sup>-1</sup>) e açúcar cristal (10 g L<sup>-1</sup>) e cultivados a 28 °C sob agitação (140 rpm), sendo todos os ensaios realizados em triplicatas. Foram coletados alíquotas de 2 mL nos tempos 0, 4, 8, 12, 24, 32, 36 e 48 hs de crescimento de crescimento. Nestas alíquotas foi determinado o crescimento bacteriano em DO<sub>600nm</sub>, segundo Mendrygal e Gonzalez (2000) e realizadas as dosagens de carboidratos totais pelo método de antrona (MORRIS,1948), e a dosagem das proteínas totais por BRADFORD (1976). Todas foram dosadas em triplicatas.

**Produção de biomassa e EPS:** As bactérias foram crescidas em 100 mL, como descrito acima, nos 2 tratamentos propostos e somente no período final de 48 hs foram realizadas as extrações dos EPS segundo Ernandes e Garcia-Cruz (2009) .

**Análise dos dados:** As médias dos experimentos foram avaliadas testes de Tukey 5% de significância com o software SISVAR (FERREIRA, 2008).

## Resultados e Discussão

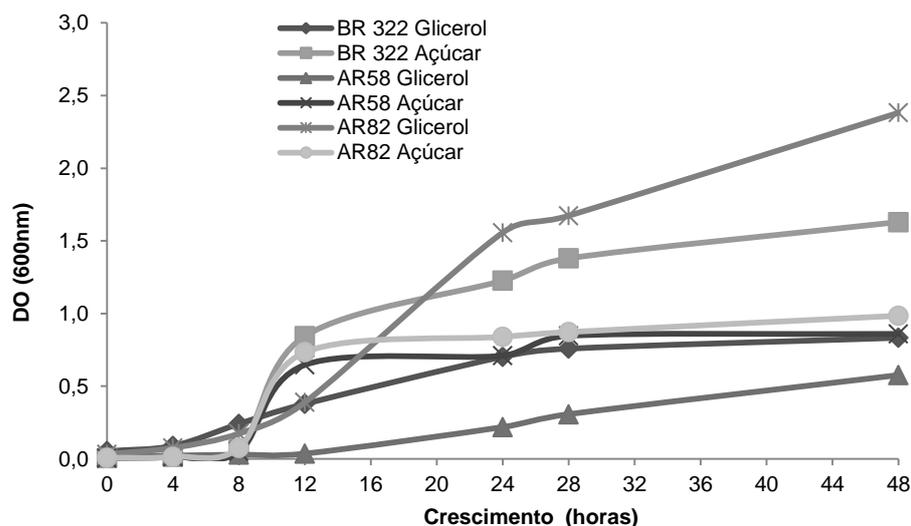
Foram realizadas as avaliações em placa de 20 bactérias isoladas e selecionados dois isolados AR58 e AR82 como bons produtores de EPS. Foi observado um maior crescimento celular para o isolado AR82 quando cultivado em glicerol nas condições testadas, seguido da bactéria controle BR322 (*R. tropici*) crescida na presença de açúcar cristal (Figura 1). A bactéria com menor crescimento foi o isolado AR58 na presença de glicerol, indicando uma baixa metabolização desta fonte de carbono por esta bactéria (Figura 1). Já o crescimento foi mediano para o isolado AR82 e AR58 na presença de açúcar, assim como para a bactéria controle BR322 na presença de glicerol (Figura 1). Pela diferença observada quanto ao crescimento nas diferentes fontes de carbono, é possível indicar que as bactérias possuem diferentes capacidades de utilização do glicerol e do açúcar cristal. Houve uma tendência de maior crescimento e rendimento de produção de carboidratos na presença de açúcar (Figura 1, 2A e 2B).

Apesar das bactérias utilizarem os dois tipos de substrato testados o isolado AR82 foi mais eficiente na utilização do glicerol para o crescimento bacteriano (Figura 1). Já para a utilização do açúcar a com maior capacidade de crescimento foi

observada para a bactéria BR322 (Figura 1).

A composição do açúcar cristal possui em média 99,7 % de sacarose em termos de carboidratos e uma fonte barata para ser utilizada no crescimento bacteriano (BETTANI et al., 2014). Este tipo de carboidrato é amplamente utilizado por bactérias em geral em um metabolismo oxidativo, pela enzima sacarase, gerando inicialmente glicose e frutose, que são utilizados no metabolismo energético (TORTORA; FUNKE; CASE, 2017). E no caso das bactérias em estudo, podemos considerar que estas possuem a enzima sacarase e ainda a maquinaria metabólica para a síntese de exopolissacarídeos (Figura 2A e 2B).

**Figura 1** Avaliação do crescimento por densidade óptica (DO<sub>600nm</sub>) dos isolados bacterianos AR58 e AR82 e da bactéria BR322 (*R. tropici*) crescidos em meio RDM com glicerol e com açúcar cristal, crescida por 48 hs, sob agitação (140rpm) a 28 °C.



O glicerol é um dos poucos substratos que atravessa a membrana celular por difusão facilitada nas células procarióticas (ROSSI, 2011). Após a passagem do glicerol através da membrana plasmática, pode ser catabolizado por várias rotas metabólicas (ROSSI et al., 2011; SARMA et al., 2012). Os mecanismos oxidativos e redutores de glicerol são conhecidos em espécies como *Klebsiela*, *Citrobacter*, e *Enterobacter* (SARMA et al., 2012). Na via oxidativa, o glicerol é convertido a dihidroxiacetona pela ação da enzima desidrogenase e em seguida fosforilada pela dihidroxiacetona quinase, sendo o produto metabolizado através da glicólise (SARMA et al., 2012; TORTORA; FUNKE; CASE, 2017). Na redução, o glicerol é

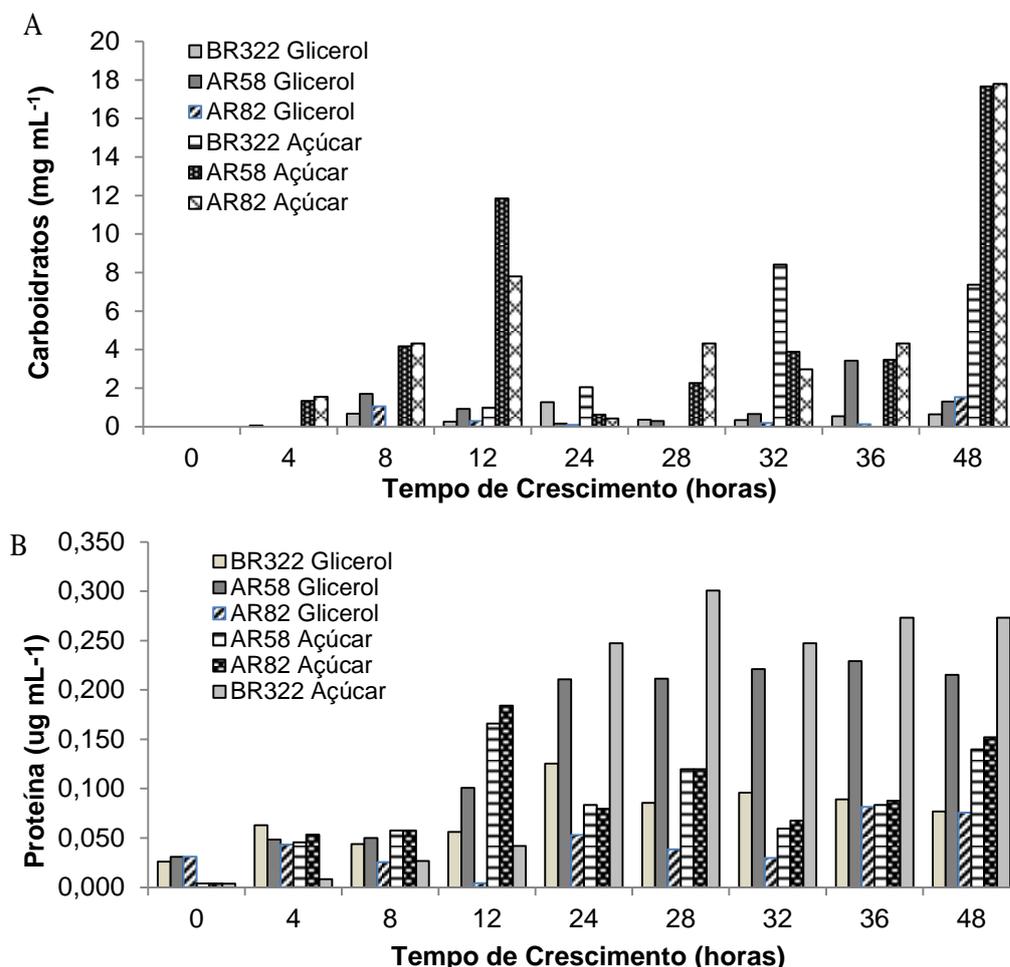
convertido a propanodiol (SARMA et al.,2012). Desta forma é possível indicar que as bactérias estudadas possuem tanto o metabolismo de sacarose como o de glicerol presente, mas há uma preferência, em média, pela utilização do açúcar para o crescimento. Estudo avaliando a utilização do glicerol como fonte de carbono, para a bactéria BR322, indicou uma menor capacidade de crescimento celular (RIBEIRO; BURKERT, 2016), corroborando os resultados obtidos em nosso estudo.

### **Avaliações fisiológicas**

Os maiores rendimentos em termos de carboidratos foram obtidos com o cultivo em meio contendo açúcar (Figura 1, 2A e 2B). Com o cultivo em meio contendo glicerol o conteúdo de carboidratos para o isolado AR58, foi observado um acúmulo com 8 hs de cultivo ( $1,7 \text{ mg ml}^{-1}$ ) e outro com um pico maior de produção com 36 hs ( $3,4 \text{ mg ml}^{-1}$ ). Já o isolado AR82 apresentou um pico de produção com 12 hs ( $1,04 \text{ mg ml}^{-1}$ ), um declínio e um novo pico com 48 hs ( $1,5 \text{ mg ml}^{-1}$ ) (Figura 2A). A bactéria BR322 apresentou um maior acúmulo somente no tempo de 24 hs ( $1,2 \text{ mg ml}^{-1}$ ). Já com o cultivo em açúcar houve um pico com 24 hs ( $2,04 \text{ mg ml}^{-1}$ ), sendo este superior a 61 % ao observado no meio de glicerol (Figura 2A). Ainda houve um pico com 32 hs ( $8,4 \text{ mg ml}^{-1}$ ) e 48 horas ( $7,3 \text{ mg ml}^{-1}$ ), com concentrações ainda mais elevadas, em torno de 600 %. Indicando que o açúcar foi utilizado tanto para fins energéticos como sintéticos levando a um aumento significativo do teor de carboidrato (Figura 2A). Para o isolado AR58 foram observados dois picos de acúmulo sendo o primeiro com 12 hs ( $11,8 \text{ mg ml}^{-1}$ ) e o segundo em 48 hs ( $17,6 \text{ mg ml}^{-1}$ ) (Figura 2A). Dois picos também foram obtidos para o isolado AR82 sendo um com 12 hs ( $7,7 \text{ mg ml}^{-1}$ ) e outro com 48 hs ( $17,7 \text{ mg ml}^{-1}$ ). Para os isolados AR58 e AR82 o aumento na produção de carboidratos totais foram ainda maiores quando comparados com o cultivo em glicerol (Figura 2A).

A flutuação da concentração do teor de carboidratos totais se deve ao aumento da população e a capacidade de metabolização dos microrganismos (DATTA; SINGH; TABASSUM, 2015; TORTORA; FUNKE; CASE, 2017). Diferentes isolados bacterianos podem possuir diferentes capacidades de metabolização fontes de carbono variadas (DATTA; SINGH; TABASSUM, 2015), o que também foi observado em nosso estudo (Figura 1, 2A e 2B).

**Figura 2** Avaliação do teor de carboidratos (A) e proteínas totais (B) dos isolados bacterianos AR58 e AR82 e a bactéria BR322 (*R. tropici*) crescidos em meio RDM com glicerol e açúcar cristal ( $10 \text{ g L}^{-1}$ ) por 48 hs, sob agitação ( $140 \text{ rpm}$ ) a  $28 \text{ }^\circ\text{C}$ .



Isto sugere que pode haver uma relação entre o catabolismo e o aumento do crescimento celular, onde as células não investem em esqueletos carbônicos para crescer em detrimento de outras atividades metabólicas. Estas atividades podem envolver o armazenamento e produção de EPS, sendo uma estratégia de sobrevivência dependente da resposta ao ambiente por diferentes espécies e estirpes de bactéria (FERNANDES JÚNIOR et al., 2010).

O teor de carboidratos totais pode representar o conjunto de EPS que as bactérias podem exsudar durante as diferentes fases do crescimento. Como ainda há a dependência das condições de cultivo utilizadas assim como a fonte de carbono e nitrogênio utilizados, a produção de em termos de carboidratos pode variar

grandemente. Pela precipitação dos EPS mais a quantidade de polissarídeos totais foi calculado um rendimento médio em torno de  $7 \text{ mg mL}^{-1}$ , sendo que a maior parte foi corresponde aos EPS precipitáveis ( $4,08 \text{ mg mL}^{-1}$ ), quando cultivados na presença de sacarose e meio mínimo LMM (STAUDT; LAWRENCE; JOSHUA, 2012). Sendo ainda observado materiais em suspensão no sobrenadante sendo considerado EPS solúveis, que podem conter outros produtos contendo carbono que foram excretados que podem incluir proteínas, ácidos nucleicos, lipídeos e outros ácidos orgânicos menores (STAUDT; LAWRENCE; JOSHUA, 2012).

Se compararmos com os rendimentos médios de carboidratos totais obtidos do cultivo com açúcar, a média de produção obtida para as bactérias isoladas de arroz estudadas ( $4,18 \text{ mg mL}^{-1}$ ), é bem inferior, e se considerarmos dos isolados AR58 e AR82 a média sobe ( $4,9 \text{ mg mL}^{-1}$ ), mas ainda foi cerca de 29 % menor do que o obtido no trabalho citado acima.

Quanto à produção de proteínas foi observado que as maiores concentrações para os isolados e a bactéria controle quando cultivados na presença de açúcar (Figura 2B). No cultivo em glicerol a maior concentração de proteínas foi observada para o isolado AR58 com pico com 36 hs de cultivo ( $0,23 \text{ ug mL}^{-1}$ ) (Figura 2B). Foi observado o maior teor de proteínas para a bactéria BR322 com 24 hs ( $0,12 \text{ ug mL}^{-1}$ ) e para o isolado AR82 com 48 hs de cultivo ( $0,07 \text{ ug mL}^{-1}$ ) (Figura 2B). Já com o cultivo com meio contendo o açúcar a produção foi bem superior para a bactéria BR322, indicando que esse substrato induz um aumento na maquinaria enzimática deste microrganismo (Figura 2B). A BR322 foram observados um pico com 28 hs ( $0,30 \text{ ug mL}^{-1}$ ) e no final do período ( $0,27 \text{ ug mL}^{-1}$ ). Para os isolados AR58 e AR82 foram observados picos com 12 hs, 28 hs e 48 hs, mas com menor conteúdo proteico que a bactéria controle (Figura 2B).

As proteínas são as macromoléculas mais dinâmicas e diversas quanto a sua função, mas nas bactérias há um grande predomínio das funções enzimáticas metabólicas, já que estas tem um metabolismo mais simples que em eucariotos (TORTORA; FUNKE; CASE, 2017).

### Rendimento de EPS

Em nosso estudo a fração do sobrenadante foi denominada de EPS-II e a

precipitável de EPS-I (Tabela 1). A presença de EPS na fração sobrenadante já foi identificada, assim com a fração precipitável em etanol, de EPS que é o mais comum (STAUDT; LAWRENCE; JOSHUA, 2012). O melhor rendimento para o EPS-I foi obtido na presença de açúcar para a AR58 (0,74 g L<sup>-1</sup>). Já para o EPS-II o maior rendimento foi observado para o cultivo da bactéria BR322 (13,06 g L<sup>-1</sup>) em meio RDM contendo glicerol (Tabela 1). Para os isolados o rendimento foi maior para o EPS-II obtido também do cultivo com glicerol por 48 hs, sendo o maior concentração observada para o isolado AR82 (8,83 g L<sup>-1</sup>) seguido do AR58 (8,26 g L<sup>-1</sup>) (Tabela 1). As melhores eficiências foram observadas para a BR322 (15%) seguida do isolado AR82 (10 %) quando cultivados em glicerol e utilizando açúcar o mais eficiente foi o isolado AR82 (7,7%) (Tabela 1).

**Tabela 1** – Produção de EPS e eficiência relativa no meio de cultura RDM com glicerol (G) e açúcar cristal (A) para a bactéria BR322 (*R. tropici*) e as bactérias isoladas de plantas de arroz (AR58 e AR82) em 48 h de cultivo sob agitação

Bactérias	EPS-I		EPS-II		EPS total	
	(g L <sup>-1</sup> )		(g L <sup>-1</sup> )		(g L <sup>-1</sup> )	
	G	A	G	A	G	A
BR322	0,6	0	13,06	2,26	13,66	2,26
AR58	0,6	0,74	8,26	0	8,86	0,74
AR82	0,8	0,64	8,83	0	9,63	0,64

Eficiência relativa EPS/biomassa/48h. G- meio RDM com glicerol (10 g L<sup>-1</sup>); A- meio RDM com açúcar cristal (10 g L<sup>-1</sup>).

Comparando os resultados com o da literatura para a bactéria BR322 (*R. tropici*) o rendimento obtido com cultivo em meio mínimo LMM com 2% de sacarose foi o de maior produção de EPS com média de 4,08 g L<sup>-1</sup> (STAUDT; LAWRENCE; JOSHUA, 2012). O rendimento obtido para a bactéria BR322, nas condições de cultivo testadas, na presença de glicerol foi obtido o melhor teor de EPS com rendimento de 13,66 g L<sup>-1</sup>, sendo bem superior ao obtido por Staudt, Lawrence e Joshua (2012), indicando que o sistema de cultivo utilizando o meio RDM com glicerol foi eficiente em promover o aumento de EPS-II. Mas ainda estudos devem ser realizados para estudar a natureza química e física do biopolímero produzido pelas bactérias utilizadas. As bactérias selecionadas serão testadas em outras formulações de meios e condições de cultivo, em estudos futuros, para comprovar a eficiência de

tecnologia de produção de biopolímeros utilizando glicerol.

### Considerações Finais

- Foram identificados dois isolados bacterianos de plantas do arroz cultivadas no Cerrado (AR58 e AR82) com boa produção de EPS.
- Houve diferenças fisiológicas para as bactérias BR322 (*R. tropici*) e os isolados AR58 e AR82 quando cultivados em meio com glicerol e açúcar cristal.
- O glicerol foi considerado a melhor fonte de carbono para a produção de EPS total com eficiência de rendimento maior do que quando foi utilizado o açúcar cristal.
- Os resultados deste trabalho serão utilizados para a otimização do processo de produção de EPS para estes isolados e deverão ser realizados estudos químicos para determinar a composição e as propriedades físico-química destes polímeros.

### Agradecimentos

A Universidade Estadual de Goiás pela bolsa IC PIBIC/UEG, ao Campus CCET Anápolis, ao curso de Farmácia, ao Programa de Mestrado em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde (CAPS) e a todos os colaboradores do Laboratório de Bioquímica de Microrganismos.

### Referências

- BETTANI, S. R. et al. Avaliação físico-química e sensorial de açúcares orgânicos e convencionais. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.16, p.155-162, 2014.
- BRADFORD, M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal. Biochem.** v. 72, p. 248-254, 1976.
- CIEŚLA, J.; et al.; Surface Properties of Wild-Type *Rhizobium leguminosarum* bv. trifolii Strain 24.2 and Its Derivatives with Different Extracellular Polysaccharide Content. **PLoS One**, v.19; 11(10):e0165080, 2016.
- DATTA, A.; SINGH, R. K.; TABASSUM, S. Isolation, Characterization and Growth of *Rhizobium* strains under optimum conditions for effective Biofertilizer production. **Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.**, v. 32, p.199-208, 2015.
- ERNANDES, F. M. P. G.; GARCIA-CRUZ, C. H. Análise dos parâmetros cinéticos para produção de levana por *Zymomonas mobilis* utilizando fermentação submersa utilizando fermentação submersa. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 35-41, 2009.
- FANG, L.; CATCHMARK, J. M. Characterization of cellulose and other exopolysaccharides produced from *Gluconacetobacter* strains. **Carbohydr. Polym.**, v.115, p. 663–669, 2015.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista**



**Symposium** (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

FERNANDES JÚNIOR, P. I. et al., Produção e comportamento reológico de exopolissacarídeos sintetizados por rizóbios isolados de guandu. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.45, p.1465-1471, 2010.

HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. EMBRAPA-CNPAP- Goiânia, GO, 1994, 542p.

MENDRYGAL, K. E ; GONZALEZ, J. E. Environmental Regulation of Exopolysaccharide Production in *Sinorhizobium meliloti*. **J. Bacteriol.**, vol. 182, p. 599–606, 2000.

MORRIS, D. L. Quantitative Determination of Carbohydrates With Dreywood's Anthrone Reagent. **Science**, v. 107, p.254-255, 1948.

REHM, B.H.A. Bacterial polymers: biosynthesis, modifications and applications. **Nat. Rev. Microbiol.**, v. 8, p.578–592, 2010.

RIBEIRO V. A.; BURKERT C. A. V. Exopolysaccharides Produced by Rhizobium: Production, Composition and Rheological Properties. **J. of Polymer and Biopolymer Physics Chemistry**, v., p.1-6, 2016.

ROSSI, D.M. et al. Comparison of different pretreatment methods for hydrogen production using environmental microbial consortia on residual glycerol from biodiesel. *International Journal of Hydrogen Energy*, v.36, p.4814-4819, 2011.

SANTOS, R. L.; BIRGIDO, R.V.; PIRES, A. T. N.; MÜLLER, J. M. Caracterização do alginato produzido por *Pseudomonas mendocina*. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.30, n.2, p.169-176, 2012.

SARMA, S.J. et al. Microbial hydrogen production by bioconversion of crude glycerol: a review. **International Journal of Hydrogen Energy**, v.37, p. 6473-6490, 2012.

STAUDT, A.K., LAWRENCE, G.W., JOSHUA, D.S. Variations in exopolysaccharide production by *Rhizobium tropici*. **Arch. Microbiol.**, v.194, p. 197–206, 2012.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B.I R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12° ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

## Avaliação da capacidade de produção de exopolissacarídeos por bactérias de milho (*Zea mays*) cultivadas em diferentes meios

Eliane de Jesus Alves (IC)<sup>\*1</sup>, Lorena Cantuária de Oliveira (IC)<sup>1</sup>, Karina Freire D'Eça Nogueira Santos (PG)<sup>1</sup>, Plínio Lázaro Faleiro Naves (PQ)<sup>1</sup>, Alliny das Graças Amaral (PQ)<sup>1</sup>, Enderson Petrônio de Brito Ferreira (PQ)<sup>2</sup>, Cláudia Cristina Garcia Martin-Didonet (PQ)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo (CCET), Anápolis, GO;

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

\*lilifarmacia23@gmail.com

### Resumo:

Os exopolissacarídeos (EPS) bacterianos são biopolímeros extracelulares que são utilizados em diversas áreas. Foram avaliados 23 isolados de plantas de milho, quanto a produção de EPS, sendo selecionadas 2 bactérias (MJ66 e MJ71), e usada como controle a bactéria BR322 (*R. tropici*). Estas foram cultivadas em duas fontes de carbono (glicerol e açúcar cristal), em meio RDM sob agitação por 48 hs a 28 °C e o EPS precipitado. Foram coletadas alíquotas e determinado a curva de crescimento por D.O., a dosagem de carboidratos e proteínas totais em triplicatas. O melhor crescimento foi em glicerol para os isolados MJ66 e MJ71. O maior teor de carboidrato foi obtido para o isolado MJ71 com 36 hs em glicerol e para as proteínas foi com 48 hs em açúcar para o isolado MJ66. A maior produção de EPS foi obtida em glicerol para a BR322 (13,66 g L<sup>-1</sup>) e, com açúcar se destacou o isolado MJ66 (6,93 g L<sup>-1</sup>). Nas condições testadas o glicerol foi considerado a melhor fonte de carbono, e a bactéria BR322 foi a mais efetiva na produção de EPS. Outras condições deverão ser testadas para observar os efeitos e aperfeiçoar a produção de EPS.

*Palavras-chave: biopolímeros, bactéria endófitica, glicerol*

## Introdução

Os exopolissacarídeos (EPS) são conhecidos como gomas e são polissacarídeos extracelulares produzidos por microrganismos que possuem a capacidade de formar géis e soluções viscosas em meio aquoso (RIBEIRO; BURKERT, 2016). Estes polissacarídeos são considerados biopolímeros e está ligada a superfície das células ou secretados para o meio extracelular (BARBOSA; CUNHA; PIGATTO; SILVA, 2004). Os EPS são amplamente utilizados na indústria de alimentos como espessante, estabilizante e agente gelificante (DONOT et al., 2012). Os EPS também tem importância em outras áreas industriais como farmacêutica, cosméticos, têxtil, entre outras (FREITAS et al. 2009; REHM 2010).

Os EPS de origem bacterianos são de fácil e rápida obtenção, podendo ser purificados em poucas etapas e ainda utilizar matéria prima de menor custo

(SANTOS et al., 2012). Vários gêneros de bactérias associadas a plantas, consideradas endofíticas são conhecidos por produzir EPS (FANG; CATCHMARK, 2015). Os principais gêneros estudados são *Rhizobium*, *Gluconacetobacter* e *Azospirillum*, onde a produção de exopolissacarídeos (EPS) já foi descrito (CIEŚLA et al, 2016; ROSSI et al., 2016). Os EPS são polímeros que podem apresentar grande variação de composição dependendo da bactéria e também das condições de cultivo, sendo que a fonte de carbono é uma das variáveis de maior influencia na biossíntese (RIBEIRO; BURKERT, 2016). No meio natural este EPS é exsudado e esta associados a funções biológicas como reconhecimento celular e podendo atuar contra ressecamento, entre outras funções (CIEŚLA et al, 2016) . Assim o estudo da utilização de bactérias capazes de produzir EPS é importante para fornecer fontes alternativas de obtenção EPS que possa ser aplicada na elaboração de bioprodutos. Este trabalho avaliou isolados bacterianos de plantas de milho, quanto a produção de EPS e selecionou pelo menos 2 isolados promissores avaliando o crescimento em dois meios, e a bioprodução EPS.

## Material e Métodos

**Bactérias:** Foram utilizadas 23 bactérias isoladas de plantas de milho, obtidas de isolamentos realizados anteriormente, sendo 13 isolados obtidos do meio YM e 9 isolados do meio JNFb (HUNGRIA, ARAUJO, 1994). A partir deste cultivo em meio YM sólido, foram observadas as colônias quanto a presença de EPS. Pelo teste inicial foram selecionadas 2 bactérias (MJ66 e MJ71) com alta produção de EPS para as demais etapas do estudo. Como controle foi usado a estirpe padrão *Rhizobium tropici* BR322, em todos os ensaios,

**Curva de crescimento e avaliação fisiológica:** Foram realizadas as curvas de crescimento das bactérias em 100 mL do caldo RDM (BISHOP et al., 1976) contendo glicerol e açúcar cristal ( $10 \text{ g L}^{-1}$ ) e cultivados a  $28 \text{ }^\circ\text{C}$  sob agitação (140 rpm), sendo todos os ensaios realizados em triplicatas. Foram coletados alíquotas de 2 mL nos tempos 0, 4, 8, 12, 24, 32, 36 e 48 hs de crescimento de crescimento. Nestas alíquotas foi determinado o crescimento bacteriano em  $\text{DO}_{600\text{nm}}$ , segundo Mendrygal e Gonzalez (2000) e realizadas as dosagens de carboidratos totais pelo

método de antrona (MORRIS,1948), e a dosagem das proteínas totais por BRADFORD (1976). Todas foram dosadas em triplicatas.

**Produção de biomassa e EPS:** As bactérias foram crescidas em 100 mL, sob agitação nos 2 tratamentos propostos e somente no período final de 48 hs foram realizadas as extrações dos EPS segundo Ernandes e Garcia-Cruz (2009) .

**Análise dos dados:** As médias dos experimentos foram avaliadas testes de Tukey 5% de significância com o software SISVAR (FERREIRA, 2008).

## Resultados e Discussão

### Curva de Crescimento

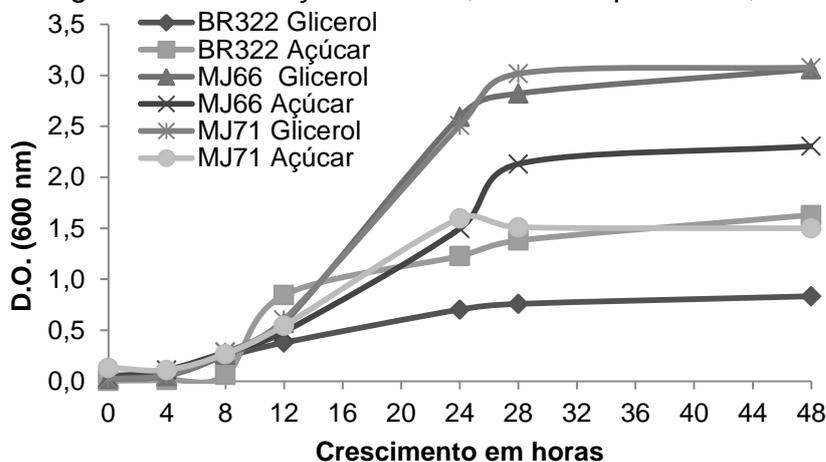
Foram utilizados 23 bactérias, sendo 13 isoladas do meio YM e 9 do meio JNFB, e a bactéria controle *Rhizobium tropici* BR322. Foi realizada a triagem dos isolados por teste em placa com meio YM sólido e observado a produção de EPS. Foram selecionados os isolados MJ66 e MJ71 para as etapas posteriores. O menor crescimento foi observada para a bactéria controle BR322 (*R. tropici*) no meio contendo glicerol, já os isolados MJ66 e MJ71 foram os que apresentaram os melhores crescimento neste meio (Figura 1). O crescimento no meio com açúcar foi em média menor do que em glicerol. Na presença de açúcar, foi obtido um crescimento mediano para a bactéria BR322 e para o isolado MJ71. O isolado MJ66 foi o que mais cresceu utilizando o açúcar como fonte de carbono (Figura 1).

A fonte de carbono utilizada no cultivo bacteriano é uma das variáveis mais consideradas para a resposta de crescimento e metabolismo celular (RIBEIRO; BURKERT, 2016). A variação observada entre o glicerol e o açúcar corrobora a resposta variável que cada bactéria apresentou (Figura 1).

A composição do açúcar cristal possui em média 99,7 % de sacarose em termos de carboidratos e é uma fonte barata para ser utilizada no crescimento bacteriano (BETTANI et al., 2014).

Este tipo de carboidrato é amplamente utilizado por bactérias em geral em um metabolismo oxidativo, pela enzima sacarase para utilização dos monossacarídeos no metabolismo energético (TORTORA et al., 2017).

**Figura 1** Avaliação do crescimento por densidade óptica ( $DO_{600\text{ nm}}$ ) dos isolados bacterianos MJ66 e MJ71 e da bactéria BR322 (*R. tropici*) crescidos em meio RDM com glicerol e com açúcar cristal, crescida por 48 hs, sob agitação (140rpm) a 28 °C.



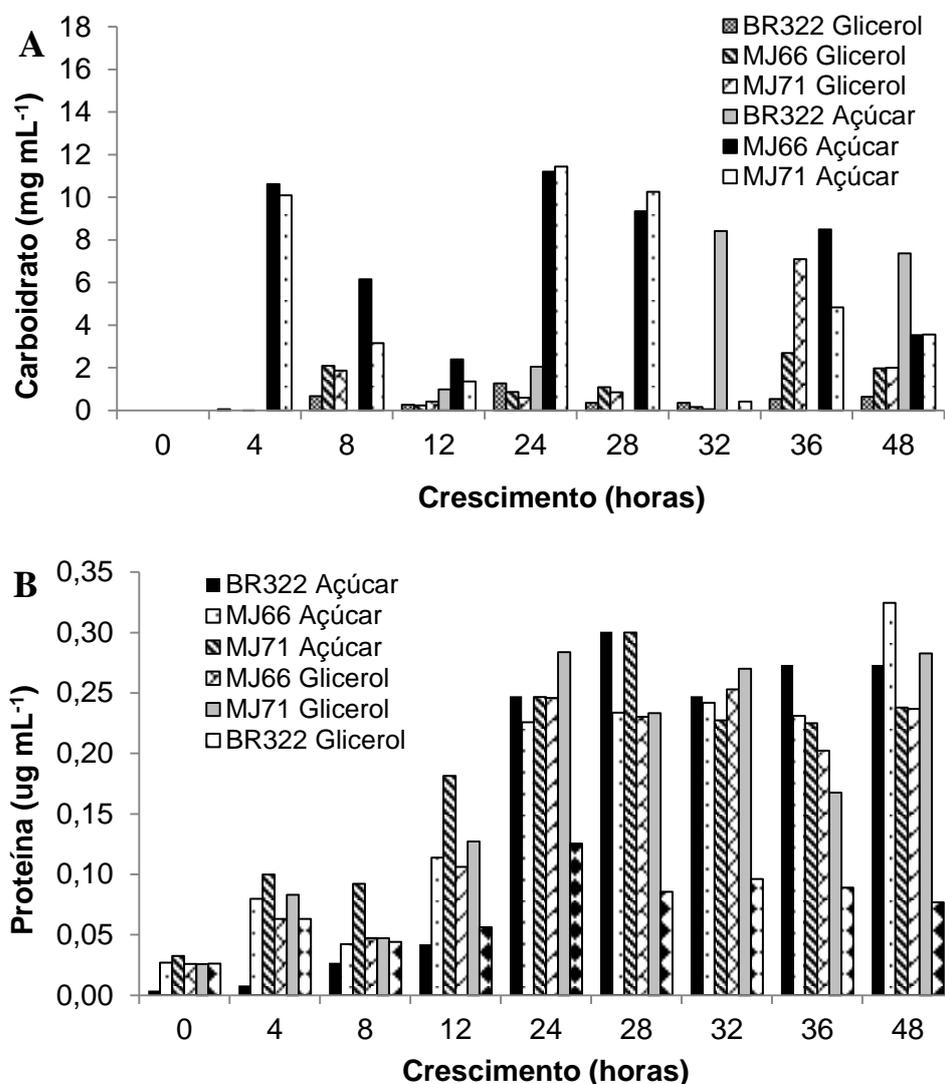
Pelo crescimento bacteriano é possível inferir que os isolados testados possuem uma preferência utilização do glicerol em detrimento da utilização do açúcar cristal. Foi possível observar uma diferente resposta para a bactéria BR322, que apresentou melhor crescimento em açúcar do que glicerol (Figura 1).

O glicerol é um dos poucos substratos que atravessa a membrana celular por difusão facilitada nas células procarióticas pode ser catabolizado por várias rotas metabólicas (SARMA *et al.*, 2012). Os mecanismos oxidativos e redutores de glicerol são conhecidos em espécies como *Klebsiela*, *Citrobacter* e *Enterobacter* (SARMA *et al.*, 2012). Na via oxidativa, o glicerol é convertido a dihidroxiacetona pela ação da enzima desidrogenase e em seguida fosforilada pela dihidroxiacetona quinase (SARMA *et al.*, 2012; TORTORA *et al.*, 2017). Desta forma é possível indicar que as bactérias estudadas possuem tanto o metabolismo de sacarose como o de glicerol presente, mas há diferenças metabólicas específicas para cada bactéria testada.

### Avaliação fisiológica

De modo geral, a concentração de carboidratos totais variou no tempo de cultivo em todos os microrganismos avaliados (Figura 2A). Como já observado em estudos que demonstram a variação da produção de polissacarídeos, podendo ser produzido desde a fase inicial de cultivo até a fase estacionária (CASTELLANE; LEMOS; LEMOS, 2014).

**Figura 2** Avaliação do teor de carboidratos (A) e proteínas totais (B) dos isolados bacterianos MJ66 e MJ71 e a bactéria padrão BR322 (*R. tropici*) crescidos em meio RDM com glicerol e açúcar cristal por 48 hs, sob agitação (140rpm) a 28 °C.



Para o cultivo das bactérias estudadas na presença de glicerol, a concentração de carboidratos totais foi em média maior para o isolado MJ71 (1,2 mg mL<sup>-1</sup>), seguido do isolado MJ66 (1,01 mg mL<sup>-1</sup>) e da bactéria BR322 (0,46 mg mL<sup>-1</sup>) (Figura 2A). Foi observado picos de acúmulo com 24 para a bactéria BR322 (1,26 mg mL<sup>-1</sup>) e com 36 hs para os isolados MJ66 (2,69 mg mL<sup>-1</sup>) e MJ71 (7,1 mg mL<sup>-1</sup>). Sendo este último com o maior teor de acúmulo de carboidratos observado para o crescimento em glicerol (Figura 2A).

Na presença de açúcar cristal o acúmulo de carboidratos totais foi mais expressivo sendo em média 4 vezes maior. Já para a bactéria BR322 ( $2,09 \text{ mg mL}^{-1}$ ) o pico ocorreu somente com 24 hs de cultivo (Figura 2A). Os isolados apresentaram um pico de acúmulo com 24 hs de cultivo com média de produção de cerca de 11 mg por mL de meio. Na presença de açúcar cristal o acúmulo de carboidratos totais foi mais expressivo, sendo em média 4 vezes maior. Houve variação no acúmulo de carboidratos ao longo do tempo de cultivo sendo o primeiro pico observado com 4 hs de cultivo para os isolados MJ66 ( $10,61 \text{ mg mL}^{-1}$ ) e MJ71 ( $0,08 \text{ mg mL}^{-1}$ ). Já para a bactéria BR322 ( $2,095 \text{ mg mL}^{-1}$ ) o pico ocorreu somente com 24 hs de cultivo (Figura 2A). Os isolados apresentaram um segundo pico ainda maior de acúmulo com 24 hs de cultivo em média com produção de 11 mg por mL de meio.

As variações da concentração do teor de carboidratos totais podem ser devido ao aumento da população e também pela diferente capacidade de metabolização dos microrganismos (TORTORA et al., 2017). Diferentes isolados bacterianos podem possuir diferentes capacidades de metabolização fontes de carbono variadas (TORTORA et al., 2017), o que também foi observado em nosso estudo (Figura 1, 2A e 2B). A quantificação de carboidratos totais considera também a produção de EPS pelas bactérias sendo esperada uma relação inversamente proporcional ao índice de crescimento (FERNANDES JÚNIOR et al., 2010). O teor de carboidratos totais pode representar o conjunto de EPS que as bactérias podem exsudar durante as diferentes fases do crescimento. Como ainda há a dependência das condições de cultivo utilizadas assim como a fonte de carbono e nitrogênio utilizados, a produção de em termos de carboidratos pode variar grandemente. Pela precipitação dos EPS mais a quantidade de polissacarídeos totais foi calculado um rendimento médio em torno de  $7 \text{ mg mL}^{-1}$ , sendo que a maior parte foi de EPS precipitável ( $4,08 \text{ mg mL}^{-1}$ ), quando cultivados na presença de sacarose e meio mínimo LMM (STAUDT; LAWRENCE; JOSHUA, 2012). Se compararmos com os rendimentos de carboidratos totais obtidos com o cultivo na presença de açúcar, a média de produção obtida para as bactérias estudadas é bem inferior. Apesar dos isolados serem promissoras quanto a produção de EPS, será necessário avaliar outras

condições de cultivo ou ainda a quantidade ideal de substrato para avaliar se haverá um aumento na produção de carboidratos totais.

A produção média de proteínas totais foi um pouco superior para os isolados crescidos em açúcar ( $0,17 \text{ ug mL}^{-1}$ ) do que em glicerol ( $0,13 \text{ mg mL}^{-1}$ ) (Figura 2B). As bactérias apresentaram um acúmulo de proteínas em tempos diferentes. Para as bactérias BR322 ( $0,12 \text{ mg mL}^{-1}$ ) e MJ71 ( $0,28 \text{ mg mL}^{-1}$ ) o pico ocorreu com 24 hs de cultivo e para o isolado MJ66 ocorreu com 32 horas ( $0,28 \text{ mg mL}^{-1}$ ) na presença de em meio com glicerol (Figura 2B). Já com o cultivo em açúcar, o pico foi observado com 28 hs para a BR322 ( $0,30 \text{ mg mL}^{-1}$ ) o isolado MJ71 ( $0,30 \text{ mg mL}^{-1}$ ) e com 48 hs para o isolado MJ66 ( $0,325 \text{ mg mL}^{-1}$ ). Isto sugere que pode haver uma relação entre o catabolismo e o aumento do crescimento celular, onde as células não investem em esqueletos carbônicos para crescer em detrimento de outras atividades metabólicas (FERNANDES JÚNIOR et al., 2010). Estas atividades podem envolver o armazenamento e produção de EPS, sendo uma estratégia de sobrevivência dependente da resposta ao ambiente por diferentes espécies e estirpes de bactéria (FERNANDES JÚNIOR et al., 2010).

### **Produção de EPS**

Em nosso estudo a fração do sobrenadante foi denominada de EPS-II e a precipitável de EPS-I (Tabela 1). A presença de EPS na fração sobrenadante já foi identificada, assim com a fração precipitável em etanol, de EPS que é o mais comum (STAUDT; LAWRENCE; JOSHUA, 2012).

Somente para o isolado MJ66 foi detectada a presença da fração EPS-I quando cultivada na presença de açúcar (Tabela 1). Com cultivo em glicerol somente a bactéria MJ66 não apresentou fração precipitável. As bactérias BR322 e o isolado MJ71 foram observadas pequena produção. Já para a fração EPS-II foi obtido rendimento em todas as bactérias, sendo os maiores valores observados quando os microrganismos foram cultivados em glicerol do que em açúcar.

A bactéria BR322 foi a que apresentou o maior valor na fração EPS-II quando cultivado em glicerol, e baixa produção na presença de açúcar (Tabela 1).

**Tabela 1** – Produção de EPS e eficiência relativa no meio de cultura RDM com glicerol (G) e açúcar cristal (A) para a bactéria BR322 (*R. tropici*) e as bactérias isoladas de plantas de arroz (MJ66 e MJ71) em 48 h de cultivo sob agitação (140 rpm) a 28 °C.

Bactérias	EPS-I (g L <sup>-1</sup> )		EPS-II (g L <sup>-1</sup> )		EPS total (g L <sup>-1</sup> )	
	G	A	G	A	G	A
	BR322	0,6	0	13,06	2,26	13,66
MJ66	0	0,8	6,33	6,13	6,33	6,93
MJ71	0,26	0	8,0	6,58	8,26	6,58

G- meio RDM com glicerol (10 g L<sup>-1</sup>); A- meio RDM com açúcar cristal (10 g L<sup>-1</sup>).

Para os isolados o rendimento obtido para o EPS-II foi maior no cultivo com glicerol por 48 hs, do que na presença de açúcar (Tabela 1). Foram observados os valores de 8,26g L<sup>-1</sup> e 6,58 g L<sup>-1</sup> de EPS total em meio com glicerol e açúcar respectivamente para o isolado MJ71 (Tabela 1). Já a produção total de EPS para o isolado MJ66 em meio com glicerol foi de 6,33 g L<sup>-1</sup> e com açúcar 6,93 g L<sup>-1</sup> (Tabela 1). Esta última foi a bactéria que apresentou produção de EPS-II em quantidade similar nas duas fontes de carbono (Tabela 1). Comparando os resultados com o da literatura para a bactéria BR322 (*R. tropici*) o rendimento obtido com cultivo em meio mínimo LMM com 2% de sacarose foi o de maior produção de EPS com média de 4,08 g L<sup>-1</sup> (STAUDT; LAWRENCE; JOSHUA, 2012). O rendimento obtido para a bactéria BR322, na presença de glicerol, foi obtido o melhor teor de EPS com 13,66 g L<sup>-1</sup>, sendo bem superior ao obtido por Staudt, Lawrence e Joshua (2012), indicando que o sistema de cultivo utilizando o meio RDM com glicerol foi eficiente em promover o aumento de EPS-II.

As bactérias selecionadas serão testadas em outras formulações de meios e condições de cultivo, em estudos futuros, para comprovar a eficiência de tecnologia de produção de biopolímeros utilizando glicerol.

### Considerações Finais

- Foram identificados dois isolados bacterianos de plantas de milho cultivadas no Cerrado (MJ66 e MJ71) como produtoras de EPS.
- Os melhores resultados de produção de EPS, foram observados para a bactéria

controle BR322 crescida na presença de glicerol (*R. tropici*), já para o cultivo em açúcar se destacou o isolado MJ66.

- O glicerol foi considerado a melhor fonte de carbono com produção mais eficiente de EPS total que o açúcar cristal.

- Os resultados deste trabalho serão utilizados para a otimização do processo de produção de EPS para estes isolados e deverão ser realizados estudos químicos para determinar a composição e as propriedades físico-químicas destes polímeros.

### Agradecimentos

A Universidade Estadual de Goiás pela bolsa IC PIBIC/UEG, ao Campus CCET Anápolis, ao curso de Farmácia, ao Programa de Mestrado em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde (CAPS) e a todos os colaboradores do Laboratório de Bioquímica de Microrganismos.

### Referências

BETTANI, S. R.; LAGO, C. E.; FARIA, D. A. M.; BORGES, M. T. M. R.; VERRUMABERNARDI, M. R. Avaliação físico-química e sensorial de açúcares orgânicos e convencionais. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.16, p.155-162, 2014.

BARBOSA, A.M., CUNHA, P.D.T., PIGATTO, M.M., SILVA, M.L.C. Produção e aplicações de exopolissacarídeos fúngicos. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 25, p. 29-42, 2004.

BISHOP, P. E.; GUEVARA, J. G.; ENGELKE, J. A.; EVANS, J. H. Relation between glutamine synthetase and nitrogenase activities in the symbiotic association between *Rhizobium japonicum* and *Glycine max*. **Plant Physiology**, v.57, p.542-546, 1976.

BRADFORD, M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal. Biochem.** v. 72, p. 248-254, 1976.

CASTELLANE, T. C. L.; LEMOS, M. V. F.; LEMOS, E. G. M. Evaluation of the biotechnological potential of *Rhizobium tropici* strains for exopolysaccharide production. **Carb. Pol.**, v.111, p.191-197, 2014.

CIEŚLA, J.; et al.; Surface Properties of Wild-Type *Rhizobium leguminosarum* bv. trifolii Strain 24.2 and Its Derivatives with Different Extracellular Polysaccharide Content. **PLoS One**, v.19; 11(10):e0165080, 2016.

DONOT, F. et al. Microbial exopolysaccharides: Main examples of synthesis, excretion, genetics and extraction. **Carbohydrate Polymers**, v. 87, p. 951– 962, 2012.

ERNANDES, F. M. P. G.; GARCIA-CRUZ, C. H. Análise dos parâmetros cinéticos para

produção de levana por *Zymomonas mobilis* utilizando fermentação submersa utilizando fermentação submersa. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 35-41, 2009.

FANG, L.; CATCHMARK, J. M. Characterization of cellulose and other exopolysaccharides produced from *Gluconacetobacter* strains. **Carbohydr. Polym.**, v.115, p. 663–669, 2015.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium** (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

FERNANDES JÚNIOR, P. I. et al., Produção e comportamento reológico de exopolissacarídeos sintetizados por rizóbios isolados de guandu. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.45, p.1465-1471, 2010.

FREITAS, F.; et al.; Characterization of an extracellular polysaccharide produced by a *Pseudomonas* strain grown on glycerol. **Biores. Technol.**, v.100, p. 859-865, 2009.

HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. EMBRAPA-CNPAF- Goiânia, GO, 1994, 542p.

MENDRYGAL, K. E ; GONZALEZ, J. E. Environmental Regulation of Exopolysaccharide Production in *Sinorhizobium meliloti*. **J. Bacteriol.**, vol. 182, p. 599–606, 2000.

MORRIS, D. L. Quantitative Determination of Carbohydrates With Dreywood's Anthrone Reagent. **Science**, v. 107, p.254-255, 1948.

REHM, B.H.A. Bacterial polymers: biosynthesis, modifications and applications. **Nat. Rev. Microbiol.**, v. 8, p.578–592, 2010.

RIBEIRO V. A.; BURKERT C. A. V. Exopolysaccharides Produced by Rhizobium: Production, Composition and Rheological Properties. **J. of Polymer and Biopolymer Physics Chemistry**, v., p.1-6, 2016.

SANTOS, R. L.; BIRGIDO, R.V.; PIRES, A. T. N.; MÜLLER, J. M. Caracterização do alginato produzido por *Pseudomonas mendocina*. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.30, n.2, p.169-176, 2012.

SARMA, S.J. et al. Microbial hydrogen production by bioconversion of crude glycerol: a review. **International Journal of Hydrogen Energy**, v.37, p. 6473-6490, 2012.

STAUDT, A.K., LAWRENCE, G.W., JOSHUA, D.S. Variations in exopolysaccharide production by *Rhizobium tropici*. **Arch. Microbiol.**, v.194, p. 197–206, 2012.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B.I R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12° ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

## AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE HEMOPARASITOS EM ROEDORES CAPTURADOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA-GO

Rodrigo Caetano Campos<sup>1</sup> (IC) \*; Vinícius Ribeiro Nunes<sup>1</sup> (IC); Lucas Facundo Rodrigues Borges<sup>1</sup> (IC); Adriano da Silva Marques<sup>1</sup> (IC); Osvaldo José da Silveira Neto<sup>2</sup> (PQ). E-mail: [Rodrigocaetanocampos@outlook.com.br](mailto:Rodrigocaetanocampos@outlook.com.br)

<sup>1</sup> Discente do Curso de Medicina Veterinária, Câmpus São Luís de Montes Belos

<sup>2</sup> Docente do Curso de Medicina Veterinária, Câmpus São Luís de Montes Belos

**Resumo:** *Os roedores surgiram por volta de 60 milhões de anos e podem ser considerados um grupo com grande êxodo evolutivo, visto que possuem características que propiciam a perpetuação e adaptabilidade desses animais, como sua elevada fecundidade, forte dentição e a versatilidade da dieta. Das cerca de duas mil espécies de roedores existentes no globo terrestre, apenas três delas conseguiram se adaptar nas cidades ou instalações erguidas pelo homem, as quais são denominadas de sinantrópicos, e possuem um papel destacável na capacidade de transmissão de agentes etiológicos, sendo elas Mus musculus, Rattus rattus e Rattus norvegicus. No experimento em questão foram capturados roedores sinantrópicos na região metropolitana de goiânia-GO, os quais foram submetidos a avaliação da presença de hemoparasitas por meio da realização da técnica de esfregaço sanguíneo, realizada pelos próprios pesquisadores no laboratório de parasitologia do CEPAV. Os resultados não apontaram presença de hemoparasitas nas amostras avaliadas, porém é valido destacar que a pesquisa dispôs de um campo amostral reduzido e dessa forma se faz necessario a continuidade da mesma para que se alcance resultados com maior fidedgnidade e acurácia.*

Palavras-chave: Sinantrópicos; Hemoparasitas;

### Introdução

Os roedores surgiram por volta de 60 milhões de anos e podem ser considerados um grupo com grande êxodo evolutivo, visto que possuem características que propiciam a perpetuação e adaptabilidade desses animais, como sua elevada fecundidade, forte dentição e a versatilidade da dieta (NÚNCIO et al. 2014).

A ordem dos roedores (Rodentia) é a ordem de mamíferos com maior número de espécies, dominantes em todo o mundo, exercem um papel importante nos

REALIZAÇÃO

PRG  
Pró-Reitoria de  
Graduação

PRP  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

PRE  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis

Universidade  
Estadual de Goiás

ecossistemas onde estão inseridos, contribuindo para a dispersão de sementes ou o arejamento dos solos que beneficiam a agricultura (JORGE, 2014).

Das cerca de duas mil espécies de roedores existentes no globo terrestre, apenas três delas conseguiram se adaptar nas cidades ou instalações erguidas pelo homem, as quais são denominadas de sinantrópicos, e possuem um papel destacável na capacidade de transmissão de agentes etiológicos, sendo elas *Mus musculus*, *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* (SOBESTIANSKY. et al.,1998). No Brasil são conhecidas 240 espécies de roedores distribuídos em 75 gêneros e 11 famílias (FARIKOSKE,2016).

No entanto, a pertinência dessa ordem em termos de saúde pública amarra-se fundamentalmente ao aspecto de serem potenciais reservatórios assintomáticos de muitas espécies de bactérias, vírus, protozoários e helmintos. O que os classificam como possíveis vetores de doenças infecciosas como Salmonelose, Hantavírus, Toxoplasmose e Leptospirose das quais por muitas vezes participa como principal reservatório (GONTIJO,2003).

Os roedores também podem servir de hospedeiros para ectoparasitas artrópodes, como *Acarí Ixodidae* (FONSECA,1935), *Acarí Laelapidae* (FONSECA,1935), *Anoplura Hoplopeuridae* (EWING,1925), *Eubrachylaeps Rotundus* (FONSECA,1935), *Gigantolaeps Butantanensis* (FONSECA,1935) *Gigantlaeps Goyanensis* (FONSECA,1939), e *Siphonaptera Rhopalopsyllidae* (JORDAN,1933), principalmente os roedores silvestres (LINARD,1980).

Levando em consideração esses aspectos e a influência que esses animais constituem em relação a saúde pública, pode-se afirmar que os roedores em algumas circunstâncias podem assumir o caráter de praga (NÚNCIO et al. 2014).

Consequentemente, torna-se de extrema relevância a execução de pesquisas direcionadas a essa área, visto que o tema ainda é insuficientemente abordado por artigos fundamentados no saber científico, o que culmina na restrição de informações sobre o tema, dificultando a percepção da importância desse estudo no âmbito de formação acadêmica ou mesmo da informação a população em geral.

Objetivou-se por meio deste trabalho realizar o diagnóstico laboratorial e a avaliação da presença de hemoparasitas em roedores sinantrópicos capturados na região metropolitana de Goiânia-GO.

## Material e Métodos

O projeto teve início com o treinamento e conscientização dos alunos envolvidos e com a padronização das técnicas que seriam efetuadas, afim de garantir a segurança na contenção dos roedores, coleta do material, e na confecção de esfregaço sanguíneo para análises fidedignas dos hemoparasitas. Essa etapa foi realizada de acordo com as orientações e os métodos desenvolvidos por (SILVA, A. S., DOYLE, R.L., et al.2006) no Laboratório de Parasitologia Veterinária da Universidade Federal de Santa Maria-*UFSM*, em experimentos realizados com ratos e camundongos, sendo de grande proficiência na pesquisa devido as destacáveis características de baixo custo do material utilizado, rapidez e praticidade.

As capturas foram realizadas com ratoeiras do tipo gaiola que foram posicionadas em locais onde haviam reclamações recorrentes de presença de roedores, como isca foram utilizados vários tipos de alimentos, entre eles: queijo, marmelada, pasta de amendoim com essência de baunilha e banana.

As eutanásias foram realizadas administrando doses excessivas de anestésico local a base de lidocaína via intraperitoneal, conforme o recomendado na cartilha da UFRN- CEUA (Comissão de ética no uso de animais) que descreve os métodos aceitáveis de eutanásia segundo a Resolução Normativa nº 13/2013 do CONCEA (Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal).

O espaço amostral pré-definido para realização da pesquisa inicialmente era de 30 a 50 roedores que seriam capturados na região metropolitana de Goiânia-GO, no entanto o espaço amostral teve que ser reduzido a 10 animais, essa redução se deu devido à dificuldade encontrada no decorrer do projeto para captura e realização das análises de forma imediata.

Os esfregaços sanguíneos foram feitos seguindo as recomendações feitas por (NEITZ, W.O.; THOMAS, A.D.,1938) que utilizam apenas a primeira gota de sangue, porque a mesma corresponde genuinamente ao sangue periférico (ALMOSNY, 2002).

### REALIZAÇÃO



Para coloração dos mesmos foi utilizado um kit de coloração Panóptico Rápido. A confecção e análise das amostras foi executada no Centro de Ensino e Pesquisa Animal e Vegetal-CEPAV, localizado na Universidade Estadual de Goiás-UEG, sob supervisão do professor Dr. Osvaldo José da Silveira Neto.

Os dados foram registrados em folha de cálculo do Microsoft Excel 2013, afim de serem submetidos a análises descritivas e posteriormente transformados em dados estatísticos, garantindo que a publicação dos mesmos fosse concisa e transparente, estabelecendo assim um grau de disseminação preciso e acessível das informações ao ponto de vista do saber científico.

---

REALIZAÇÃO

PRG  
Pró-Reitoria de  
Graduação

PRP  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

PRE  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis



Universidade  
Estadual de Goiás

Figura 01. A, B, C, D, E e F- Alguns dos locais onde as ratoeiras foram posicionadas.



REALIZAÇÃO

Figura 02. A e B - Foto do roedor capturado.

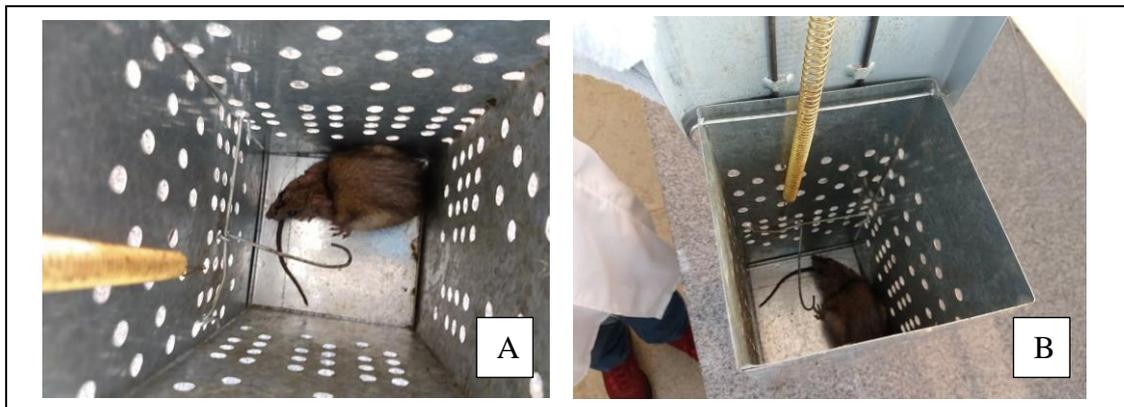
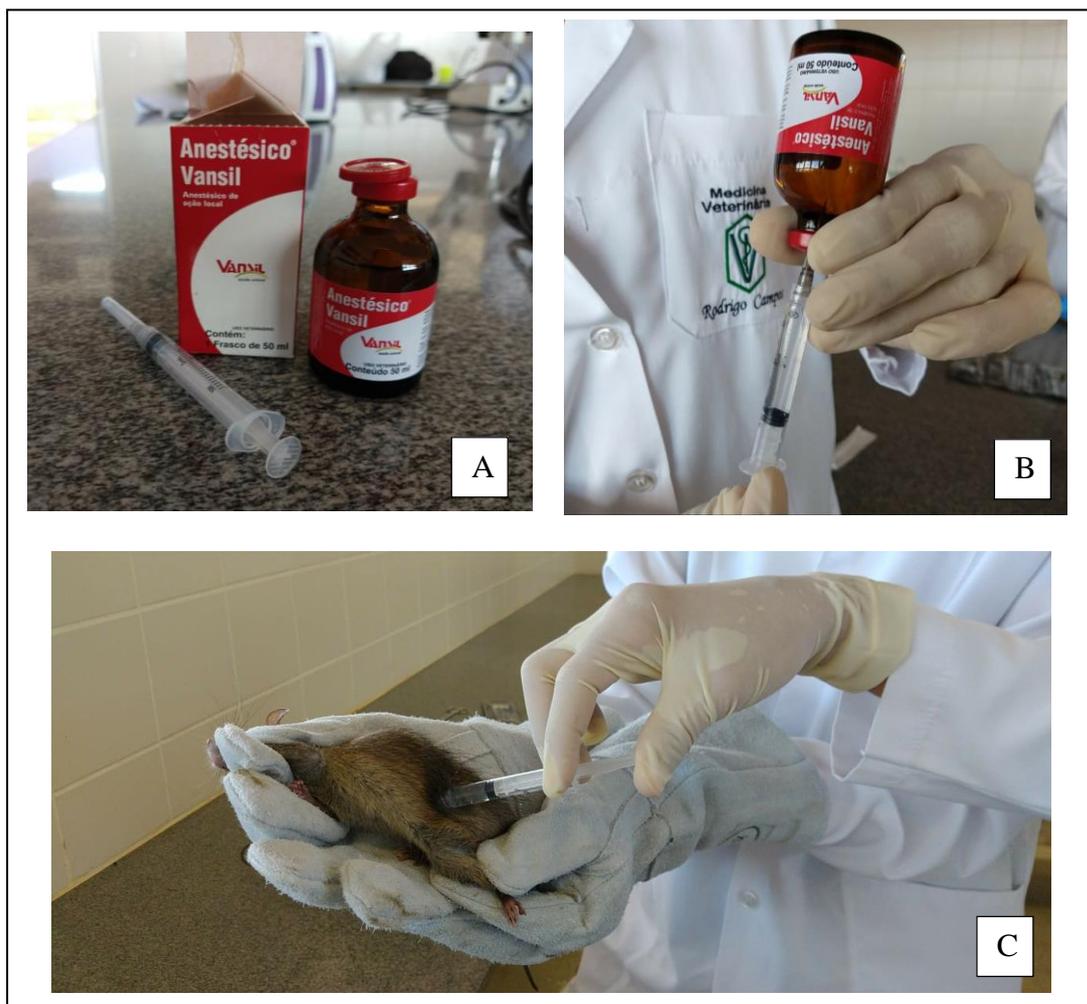
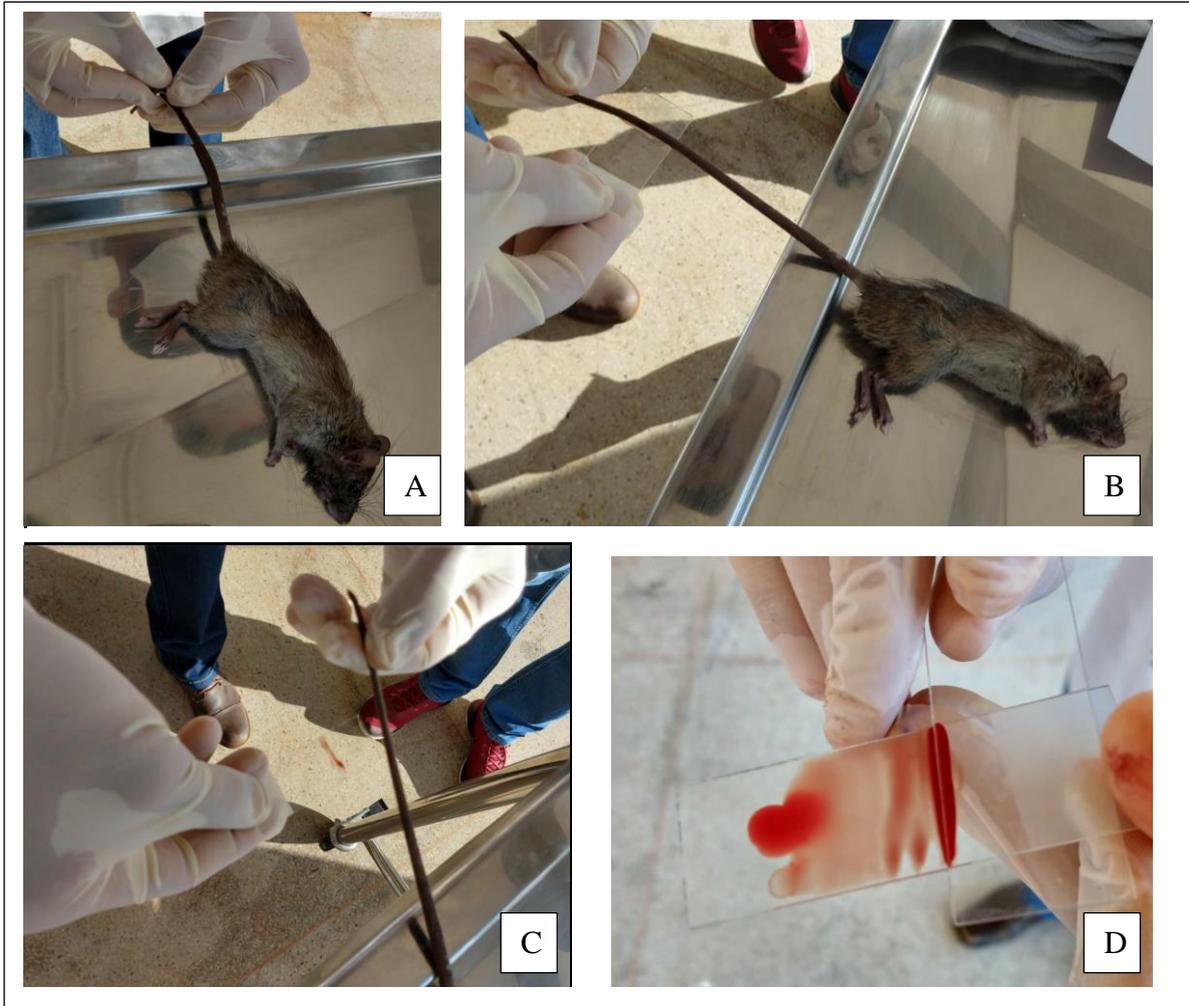


Figura 03. A e B- Anestésico a base de Lidocaína. C - Contenção e aplicação.



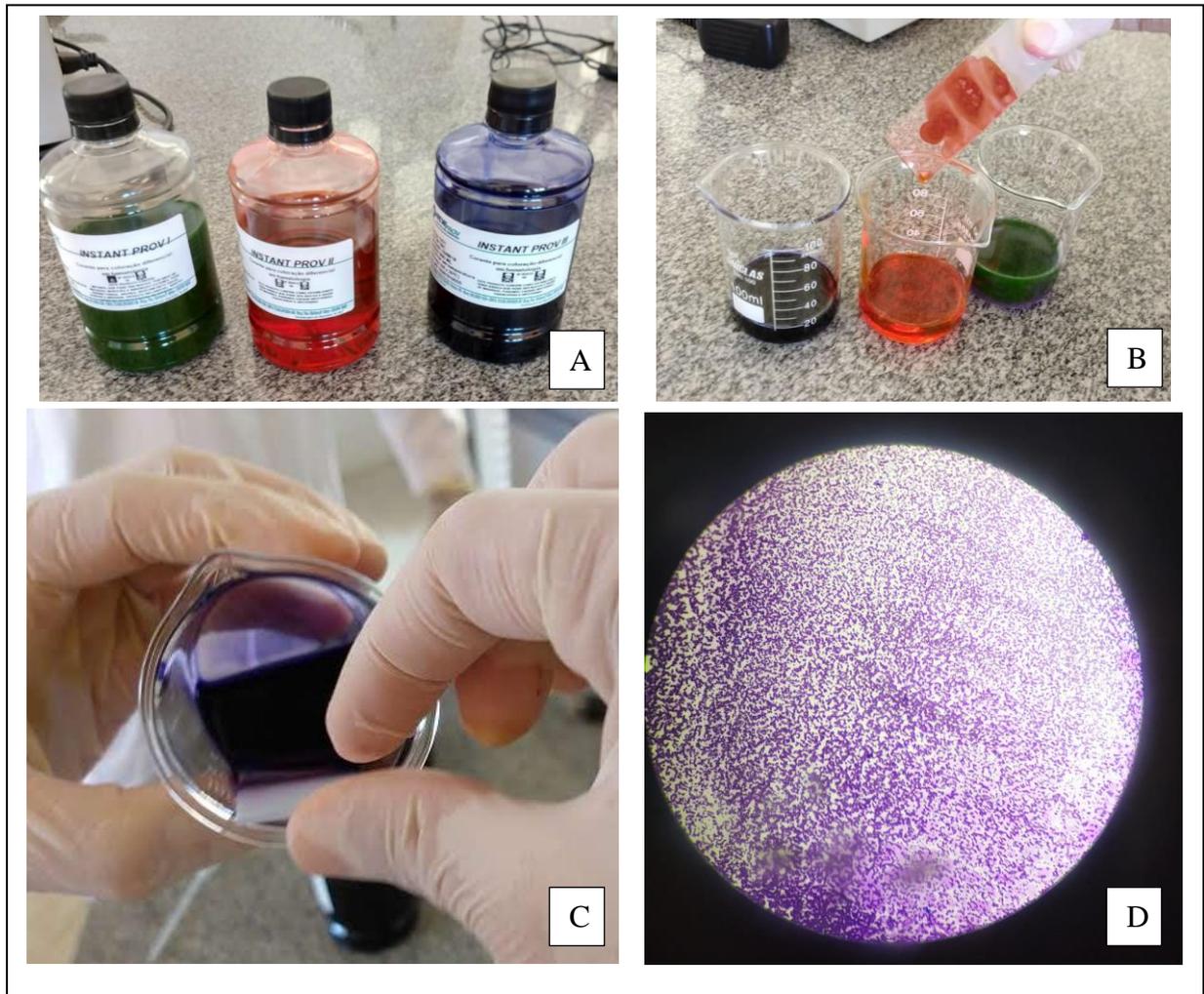
REALIZAÇÃO

Figura 04. A - Perfuração da cauda com agulha. B, C e D- Realização do esfregaço.



REALIZAÇÃO

**Figura 05.** A – Kit de coloração panótico rápido. B – Recipientes para submergir lâminas. C – Lâmina submergida em recipiente com solução 03. D - Vista microscópica esfregaço sanguíneo de roedor.



## Resultados e Discussão

Os resultados obtidos na pesquisa não apontaram a presença de hemoparasitas nas lâminas avaliadas. Dessa forma se faz necessário a continuidade da pesquisa, afim de alcançar um campo amostral maior e conseqüentemente uma maior fidedignidade e acurácia dos resultados obtidos. Os dados obtidos até o presente momento estão registrados em folha de cálculo do Microsoft Excel 2013 e juntamente com os dados que ainda serão registrados até a finalização do projeto vão

### REALIZAÇÃO



ser submetidos a análises descritivas e posteriormente transformados em dados estatísticos, viabilizando ainda mais a acessibilidade das informações ao ponto de vista do saber científico.

## Considerações Finais

*Por hora podemos concluir que os resultados não apontaram presença de hemoparasitas nas amostras avaliadas, porém é valido destacar que a pesquisa dispôs de um campo amostral reduzido e dessa forma se faz necessario a continuidade da mesma para que se alcance resultados com maior fidedgnidade e acurácia, assim sendo esse relatório assume carater parcial visto que a pesquisa continuara sendo executada até que se alcance os objetivos esperados.*

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente, a Deus pelo dom da vida e por cada pessoa que ao longo desse caminho Ele providenciou que entrasse em minha vida.

À minha família por me apoiarem e me sustentaram nessa jornada em busca de um futuro melhor.

Agradeço meu orientador, professor Dr. Osvaldo José da Silveira Neto, pela oportunidade e confiança.

Agradeço também a universidade estadual de goiás – UEG, por fornecer bolsas para alunos como eu, e fomentar a pesquisa e o avanço tecnológico de nosso país.

## Referências

ALMOSNY, N.R.P. **Hemoparasitoses em pequenos animais domésticos e como Método de contenção...** Revista da FZVA. Uruguaiana, v.13, n.2, p. 153-157. 2006  
157 zoonoses. 1º ed. Rio de Janeiro: L.F. Livros de Veterinaria Ltda. 2002, 135p.

FARIKOSKE, Itacir Olívio. **A capivara (Hydrochoerus hydrochaeris Linnaeus,1766; Caviidae) da Amazônia ocidental como reservatório de Salmonella Spp. (Enterobacteriaceae) e suas implicações na saúde pública.** Disponível em: <[http://www.ufac.br/ppgespa\\_docs/dissertacoes/dissertacao\\_itacir.pdf](http://www.ufac.br/ppgespa_docs/dissertacoes/dissertacao_itacir.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2018.

REALIZAÇÃO

PRG  
Pró-Reitoria de  
Graduação

PRP  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

PRE  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis



Universidade  
Estadual de Goiás



FONSECA, F., ARAGÃO, H. III- Lista das espécies do gênero *Exodes* que ocorrem no Brasil (*Acari, Exodidae*), **Notas de Ixodologia**, 1935.

GONTIJO, B., CARVALHO, M. L. R. Leishmaniose tegumentar americana. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 36(1):71-80, jan-fev, 2003.

LINARDI, P.M., BOTELHO, J.R., NEVES, D.P. et al. Sobre alguns ectoparasitos de roedores silvestres de Belo Horizonte, MG. **Rev. Bras. Biol.**, v.44, p.215-219, 1984.

NEITZ, W.O.; THOMAS, A.D. **Rickettsiosis in the Dog**. Journal of South African Veterinary Medical Association, v.9, p.166-174, 1938.

NÚNCIO, M. S., ALVES, M. J., JORGE, et al. **Doenças associadas a artrópodes vetores e roedores**. Lisboa: Guide, 2014.

SILVA, A. S., DOYLE, R.L., et al. **CONTENTION AND MAKING METHOD OF BLOOD SCRUBBING FOR THE RESEARCH OF HEMOPARASITES IN MICE AND RATS**. Revista da FZVA. Uruguaiana, v.13, n.2, p. 153-157. 2006.

SOBESTIANSKY, J., WENTTZ, i., et al. **Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: Embrapa-SPI, 1998.



## AVALIAÇÃO DO EFEITO ALELOPÁTICO DO EXTRATO DE *PTERODON EMARGINATUS* VOGEL SOBRE A GERMINABILIDADE DE *HYPTIS SUAVEOLENS* L.

Larissa da Mata Souza<sup>1</sup> (PQ); Jales Teixeira Chaves Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ciências Biológicas, Campus Morrinhos, laly.m.souza@gmail.com

<sup>2</sup>Docente, Universidade Estadual de Goiás, Morrinhos - GO

R. Quatorze, 327 - Jd. América, Morrinhos - GO, CP, 75650-000.

Resumo: Diante da utilização de químicos e maquinários na agricultura atual, viu-se a necessidade de produzir alimentos de qualidade, utilizando formas menos agressivas e prejudicial, nasce assim a agricultura orgânica. Contudo esse mesmo processo sofre com as plantas daninhas, que competem por nutrientes e água. O presente trabalho tem como objetivo analisar experimentalmente a capacidade alelopática da espécie *Pterodon emarginatus* Vogel, em inibir a germinação e o desenvolvimento inicial da plântula da espécie daninha *Hyptis suaveolens* L. Para o desenvolvimento do experimento foi utilizado 300g da semente de *Pterodon emarginatus* Vogel previamente trituradas com um litro de água para obter o extrato aquoso na concentração de 30% que em seguida foi passado por uma dissolução para obter as demais concentrações de 10% e 20%. Já as sementes de *Hyptis suaveolens* L. foram acomodadas em um pote plástico estéreis com tampa e regadas com seis mililitros do extrato aquoso. O experimento foi observado por 30 dias onde durante o processo o extrato aquoso mostrou inibir a germinação das sementes. Após a germinação as plântulas mostraram variações significativas no seu desenvolvimento. Depois da primeira semana de observação as mesmas foram acometidas por um microrganismo em suas raízes que podem ter influenciado na alteração do desenvolvimento delas.

Palavras-chave: Sucupira-branca, Mata-pasto, herbicida, modernização da agricultura, orgânico.

### Introdução

A expansão da agricultura para sustentar uma população mundial crescente faz com que haja também o aumento no uso de agrotóxicos para controle de pragas e doenças na agricultura, sem o qual nem seria possível produzir em grandes escalas (MILLER JR, 2007).

Em 2009, o Brasil liderou o ranking mundial de consumo de agrotóxicos, mesmo não sendo o principal produtor agrícola também a nível mundial (BOMBARDI, 2011). De acordo com levantamento do Ministério da Saúde, mais de 40% das amostras de tomate, morango e alface analisadas em 2008 pelo Programa



de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos continham índices de contaminação por agrotóxicos acima do permitido por lei. O tomate foi o produto que mais apresentou resíduos de agrotóxicos em excesso, chegando a 44,72% do total das amostras. As amostras de morango ficaram em segundo lugar na lista de contaminação, com 43,62%.

A utilização de herbicidas nas lavouras para o controle de plantas daninhas que competem com as espécies agrícolas tem sido atividade comum, principalmente na agricultura intensiva, onde o uso de máquinas, fertilizantes e agrotóxicos são necessários para o tipo de produção proposta (MILLER JR., 2007).

A vegetação do Cerrado possui um grande potencial alimentar com espécies já bastante conhecidas, com isso tende a aumentar descoberta de produtos que possam ser utilizados na medicina e também na agricultura como inseticidas e herbicidas naturais de menor impacto sobre o meio ambiente e as pessoas. Infelizmente, pesquisas visando uma agricultura de baixo impacto são pouco atrativas para o mercado industrial químico.

A alelopatia é definida por Rice (1984), como todo efeito direto e indireto de uma planta sobre outra, incluindo a participação dos microrganismos, através da produção de substâncias químicas que são liberadas para o meio ambiente. Essa interação se dá devido ao efeito biológico de uma grande variedade de metabólitos primários e secundários a partir de folhas, raízes e serrapilheira em decomposição (GERSHENZON, 2006).

*Pterodon emarginatus* Vogel. (Fabaceae) conhecida como sucupira branca, planta nativa do cerrado, é encontrada em Goiás, Minas Gerais e São Paulo, e seu extrato bruto alcóolico tem sido usado na medicina popular como anti-inflamatório, analgésico e antirreumático (OLIVEIRA & PAIVA, 2005). Segundo Gaziri & Carvalho (2009), as plantas medicinais são estudadas pelos seus efeitos químicos e visam a redução do uso de agrotóxicos de uma forma economicamente viável, sendo que as substâncias oriundas do metabolismo secundário destas plantas podem exercer efeito inibitório sobre plantas invasoras, ao determinar um meio de controle seguro e eficaz para todos os agricultores, especialmente os pequenos. Estudos fitoquímicos do gênero *Pterodon* têm revelado a presença de alcaloides, isoflavonas e

diterpenos, sendo que diterpenos - furano foram identificados e isolados nos frutos desta planta (SPÍNDOLA, 2009).

Por outro lado, os compostos do metabolismo secundário possuem várias vantagens sobre os herbicidas tradicionais, tais como a sua biodegradabilidade, solubilidade em água, meia-vida curta, além de possuírem um mecanismo de ação menos específico, sendo propensos a selecionar biótipos resistentes (REIGOSA et al., 2001; DURÁN-SERANTES et al., 2002).

## Material e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido no laboratório do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Goiás campus Morrinhos. As sementes de *Hyptis suaveolens* L espécie daninha foram coletadas no município de Morrinhos-GO, já as sementes de *Pterodon emarginatus* Vogel foram compradas em lojas especializadas em produtos naturais.

Para a elaboração do experimento foram feitas a pesagem de 300g das sementes de *P. emarginatus* Vogel. Após esse processo as mesmas foram trituradas com o auxílio de um liquidificador juntamente com um litro de água para a obtenção do extrato aquoso. O mesmo foi diluído para adquirir as concentrações de 0% (controle), 10, 20 e 30%.

Para a elaboração do experimento consistiu em separar 20 sementes de *Hyptis suaveolens* L. que foram acomodadas sobre papel absorvente dentro de um recipiente plástico estéril de 300ml com tampa, sendo adicionados 6ml de extrato aquoso correspondente a cada concentração. O experimento foi observado e medido durante 30 dias e os resultados plotado em um software estatístico para a obtenção dos cálculos de ANOVA, Kruskal-Wallis.

## Resultados e Discussão

Após efetuar os cálculos estatísticos de ANOVA foi possível obter que o extrato aquoso de *Pterodon emarginatus* Vogel inibi a germinação das sementes de *Hyptis suaveolens* L. principalmente na concentração de 30% que foi de 4,8%, valor menor do que os outros tratamentos. Já o valor maior foi apresentado pelo tratamento de 10% do extrato bruto, podendo observar a atuação dos compostos presentes no extrato de sucupira na inibição das mesmas como pode ser verificado

na Figura 1. Estudos semelhantes podem justificar que o fato de apenas a concentração 30% apresentar um resultado esperado pode ter sido causado pelas baixas concentrações utilizadas no experimento.

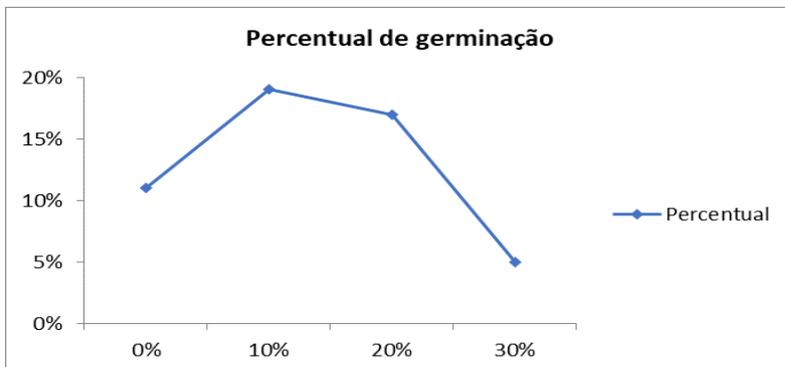


Figura 1: Percentual médio de semente germinadas total em cada repetição.  
Fonte: Autor

Já nos cinco primeiros dias de desenvolvimento da plântula foi observado através da análise de Kruskal-Wallis uma variação significativa, ou seja, o resultado obtido de P foi igual a 0,0195 menos que o erro de 0,05. Isso demonstra que é possível que o extrato esteja atuando no desenvolvimento. Contudo após a primeira semana as plântulas apresentaram um microrganismo não identificado que pode ter causado modificações nos resultados do desenvolvimento, posteriormente ao seu surgimento os resultados de variação foram não significativos, ou seja, P igual 0,732 maior que o erro de 0,05. Na figura 2 é possível observar a diferença nos tamanhos das plântulas.

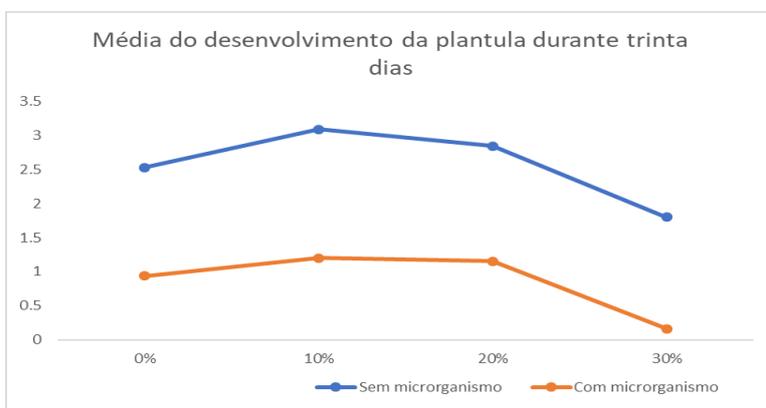


Figura 2: Média de desenvolvimento da plântula *Hyptis suaveolens* L.  
Fonte: Autor

## Considerações Finais

O desenvolvimento deste estudo possibilitou analisar que o extrato aquoso de

*Pterodon emarginatus* Vogel inibiu a germinação das sementes de *Hyptis suaveolens* L., apresentando um melhor resultado na concentração de 30% que apresentou um percentual menor de germinação.

Contudo ao analisar o desenvolvimento médio da plântula durante os primeiros cinco dias foi possível detectar que a mesma apresentava uma variação significativa, ou seja, provavelmente o extrato aquoso de *Pterodon emarginatus* Vogel estava atuando no desenvolvimento da mesma.

A partir da primeira semana houve o surgimento de um microrganismo não identificado que modificou o desenvolvimento da plântula, causando resultados de variação não significativa. Contudo é de suma importância continuar estudando novos compostos que possam ser utilizados na agricultura como herbicidas.

### Agradecimentos

Agradeço a Universidade Estadual de Goiás pela oportunidade de desenvolver este trabalho como bolsista PIBT/UEG, proporcionando-me experiência e grandes conhecimentos. Agradeço também aos colegas que me ajudaram e em especial aos meus familiares que me apoiaram.

### Referências

- BOMBARDI, L. M.** Intoxicação e morte por agrotóxicos no Brasil: a nova versão do capitalismo oligopolizado. São Paulo. Boletim Data Luta, v. 45, p. 1-21, 2011.
- DURÁN-SERANTES, B.; GONZÁLEZ, L. & REIGOSA M.J.** Comparative physiological effects of three allelochemicals and two herbicides on *Dactylis glomerata*. *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 24(4) p. 385-392, 2002
- GERSHENZON, J.** 2004. Metabólitos secundários e defesa vegetal. In: Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia Vegetal*. 3a Edição. Porto Alegre, Artmed, 309-334p.
- MILLER JR. G.T. *Ciência ambiental*. 11ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2007. 592p.
- OLIVEIRA, D.M.T.; PAIVA, E.A.S.** Anatomy and Ontogeny of *Pterodon emarginatus* (FABACEAE: FABOIDEAE) Seed. *Braz. J. Biol.*, v.65, n.3, p.483-494, 2005.
- RICE, E. L.** *Allelopathy*. 2. ed. New York: Academic Press, 1984. 422 p. 2002.
- SPINDOLA, H. M.** Furanoditerpenes from *Pterodon Pubescens* Benth with Selective In Vitro Anticancer Activity For Prostate Cell Line BRAZ. *CHEM. SOC.*, v.20 n.3, São Paulo, 2009.

## AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANGIOGÊNICO DAS PROTEÍNAS PRESENTES NA FRAÇÃO SORO DO LÁTEX DE *Hancornia speciosa*.

Myllena Tolentino<sup>1</sup>, Patricia Lima D' Abadia, Luciane Madureira de Almeida<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bolsista PIBIT/CNPq, graduanda do Curso de Ciências Biológicas,  
myllentolentino@gmail.com

<sup>2</sup> Docente Ciências Biológicas, Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas, Anápolis- GO,  
Universidade Estadual de Goiás

Universidade Estadual de Goiás - Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas: Br 153 nº 3.105 -  
Anápolis - Goiás - Brasil. CEP: 75.132-903.

**Resumo:** O látex da espécie *Hancornia speciosa* (mangabeira) possui atividade angiogênica, osteogênica e anti-inflamatória, além de não causar toxicidade celular. Recentemente essas atividades foram associadas a fração aquosa do látex (soro). Dentre diversos componentes presentes no soro do látex, esse estudo visa avaliar a influência das proteínas na atividade angiogênica. Para testar a hipótese de que as proteínas presentes no soro do látex são as principais responsáveis pela atividade angiogênica, avaliou-se nesse trabalho o efeito da inativação as proteínas do látex usando a proteinase K. Após a inativação, foi avaliada a atividade angiogênica com o uso do modelo da membrana corioalantóide (CAM) de ovos de galinha fertilizados. Os resultados obtidos mostram que a porcentagem de vascularização da membrana CAM no grupo tratado com látex de *H. speciosa* sem proteínas apresentou uma vascularização menor que os grupos controle neutro (água) e fração soro do látex *in natura*. Dessa forma, os resultados obtidos sugerem que as proteínas presentes no látex de *H. speciosa* possam estar associadas a atividade angiogênica desse material. Porém o número de membranas obtidas até o momento ainda não é suficiente para suportar nossa hipótese.

Palavras-chave: angiogênese, plantas do cerrado, vascularização, enzimas

### Introdução

A angiogênese é um processo biológico complexo que estimula a formação de novos sanguíneos a partir de vasos pré-existent; e a qual está diretamente ligada há eventos biológicos tais como: crescimentos de órgãos, reprodução e reparação de feridas (Folkman, 2003). Pensando em reparação de feridas, os materiais que induzem a angiogênese são importantes pois favorecem a proliferação celular e

consequentemente a cicatrização da ferida (Schultz et al., 2003). Dessa forma, inúmeras drogas pró-angiogênicas têm sido empregadas para acelerar o processo de cicatrização. Dentre essas drogas estão os compostos extraídos de plantas.

Entre os compostos derivados de plantas, o látex de diferentes espécies tem apresentado alta atividade angiogênica (Almeida et al., 2016). Uma revisão de literatura mostrou que já foram identificadas 21 lactíferas com potencial angiogênico, sendo as mais estudadas: *Hevea brasiliensis*, *Carica candamarcensis*, e *Calotropis procera* (Almeida et al., 2016). Outra espécie lactífera que tem mostrado alto potencial para desenvolvimento de drogas estimuladoras de angiogênese é a espécie *Hancornia speciosa* (Almeida et al., 2014; Floriano et al., 2016; Dos Santos Neves et al., 2016)

*Hancornia speciosa*, popularmente conhecida como mangabeira, é uma árvore pertencente a família Apocynaceae, encontrada no Bioma Cerrado (Almeida et al., 2016). Levantamentos etnobotânicos mostram o uso tradicional do látex para tratamentos de doenças de pele, acne, verrugas, doenças fúngicas, tuberculose, úlceras gástricas e fraturas ósseas (Pott; Pott, 1994; Macedo; Ferreira, 2004; Sampaio; Nogueira, 2006; Santos et al., 2007). Além do conhecimento etnobotânico, cientificamente já foi demonstrado que o látex de mangabeira possui atividade angiogênica (Almeida et al., 2014), osteogênica (Floriano et al., 2016), anti-inflamatória (Marinho et al., 2009), além de não ser tóxico para células vegetais (Ribeiro et al., 2016) e animais (Almeida et al., 2014). Além disso, um recente trabalho do nosso grupo de pesquisa, mostrou que a atividade angiogênica do látex de mangabeira está associada a composto presentes na fração de soro do látex (D'Abadia, 2016). Dentre diversos componentes presentes no látex, esse estudo visa avaliar a influência das proteínas na atividade angiogênica do látex de *H. speciosa*. Para testar a hipótese de que as proteínas presentes no soro do látex são as principais responsáveis pela atividade angiogênica, pretende-se nesse trabalho inativar as proteínas do látex usando a proteinase K. Após a inativação enzimática, foi avaliada a atividade angiogênica com o uso do modelo da membrana corioalantóide (CAM) de ovos de galinha fertilizados. Esse ensaio tem a vantagem de ser um método rápido, barato e de fácil realização, além de não exigir grande

infra-estrutura técnica e não envolver preceitos éticos de uso de animais (do Prado et al., 2019).

## Material e Métodos

### 1. Coleta do látex e fracionamento do látex:

As amostras de látex foram coletadas das espécies de árvores da coleção de mangabeiras da Universidade Estadual de Goiás do Câmpus de Ipameri, GO. Durante a coleta, o látex foi obtido por gotejamento após a sangria do tronco de árvores, e depositados em tubos falcon esteréis. A metodologia para separação de fases será a centrifugação por 1 hora a 14.000 rpm á 4°C. Foram coletadas duas fases: a fração de menor densidade, na qual é predominantemente composta por partículas de borracha (isopreno); a fração aquosa composta pelo soro, que contém íons, proteínas, carboidratos e outras substâncias.

### 2. Tratamento da fração soro com Proteinase K

Com a finalidade de avaliar o papel das proteínas na atividade angiogênica da fração soro do látex de mangabeira, o mesmo foi submetido ao tratamento com a proteinase K. Essa enzima inativou as proteínas presentes no látex. A comparação dos resultados das membranas exposta a fração soro do látex *in natura* e com látex tratado com proteinase K permitiu fazer inferência sobre a ação das enzimas no processo de angiogênese.

### 3. Teste com membrana corolantóide do ovo de galinha (CAM)

Para o ensaio CAM, as membranas foram submetidas a 5 diferentes tratamentos usando 4 µl de cada uma das seguintes soluções: 1. Dexametasona (inibidor de angiogênese); 2. Água (controle neutro); 3. Fração do soro do látex *in natura*; e 4. Fração soro do látex tratada com a proteinase K.

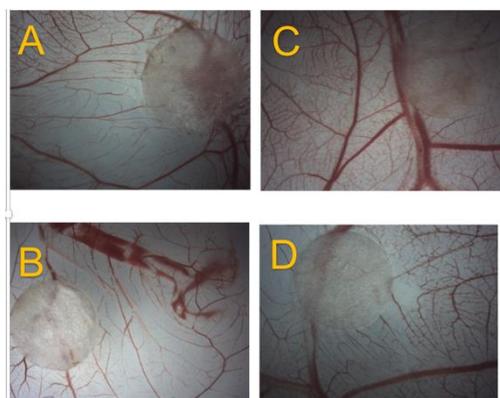
Para a realização do experimento, primeiramente foram obtidos ovos fertilizados com a idade de no máximo 3 dias após a postura. A seguir, os ovos foram limpos e incubados á temperatura de 37°C em uma câmara umidificada 60-70% de umidade relativa (Almeida et al., 2014). No 5º dia de incubação foram feitos



nos ovos um orifício na extremidade maior do ovo e com o auxílio de uma tesoura de ponta fina. E com auxílio de uma seringa de insulina foi aplicado uma gota de água para injeção na membrana da casca sem danificá-la para que essa mesma possa ser retirada. Posteriormente o ovo foi lacrado com uma fita adesiva (durex) e foram devolvidas a incubadora onde permaneceram até o 13º dia. No 13º dia, os ovos foram submetidos aos tratamentos citados. Para cada solução a ser testada foram aplicados 4µL de solução em discos de papel filtro e posicionados em cima do vaso sanguíneo mais calibroso. Após 72 horas expostos no tratamento no 16º dia de incubação os embriões foram sujeitos a eutanásia com (0,1) Xilasina® e (0,2) ketamina® diluídos em 0,7mL de água estéril para injeção. Para que tenha certeza de que a eutanásia foi efetiva os ovos com os embriões são deixados 10 minutos fora de freezer e 30 minutos no freezer. Posteriormente é adicionado dentro do ovo 1mL de formol á 3,7% e assim as CAM's foram removias com auxílio de uma tesoura. A seguir as membranas foram depositados em placas de Petri com formol á 3,7% e assim as CAM's foram retiradas e fotografadas com o auxílio da lupa. Após a detenção das imagens as mesmas foram analisadas pelos programas GIMP e Imagem J para quantificação da vascularização do tratamento de cada membrana. A porcentagem da área de MCAs entre grupos controles e tratados foram comparados pela análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey, com um nível de significância de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados e Discussão

As imagens das membranas CAM obtidas são mostradas na Figura 1 e, as análises do porcentual de vascularização e desvio padrão das mesmas estão apresentadas na Tabela 1.



**Figura 1:** Imagens representativas da membrana CAM submetidas aos diferentes tratamentos: A) controle neutro (água); B) controle inibidor de angiogênese (dexametasona); C) fração soro *in natura* do látex de *H. speciosa*; D) fração soro do látex de *H. speciosa* tratado com proteínase K. Imagens foram obtidas em estereoscópio no aumento de 1,5x.

**Tabela 1:** Porcentagem de vascularização das membranas corioalantóides, obtidas com os tratamentos a partir do soro do látex de *Harconia speciosa*.

Tratamentos	% de vascularização	Desvio padrão	Nº de membranas
Água	28,11 <sup>a</sup>	6,79	4
Dexametasona	17,95 <sup>b</sup>	2,78	4
Fração soro do látex <i>H. speciosa</i>	28,77 <sup>a</sup>	5,05	7
Fração soro do látex <i>H. speciosa</i> tratado com proteínase K	22,90 <sup>a,b</sup>	4,45	8

Letras iguais representam ausência de diferença significativa usando Teste de Tukey.

Os dados da Tabela 1 mostram que a porcentagem de vascularização da membrana CAM no grupo tratado com látex de *H. speciosa* sem proteínas (tratado com proteínase K) apresentou uma vascularização menor que os grupos controle neutro (água) e fração soro do látex *in natura*. Dessa forma, os resultados obtidos sugerem que as proteínas presentes no látex de *H. speciosa* possam estar associadas a atividade angiogênica desse material. Porém o número de membranas obtidas até o momento ainda não é suficiente para suportar nossa hipótese. Dessa forma, serão realizados novos experimentos para confirmação dos resultados.



Contudo, existem relatos na literatura da atividade angiogênica e cicatrizante de proteínas presentes em outros extratos de plantas, tais como: a enzima papaína, presente no látex do mamão papaia (Capucho, 2007); a enzima bromelina, presente no abacaxi (Wu et al., 2012), e as proteínas do látex de *Synadenium umbellatum*, popularmente conhecida como cola-nota (Mello-Reis et al., 2015). Esses diferentes biomateriais extraídos de plantas possuem alto potencial biotecnológico para desenvolvimento de novos medicamentos. Pois, apesar de existirem atualmente no mercado mais de 2.000 dispositivos e medicamentos voltados para o tratamento de feridas, a maioria não é eficaz, ou possuem altos custos. Frente a essa grande diversidade de produtos é crucial que estes sejam economicamente acessíveis para a grande maioria da população (Santos et al., 2010). O uso de plantas medicinais em medicamentos para a regeneração de tecidos, tal como o látex de *H. speciosa*, representa um recurso acessível e economicamente viável.

## Considerações Finais

Atualmente a identificação de novos biomateriais estimuladores do processo de angiogênese é importante para o desenvolvimento de fármacos de baixo custo para a cicatrização de feridas. Nosso grupo de pesquisa tem mostrado nos últimos anos que o látex de mangabeira é um material de baixo custo e com alta atividade angiogênica. Esse estudo procurou avaliar o papel estimulador da angiogênese das proteínas presentes na fração soro látex de *H. speciosa*. Por problemas operacionais, ainda não obtivemos um número de membranas suficientes que nos permita associar a atividade angiogênica as proteínas presentes no látex.

## Agradecimentos

Agradeço a CNPQ pelo auxílio financeiro.

REALIZAÇÃO

PRG  
Pró-Reitoria de  
Graduação

PRP  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

PRE  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis



## Referências

ALMEIDA, L.M et al;. *Hancornia speciosa* latex for biomedical applications: physical and chemical properties, biocompatibility assessment and angiogenic activity. Journal of Materials Science-Materials in Medicine 25, 2153-2162, 2014

ALMEIDA, L.M., et al.. State of the art of scientific on *Hancornia speciosa*: trends and gaps. Revista Brasileira Fruticultura 38(4): e-869., 29, 2016

Capucho, H.C. Desenvolvimento de formulações tópicas contendo papaína para o tratamento de feridas. Diss. Universidade de São Paulo, 2007.

D'ABADIA, Patricia Lima *Caracterização das frações do látex de Hancornia speciosa* (mangabeira): atividade angiogênica, expressão de genes e prospecção fitoquímica. 2014. 64f. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Goiás, 2015.

DO PRADO, A. D. L., et al. The chick embryo chorioallantoic membrane assay as a model for the study of angiogenesis. Bioscience Journal, 35(4). Disponível em: "<https://doi.org/10.14393/BJ-v35n4a2019-42777>," 2019

DOS SANTOS Neves, J. et al. Evaluation of osteogenic potential of *Hancornia speciosa* latex in rat calvaria and its phytochemical profile. Journal of Ethnopharmacology 13, 183:151-158, 2016

FLORIANO, J.F. et al. Comparative study of bone tissue accelerated regeneration by latex membranes from *Hevea brasiliensis* and *Hancornia speciosa*. Biomed. Phys. Eng. Express., v.2, n.4, p.1-15, 2016.

FOLKMAN J. Fundamental concepts of the angiogenic process. Curr Mol Med 3: 643–651, 2003



MACEDO M, FERREIRA AR. Plantas medicinais usadas no tratamento dermatológico da Bacia do alto Paraguai, Mato Grosso. Revista Brasileira Farmacognosia.;14:40–4, 2014

MARINHO, D.G. et al. The latex obtained from *Hancornia speciosa* Gomes possesses anti-inflammatory activity. J. Ethnopharmacol., v.135, n.2, p.530–537, 2011.

MELLO REIS et al. Potencial de cicatrização do látex de *Synadenium umbellatum* em feridas dorsais de ratos. Estudos, v. 42, n. 4, p. 481-491, 2015.

POTT, A., POTT, V.J., 1994. Plantas do pantanal. EMBRAPA, Planaltina, 320 p. Sampaio, T.S., Nogueira, P.C.L. .Volatile components of mangaba fruit (*Hancornia speciosa* Gomes) at three stages of maturity. Food Chem. 95,606–610, 2006.

RIBEIRO, T. P., et al. "Evaluation of cytotoxicity and genotoxicity of *Hancornia speciosa* latex in *Allium cepa* root model." *Brazilian Journal of Biology* 76.1, 245-249, 2016.

SAMPAIO, R.B. et al. Rabbit retinal neovascularization induced by latex angiogenic derived fraction: an experimental model. Curr. Eye Res., v.35, n.1, p.56-62, 2010

SANTOS, A. C. B., et al. "Ethnobotanical, chemical and pharmacological survey of Apocynaceae Juss. Species occurring in Brazil." *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 15.3: 442-458, 2013.

SANTOS, P.O., et al. Investigação da atividade antimicrobiana do látex da mangabeira (*Hancornia speciosa* GOMES). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 9,108–111, 2007.



SANTOS, A.A.R. et al. Nursing students' knowledge of wound evaluation and treatment. Revista de enfermagem. UERJ, Rio de Janeiro, v.18, n.4, p.547-52, out/dez. 2010.

SCHULTZ GS, et al. Wound bed preparation: a systematic approach to wound management. Wound Repair Regen 1: S1-28, 2003

WU SY1,et al. Bromelain ameliorates the wound microenvironment and improves the healing of firearm wounds. The Journal of Surgical Research v.176, n2, p503-509, 2012.



## AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTAGÔNICO E MICOPARASITA DE ESPÉCIES DE TRICHODERMA

Ismael.P. Borges<sup>1\*</sup> (IC), Valdirene N. Monteiro<sup>1</sup> (PQ)

<sup>1</sup>Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas, Henrique Santilo, Universidade Estadual de Goiás (UEG), Br 153, Km 98, CEP. 75.000-000, Anápolis, GO.

\*E-mail address: [ismaelcustodio4@gmail.com](mailto:ismaelcustodio4@gmail.com)

### Resumo

Espécies de *Trichoderma* são amplamente utilizados na agricultura, como agentes de biocontrole, pela sua capacidade antagonista a fungos fitopatogênicos. Nesse trabalho, foram avaliados oito isolados de *Trichoderma* quanto ao seu potencial antagonístico em confrontação direta com o fitopatógeno *Sclerotinea sclerotiorum* (*S.sclerotiorum*), a produção de metabólitos voláteis e a atividade de enzimas envolvidas no micoparasitismo. Todos os isolados avaliados foram capazes de secretar as enzimas do estudo. O isolado *T. atroviride* apresentou maior atividade de quitinases, os isolados *T. gamsii* e *T. asperellum* apresentaram maior atividade de NAGase, a maior atividade de  $\beta$ -1,3 glucanase foi observada para o isolado *T. atroviride* e os isolados *T. viride* e *T. virens* foram os que apresentaram maior atividade de proteases. A capacidade de inibição por metabólitos secundários também foi avaliada nesse estudo, onde *T. tomentosum* foi o que apresentou maior porcentagem de inibição (92,56%) e o isolado *T.ghanense* a menor capacidade de inibir o fitopatógeno *S. sclerotiorum*, os demais isolados apresentaram inibição que variou de 86 a 74% de inibição. A capacidade de antagonismo em placa de petri também foi avaliada segundo a escala de Bell et al., 1982 onde foi possível notar que *T. tomentosum* e *T. inhamatum* apresentaram classificação 2, e os demais isolados foi atribuído nota 1.

Palavras-chave: Micoparasitismo. Enzimas degradadoras da parede celular. Fitopatógeno

## Introdução

O gênero *Trichoderma* compreende uma classe de fungos filamentosos de reprodução assexuada, que inclui um amplo espectro de micromycetes que são colonizadores do solo muito eficazes com elevado potencial de biodegradação de plantas simbiotes facultativos que colonizam a rizosfera. Esse gênero também compreende uma classe com teleomorfismo (estágios sexuais) em *Hypocrea*, compreendendo um grupo de saprófitas facultativos e micoparasitas, sendo comumente encontrados na microbiota de quase todos os solos de clima temperado e tropical bastante distribuídos na natureza, colonizando materiais de plantas lenhosas e herbáceas. (ABADI, 2008; ALMEIDA *et al.*, 2007; HARMAN *et al.*, 2004).

A produção de metabólitos tóxicos produzidos por *Trichoderma* spp. foi também observada primeiramente por WEINDLING (1934), que relatou o controle de doenças em plantas pelo *Trichoderma lignorum* por um “princípio letal” que mais tarde foi conhecido como o antibiótico gliotoxina. Weindling descreveu o micoparasitismo do *Trichoderma lignorum* em *Rhizoctonia solani* revelando o potencial das espécies de *Trichoderma* como agentes no biocontrole em doenças de plantas. Desde então, várias espécies do gênero têm sido pesquisadas como agentes de biocontrole para diversos patógenos e várias substâncias têm sido extraídas e identificadas a partir de isolados específicos. (HOWELL, 2003; LOUZADA, *et al.*, 2009; MARTINS-CORDER; MELO, 1998).

Vários são os benefícios da utilização de *Trichoderma* na agricultura, e em resumo podem incluir: (i) o controle de fitopatógenos usando uma variedade de mecanismos, (ii) a colonização rápida da rizosfera permitindo a criação de uma comunidade microbiana estável, (iii) promoção de crescimento vegetal, através da estimulação de partes acima e abaixo do solo, (iv) melhoria geral na saúde das plantas, (v) maior disponibilidade de nutrientes e consumo, e (vi) resistência sistêmica induzida (ISR), semelhante à estimulação por rizobactérias benéficas (HARMAN *et al.*, 2004; HOWELL, 2003; WOO *et al.*, 2006).

Espécies de *Trichoderma* também tem sido relatadas como promotores de

crescimento de diversas espécies de plantas cultivadas. Algumas espécies seriam capazes de colonizar nas raízes produzindo fitohormônios e outras substâncias que estimulam o crescimento e os mecanismos de defesa das plantas. Os efeitos diretos destes fungos sobre o desenvolvimento das plantas são essencialmente importantes para uso na agricultura. *Trichoderma* é capaz de estabelecer uma associação íntima com a planta, através de troca de moléculas bioativas entre o fungo e a planta, estabelecendo uma simbiose, permitindo o fungo de colonizar, crescer e persistir nas raízes e a planta recebe benefícios de longo prazo em termos de vigor, saúde e produtividade (BENÍTEZ, *et al.*, 2004; CARVALHO FILHO, 2008; HARMAN *et al.* 2004; HARMAN, 2011).

O micoparasitismo de *Trichoderma* é um processo complexo, de base molecular ainda em muito desconhecido. A atividade micoparasita de *Trichoderma* spp. pode ser devido a produção de antibióticos, competição por nutrientes, produção de enzimas envolvidas na hidrólise da parede celular ou uma combinação dessas atividades antagonistas (KUBICEK *et al.*, 2001). O conhecimento do complemento total de proteínas intracelulares, extracelulares e de parede celular de *Trichoderma* é necessário para identificar produtos gênicos desempenhando funções no controle biológico.

*Sclerotinia sclerotiorum* é um fitopatógeno de importância mundial por ocorrer tanto em regiões temperadas quanto tropicais ou subtropicais, com pelo menos 408 espécies de plantas hospedeiras e seus danos manifestam-se com maior severidade em áreas com clima úmido, associado à alta umidade relativa (BOLTON *et al.*, 2006).

A doença causada pelo patógeno *S.sclerotiorum* é mais conhecida como mofo branco, em função dos sintomas causados na planta. Na soja, os sintomas ocorrem geralmente no terço médio das plantas, atingindo a haste principal, pecíolos, folhas e vagens. Inicialmente, ocorre nas folhas encharcamento do limbo foliar, sendo que com a evolução da doença as folhas secam (Figura1).

**Figura 1.** Formação de micélio branco e escleródios na haste da soja causada pelo fungo *S.sclerotiorum* (Fonte: Jaccoud Filho, 2009)



As epidemias causadas por esse fitopatógeno nas culturas de soja e feijão têm sido responsáveis pela diminuição da produção agrícola brasileira, com perdas de até 40% em condições favoráveis para o desenvolvimento do fungo, tais como excesso de precipitação aliado a temperaturas amenas (ALMEIDA et al., 2005; LEITE, 2005; CARREGAL et al., 2010) Grande parte da perda em lavouras no Brasil e no mundo atribui-se aos fungos fitopatogênicos de solo, sendo que anualmente milhões de dólares são gastos no seu controle (OARD et al., 2004).

O sucesso das linhagens de *Trichoderma* como agentes de controle biológico se deve ao fato de que esses indivíduos têm uma alta capacidade de reprodução, habilidade de sobrevivência mesmo sob condições muito adversas, utilizando com eficiência os nutrientes presentes no meio. Podem modificar a rizosfera onde se encontram, são extremamente agressivos contra outros fungos fitopatogênicos e podendo ainda promover o crescimento da planta e mecanismos de defesa. Todas essas qualidades fazem com que indivíduos deste gênero estejam presentes em muito ambientes e em grande concentração (BENÍTEZ et al., 2004; MONTE, 2001).

## Material e Métodos

### MATERIAIS E MÉTODOS

#### Manutenção dos isolados

As espécies de *Trichoderma* desse estudo foram cultivados em meio BDA (200 mL.L<sup>-1</sup> de caldo de batata, 20g.L<sup>-1</sup> de glicose e 2% de ágar) Todos os isolados

utilizados nesse estudo tiveram sua espécie identificada com base na região ITS. O fitopatógeno *Sclerotinea sclerotiorum* foram mantidos em meio MYG (0,5% de extrato de malte, 0,25% de extrato de levedura, 1% de glicose e 2% de ágar).

### **Avaliação da capacidade antagonista de *Trichoderma spp.*, contra hifas do fungo *S. sclerotiorum***

A capacidade de antagonismo de *Trichoderma harzianum* sobre o fitopatógeno escolhido nesse estudo foi avaliada. Para isso discos de 5mm das culturas foram tomados da margem de crescimento ativo do antagonista (*T. harzianum*) e do fitopatógeno (*S.sclerotiorum*), crescidos em meio BDA e submetidos ao teste de pareamento em placa.

### **Produção de metabólitos voláteis**

A produção de metabólitos voláteis foi avaliada baseado-se no método de BHARAT *et. Al.* (1980) modificado. Placas de Petri contendo meio BDA foram posicionadas umas sobre as outras. Na extremidade inferior da placa, foi colocado um disco de 7 mm de diâmetro contendo *Trichoderma* e na superior, um disco de mesmo diâmetro contendo o fitopatógeno. As placas foram vedadas com membrana plástica e em seguida, foram incubadas a 25 °C, em fotoperíodo de 12 horas durante sete dias. Para a testemunha foi utilizado disco do fitopatógeno tanto na parte superior como na parte inferior da placa de Petri.

### **Ensaio enzimáticos.**

#### **Quitinase**

Para determinação da atividade de quitinase, foram utilizados 500 µl de amostra, 500 µl de quitina coloidal. Banho maria a 40 °C over night. Como “branco” foi utilizada água no lugar da amostra. Centrifugar a 10.000 rpm durante 15 minutos. Após a centrifugação, foram recolhidos 100 µl do sobrenadante e adicionado 1 mL de ADNS. Foi fervido durante 5 minutos e feita a leitura a uma absorbância de 550 nm em um espectrofotômetro. Uma unidade específica (U/mg) de quitinase foi definida como a quantidade de enzima necessária para a produção de 1 µmol de r-nitrofenol por minuto por mg de proteínas do sobredanante.

#### **N-acetil-B-D-glicosaminidase (NAGase)**

Para determinação de da atividade de N-acetil-glicosaminidase, 100 µl de

tampão acetato de sódio 50 mM pH 5,5 foram incubados com 40  $\mu$ l de pNP-Nacetil- $\beta$ -D-glicosamina 5 mM e 10  $\mu$ l de amostra à 37 °C por 15 minutos em um termociclador. A reação foi parada com a adição de 100  $\mu$ l de NaOH 0,1 M, 100  $\mu$ l foram transferidos para uma placa de ELISA e a absorbância obtida à 405 nm em um leitor de microplacas. Uma unidade específica (U/mg) de N-acetil- $\beta$ -D-glicosaminidase foi definida como a quantidade de enzima necessária para a produção de 1  $\mu$ mol de p-nitrofenol por minuto por mg de proteínas do sobrenadante.

### **$\beta$ -1,3-glucanase.**

Para determinar a atividade de  $\beta$ -1,3-glicanases, foi utilizado o ensaio descrito por Ramada *et al.* (2010). A mistura de 10  $\mu$ l de amostra com 20  $\mu$ l de laminarina (Sigma) 0,75% (p/v) em tampão acetato de sódio 50 mM pH 5,0 foi incubada em um termociclador a 50 °C por 10 minutos. Posteriormente, 100  $\mu$ l do reagente ácido 3,5-dinitrosalicílico (ADNS) foram adicionados e a reação incubada a 95 °C por 5 minutos. A reação foi resfriada por 2 minutos a 25 °C e 100  $\mu$ l foram transferidos para uma placa de ELISA e a absorbância obtida a 550 nm em um leitor de microplacas. Uma unidade específica (U/mg) de  $\beta$ -1,3- glicanase foi definida como a quantidade de enzima necessária para a produção de 1  $\mu$ mol de açúcar redutor por minuto (1  $\mu$ mol min<sup>-1</sup>) por mg de proteínas do sobrenadante.

### **Protease total**

Para determinação de proteases, foi utilizado o ensaio descrito por Cabral *et al.* (2004), no qual 20  $\mu$ l de amostra foram incubados com 40  $\mu$ l de tampão Tris-HCl 50 mM variando o pH entre 5.0 e 8.5 e 40  $\mu$ l de azocaseína 0,25% (p/v) à 37 °C por 30 minutos em um termociclador. Foi adicionado 100  $\mu$ l de ácido tricloroacético 10% (p/v) a reação e a mesma foi incubada a 4 °C por 10 minutos. A reação foi centrifugada a 10000 g por 15 minutos e 100  $\mu$ l foram transferidos para uma placa de ELISA seguida pela adição de 100  $\mu$ l de NaOH 1 M. A absorbância foi determinada à 450 nm em um leitor de microplacas. A absorbância obtida foi considerada a atividade enzimática.

## Resultados e Discussão

### REALIZAÇÃO

A tabela 1 apresenta a classificação de antagonismo dos isolados de *Trichoderma* nesse estudo. Dos oito isolados, seis apresentaram a capacidade de ocupar 100% da placa mostrando uma boa capacidade de micoparasitismo.

O ensaio de confronto *in vitro* é um instrumento útil e um método confiável para avaliar o potencial de micoparasitismo de espécies de *Trichoderma*. A capacidade de antagonismo em fitopatógenos é uma condição essencial para que isolados de *Trichoderma* sejam agentes efetivos no biocontrole (HERMOSA et al 2000; LIMA, 2002). Durante o parasitismo, *Trichoderma* se fixa ao hospedeiro e começa a crescer ao redor do micélio do mesmo para formar o apressório, dando início à secreção de enzimas hidrolíticas as quais afetam a integridade da parede celular do fungo hospedeiro, uma vez que acontece a hidrólise dos polissacarídeos que a compõem. Este processo causa a lise da parede celular e conseqüentemente a inviabilidade do hospedeiro ao mesmo tempo em que facilita o processo de penetração do micélio por parte de *Trichoderma* sp. (BENÍTEZ, RINCÓN et al., 2004).

**Tabela 1.** Classificação dos isolados de *Trichoderma* quanto ao antagonismo exercido sobre o fitopatógeno *Sclerotineas sclerotiorum* segundo a escala de Bell et al., 1982. De acordo com essa escala, os isolados serão classificados com notas de 1 a 5 onde, 1) significa *Trichoderma* ocupando 100% de toda a superfície do meio; 2) significa *Trichoderma* ocupando 75% de toda a superfície do meio; 3) significa *Trichoderma* ocupando 50% de toda a superfície do meio; 4) significa *Trichoderma* ocupando 25% de toda a superfície do meio; 5) Ausência de crescimento de *Trichoderma* e patógeno ocupando toda a superfície do meio.

Isolado	Classificação de acordo com a escala de Bell et al., 1982
<i>T. tomentosum</i> T2	2
<i>T. inhamatum</i> T23	2
<i>T. atroviride</i> T26	1
<i>T. ghanense</i> T46	1
<i>T. viride</i> T74	1
<i>T. gamsii</i> T80	1
<i>T. asperellum</i> T109	1
<i>T. virens</i> T114	1

Nesse trabalho foi avaliada ainda, a produção de metabólitos secundários pelos isolados de *Trichoderma* (Tabela 2). A tabela mostra que o isolado *T. tomentosum* apresentou a maior inibição seguido de *T. atroviride*, mostrando que esses isolados são eficientes na produção de metabólitos secundários. Porém, não se negligencia os outros isolados desse estudo por que também apresentam boas taxas de inibição que variaram de 74 a 86% o que são também consideradas espécies boas produtoras de metabólitos secundários. Antibiose é definida como a interação entre organismos na qual indivíduos de uma população secretam metabólitos voláteis ou não-voláteis capazes de inibir ou impedir o desenvolvimento dos indivíduos de uma população de outra espécie. Sendo estes metabólitos denominados de antibióticos. Há na literatura relatos de pelo menos 100 diferentes antibióticos, com capacidade

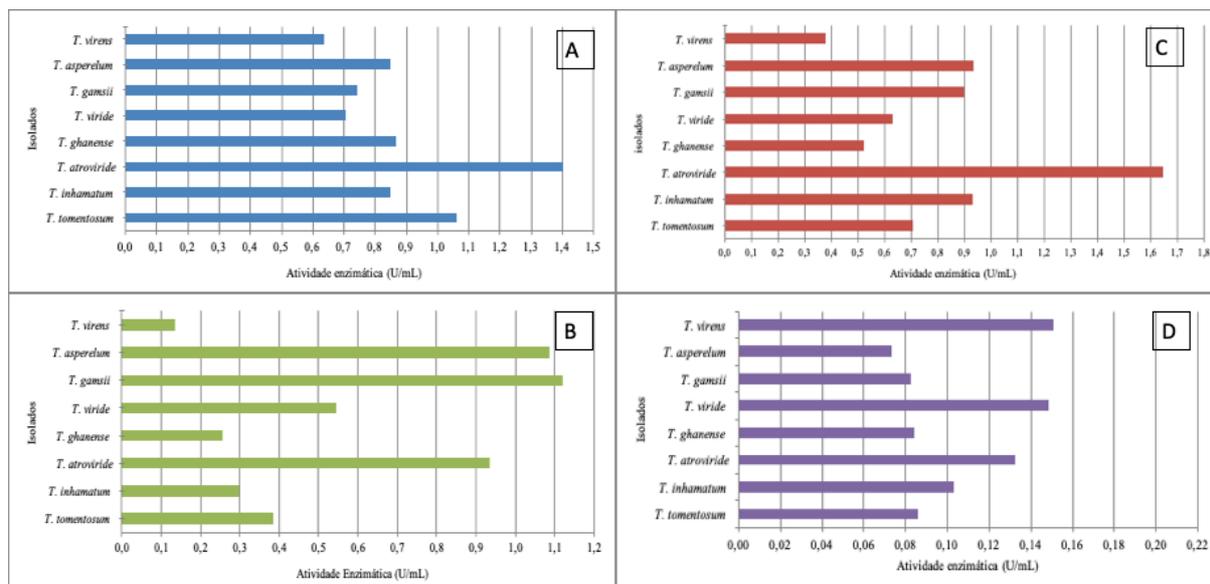
de inibição sobre diversas espécies de fungos fitopatogênicos. *Trichoderma virens*, por exemplo, produz dois antibióticos efetivos contra patógenos de solo: gliotoxina, que inibe o crescimento de *Rhizoctonia* e de *S. sclerotium*, e gliovirina, capaz de inibir *Pythium* e *Phytophthora* (AMORIM et al. 2011; BENÍTEZ et al. 2004).

**Tabela 2.** Atividade de metabólitos voláteis dos isolados de *Trichoderma* em relação ao crescimento micelial do fitopatógeno *Sclerotinea sclerotiorum*.

Isolado	Inibição (%)
<i>T. tomentosum</i> T 2	92,5
<i>T. inhamatum</i> T 23	77,2
<i>T. atroviride</i> T 26	87,3
<i>T. ghanense</i> T 46	56,5
<i>T. viride</i> T 74	86,7
<i>T. gamsii</i> T 80	86,0
<i>T. asperellum</i> T 109	74,9
<i>T. virens</i> T 114	86,7

As principais enzimas envolvidas no micoparasitismo foi avaliada. A figura 2 mostra a atividade dessas enzimas em cada um dos isolados. Os isolados que melhor apresentaram atividades das enzimas em estudo foram, *T. atroviride* seguido de *T. tomentosum* foram os que melhor apresentaram atividade de quitinase (Figura 2 A). *T. asperellum*, *T. gamsii* e *T. atroviride* melhor atividade de N-acetilglicosaminidase (Figura 2 B) para  $\beta$ -1,3 glucanases (Figura 2 C), *T. atroviride* foi o que melhor apresentou atividade dessa enzima, três isolados de *Trichoderma* nesse estudo, *T. virens*, *T. viride* e *T. atroviride*, apresentaram maior atividade de proteases (Figura 2 D). A interação micoparasítica através do contato pode estar relacionada à liberação de enzimas que atuam no biocontrole. Tem sido relatado um importante papel das enzimas hidrolíticas de espécies de *Trichoderma* no micoparasitismo mostrando que enzimas como quitinases, glucanases, N-acetil-B-D-glicosaminidase (NAGase) e proteases são requeridas para a degradação da parede celular de vários fitopatógenos e essas atuam em sinergismo para uma efetiva atuação no biocontrole (VITERBO, RAMOT et. al., 2002).

**Figura 2-** Atividade das principais enzimas envolvidas no micoparasitismo de isolados de *Trichoderma*. A) Atividade enzimática de quitinases; B) Atividade enzimática de N-acetilglicosaminidases (NAGase); C) Atividade enzimática de  $\beta$ -1,3 glucanases; D) Atividade enzimática de proteases.



## Considerações Finais

Esse estudo serviu como base para selecionar espécies de *Trichoderma* consideradas boas no micoparasitismo para serem avaliadas enquanto sua capacidade de resistência ao inseticida Benomyl e avaliação proteômica. Portanto, após avaliação dos três estudos (antagonismo, produção de metabólitos e produção das enzimas principais do micoparasitismo). Assim, o *Trichoderma atroviride* foi o isolado de escolha para os experimentos de resistência ao inseticida Benomyl e avaliação do conteúdo total de proteínas após exposição a esse inseticida.

## Agradecimentos

Pela concessão da bolsa PIBITI/CNPq

Universidade Estadual de Goiás

## Referências

ABADI, K.M. **Novel plant bio-protectants based on *Trichoderma* spp. strains with superior characteristics**. 112 f. Tese (Doutorado em Agrobiologia e Agroquímica) - Universita' Degli Studi di Napoli "Federico II". Napoli. 2008. ALMEIDA, F.B.R.; CERQUEIRA, F.M.; SILVA, R.N.; ULHOA, C.J.; LIMA, A.L. **Mycoparasitism studies of *Trichoderma harzianum* strains against *Rhizoctonia solani*: evaluation of coiling and hydrolytic enzyme production**. *Biotechnology Letters*, v. 29, n. 8 p.1189–1193, 2007. AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. Piracicaba: Agronômica Ceres. v. 1, 4. Ed, p. 383-387, 2011.

BELL, D.K.; WELLS, H.D.; MARKHABELL, D.K.; WELLS, C.R. **In vitro antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens**. In: LOUZADA, G.A. de S.; CARVALHO, D.D.C.;

REALIZAÇÃO

- MELLO, S.C.M.; LOBO JUNIOR, M.; MARTINS, I.; BRAÚNA, L.M. **Potencial antagonístico de *Trichoderma* spp. originários de diferentes agroecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani***, *Biota Neotropica*, Campinas, v. 9, n. 3, p.145-149, 2009.
- BENÍTEZ, T., RINCÓN, A.M., LIMÓN, M.C., CODÓN, A.C. (2004). **Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains**. *International Microbiology* 7: 249–260.
- BENÍTEZ, T.; RINCON, A.M.; LIMON, M.C.; CODON, A.C. **Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains**. *International Microbiology*, v. 07, p. 249-260, 2004.
- BOLTON, M.D.; THOMMA, B.P.H.J.; NELSON, B.D. ***Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen**. *Molecular Plant Pathology*, v.7, n.1, p.1-16, 2006.
- HARMAN, G. E. **Multifunctional fungal plant symbionts: new tools to enhance plant growth and productivity**. *New Phytologist*, v. 189, p. 647–649, 2011.
- HARMAN, G.E. **Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp.** *Phytopathology*, Geneva, v.96, p.190-194, 2006.
- HARMAN, G.E.; HOWELL, C.R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. ***Trichoderma* species - opportunistic, avirulent plant symbionts**. *Natural Reviews Microbiology*, v. 2, p.43-56, 2004.
- HOWELL, C.R. **Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts**. *Plant Disease*, v. 87, n. 1, 2003.
- LEITE, R.M.V .B.C. **Ocorrência de doenças causadas por *Sclerotinia sclerotiorum* em girassol e soja**. EMBRAPA – Comunicado técnico n. 76, Embrapa Soja, Londrina, PR., mar. 2005.
- LOUZADA, G.A. de S.; CARVALHO, D.D.C.; MELLO, S.C.M.; LOBO JUNIOR, M.; MARTINS, I.; BRAÚNA, L.M. **Potencial antagonístico de *Trichoderma* spp. originários de diferentes agroecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani***. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 9, n. 3, p.145-149, 2009.
- MARTINS-CORDER, M.P., MELO, I.S. de. **Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma* spp. A *Verticilliumdahliae* KLEB**. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 55, n.1, 1998.
- VITERBO, A. et al. **Expression regulation of the endochitinase chit36 from *Trichoderma asperellum* (*T. harzianum* T-203)**. *Curr Genet*, v. 42, n. 2, p. 114-22, Nov 2002.
- WEINDLING, R. 1932. ***Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi**. In: LOUZADA, G.A. de S.; CARVALHO, D.D.C.; MELLO, S.C.M.; LOBO JUNIOR, M.; MARTINS, I.; BRAÚNA, L.M. **Potencial antagonístico de *Trichoderma* spp. originários de diferentes agroecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani***. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 9, n. 3, p.145-149, 2009.
- WEINDLING, R. 1934. **Studies on lethal principles effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi**. In: HOWELL, C.R. **Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts**. *Plant Disease*, v. 87, n.1, 2003.
- WOO, S.L.; SCALA, F.; RUOCCO, M.; LORITO, M. **The molecular biology of the interactions between *Trichoderma* spp., phytopathogenic fungi, and plants**. *Phytopathology*, v. 96, p.181-185, 2006.

## **Avaliação da citogenotoxicidade do extrato seco padronizado de folhas de *Momordica Charantia* em sistema teste *Allium cepa***

**Kamila Campos Behm<sup>1\*</sup>(IC), Laura Maria Marques Guimarães<sup>1</sup>(IC), Kássia Roberta Xavier da Silva<sup>1</sup>(PG), Vanessa Cristiane de Santana Amaral<sup>1</sup>(PQ), Elisa Flávia Luiz Cardoso Bailão<sup>1</sup>(PQ)**

<sup>1</sup>Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas – Henrique Santillo. Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Goiás, Brasil.

\*kamilabehm@gmail.com

### **Introdução**

*Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae), cujo nome popular é melão-de-são-caetano, é uma trepadeira proveniente do leste indiano e sul da China, que se desenvolve em qualquer região dos trópicos. Essa espécie possui diversas aplicações populares, como ornamento, alimento e como planta medicinal, devido a suas atividades farmacológicas já relatadas (BEZERRA et al., 2002). *M. charantia* é comumente utilizada para o tratamento de diversas doenças, como infecções bacterianas, infecções virais, pneumonia, psoríase, malária, cólicas uterinas, diabetes e suas complicações, câncer e como imunomoduladora (GROVER et al., 2004).

O uso de plantas medicinais para o tratamento de diversas doenças é considerado como uma das práticas mais tradicionais da humanidade, sendo explicado pelo fato de que essas plantas possuem inúmeras substâncias com propriedades terapêuticas. Porém, apesar dos benefícios oferecidos, não se pode excluir o fato de que as plantas podem apresentar potencial tóxico (NICOLETTI, et al., 2007; VEIGA et al., 2005).

Já foram relatados atividade abortiva, coma hipoglicêmico, dores de cabeça e convulsões em crianças após a administração de *M. Charantia* (GROVER et al., 2004). O extrato etanólico bruto de *M. charantia* apresentou toxicidade concentração-dependente em *Artemia salina* (Rodrigues et al., 2006). Já o extrato seco padronizado de *M. charantia* comprometeu o ganho de massa corporal e o consumo de ração por ratas Wistar, porém não gerou embriofetotoxicidade nas

doses testadas (TRAUTENMULLER et al., 2016).

Outro sistema que permite a verificação do potencial citogenotóxico de extratos de plantas é o teste *Allium cepa*, em que as raízes da planta ficam em contato direto com esses extratos, sendo possível verificar possíveis alterações no ciclo celular em células meristemáticas da raiz de cebola. Este teste é considerado viável por apresentar baixo custo e boa confiabilidade (BAGATINI et al., 2007). Nesse contexto, torna-se importante a realização de pesquisas que busquem avaliar a genotoxicidade de plantas comumente utilizadas na medicina popular, como o caso de *M. charantia*, a fim de que seu uso se torne mais seguro para a população.

## Material e Métodos

### Obtenção e preparo do material vegetal

O extrato seco padronizado de folhas de *M. charantia* foi obtido pela docente Profa. Dra. Vanessa Cristiane de Santana Amaral e cedido para nós para essa avaliação após uma colaboração estabelecida. Uma exsicata encontra-se depositada no herbário da Universidade Estadual de Goiás (HUEG) sob o registro nº 10108. As folhas da *M. charantia* foram higienizadas e dessecadas em estufa com ventilação forçada de ar a 40°C por 24 h, após isso foram trituradas em moinho de facas e maceradas em etanol 80% por 24 h à temperatura ambiente, protegido da luz. Foi feita percolação com etanol 80% por 10 dias e após isso foi concentrado em rotaevaporador à 40°C e 70 rpm, sob pressão reduzida para remoção completa do solvente (TRAUTENMULLER, 2017).

### Teste de *Allium cepa*

Bulbos de tamanho semelhante tiveram o disco basal raspado e foram expostos à água mineral para brotamento por 72 h. Posteriormente, foram transferidos para água destilada (controle negativo) ou para tratamentos preparados a partir do extrato seco padronizado de folhas de *M. charantia* e água destilada, em três diferentes concentrações (0,25 mg/mL; 0,5 mg/mL; e 1 mg/mL) ou para o controle positivo (Metanosulfonato de etila 166 µg/mL). As raízes foram coletadas após 24 h de exposição.

## Análise microscópica

As raízes foram fixadas em Carnoy (metanol:ácido acético 3:1). O material foi hidrolisado em HCl 1N em banho maria a 60 °C por 2 min e 3 min em temperatura ambiente e lavado com água deionizada posteriormente. Com auxílio de agulha hipodérmica (30x7) com gota de Carmim Acético 2% e ácido acético 45% o meristema foi dilacerado. As lâminas preparadas foram analisadas em microscópio óptico. Para cálculo do índice mitótico [IM = (no de células em mitose/ no total de células analisadas) x 100], foram classificadas e quantificadas células em interfase e em diferentes fases da mitose. Foram quantificadas 5000 células por tratamento.

### Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o software Past 3.26 (HAMMER et al., 2001). Como os dados não apresentaram normalidade de acordo com o teste de Shapiro-Wilk, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis e pós-teste de Mann-Whitney para comparação dos grupos. Considerou-se os dados significativos quando  $p < 0,05$ .

## Resultados e Discussão

Os resultados observados indicam que o extrato seco padronizado de folhas de *M. charantia* na maior concentração testada (1 mg/mL) foi citotóxico, mas não apresentou genotoxicidade. Com relação à frequência de aberrações cromossômicas, não foi observada diferença estatística significativa entre os tratamentos e o controle negativo. Porém, foi observada uma tendência da menor concentração utilizada neste trabalho (0,25 mg/mL) de apresentar genotoxicidade (Tabela 1).

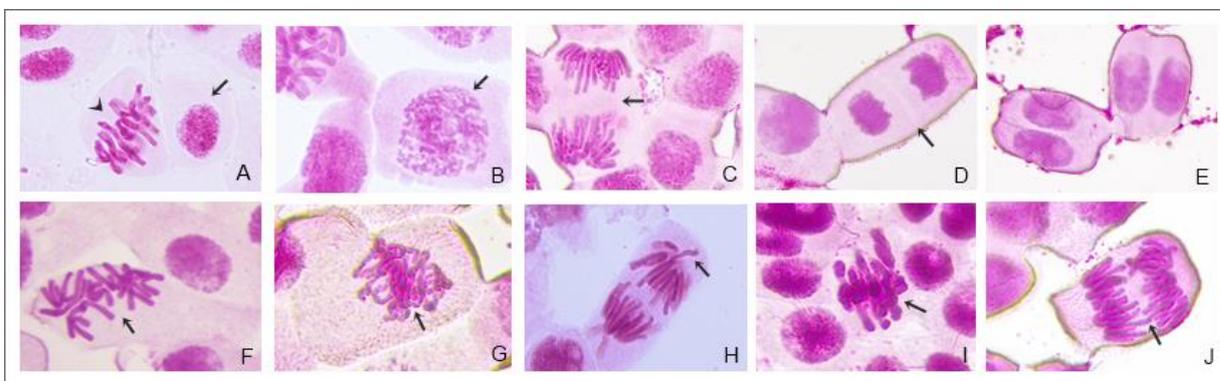
**Tabela 1. Avaliação da citogenotoxicidade do extrato seco padronizado de folhas de *M. charantia* no modelo *Allium cepa*.**

Grupos	Total de células	IF	PF	MF	AF	TF	IM (%)*	Frequência de AC*
CN	5000	4712	222	28	15	23	5,76 ± 1,69 a	0,0026 ± 0,0019 a
CP	5000	4930	51	9	5	5	1,4 ± 1,6 b	0,0072 ± 0,0029 b
0,25 mg/mL	5000	4656	214	61	33	36	6,88 ± 5,38 a,b	0,0084 ± 0,0075 a,b
0,5 mg/mL	5000	4827	110	25	17	21	3,46 ± 2,23 a,b	0,0016 ± 0,0015 a
1 mg/mL	5000	4887	97	5	5	6	2,26 ± 1,21 b	0,0034 ± 0,0037 a,b

IF: Interfase; PF: Prófase; MF: Metáfase; AF: Anáfase; TF: Telófase; CN: controle negativo; CP: controle positivo; IM: índice mitótico; AC: aberrações cromossômicas. \*Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística significativa entre as condições estudadas ( $p < 0,05$ ).

### REALIZAÇÃO

Provavelmente, a menor concentração avaliada (0,25 mg/mL) apresentou maior tendência a atividade genotóxica devido ao fato de que esse tratamento não interferiu no índice mitótico, o que permitiu a observação das ACs durante a divisão celular. Através da análise microscópica foi possível observar células em intérfase e em mitose normais (**Fig.1 A-D**) e ACs. As ACs observadas foram: c-metáfase, aderência cromossômica, cromossomo atrasado, binucleação, cromossomos pegajosos e ponte cromossômica (**Fig.1 E-J**).



**Fig.1 Intérfase, fases normais do ciclo mitótico e aberrações observadas em células expostas ao extrato seco padronizado de folhas de *M. charantia*.** **A:** Intérfase (seta) e Metáfase (cabeça de seta); **B:** Prófase (seta); **C:** Anáfase (seta); **D:** Telófase (seta); **E:** Binucleações; **F:** C-metáfase (seta); **G:** Aderência cromossômica (seta); **H:** Cromossomo atrasado (seta); **I:** Cromossomos pegajosos (seta); **J:** Ponte cromossômica (seta).

Um dos principais metabólitos secundários presente na *M. charantia* são os triterpenos (GROVER, et al,2004; RIGOTTI, 2019). Sabe-se que esses compostos podem inibir a divisão celular pois em estudo realizado com células cancerígenas por Pitchakarn e colaboradores (2011) foi demonstrado que o triterpenóide kuaguacina J, obtido a partir de folhas da planta, inibiu o crescimento celular por interferir na fase G1 e induzir apoptose.

### Considerações Finais

Nas condições utilizadas neste trabalho, o extrato seco padronizado de folhas de *M. charantia* apresentou citotoxicidade em células meristemáticas de *Allium cepa*. Dado o potencial farmacológico já relatado da planta e seu amplo uso pela população, torna-se importante a realização de outros estudos que investiguem a atividade citogenotóxica da planta a fim de garantir seu uso seguro.

## Agradecimentos

À Universidade Estadual de Goiás pela bolsa PBIC.

## Referências

BAGATINI, M.D; SILVA, A. C. F.; TEDESCO, S.B. Uso do sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de genotoxicidade de infusões de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.3, 2007.

BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; ARAÚJO, E. C.; FILHO, S. M. Germinação e desenvolvimento de plântulas de melão-de-são-caetano em diferentes ambientes e substratos. **Ciência Agronômica**, v. 33, n. 1, p. 39-44, 2002.

GROVER, J.; YADAV, S. Pharmacological actions and potential uses of *Momordica charantia*: a review. **Journal of Ethnopharmacology**, 93(1), 123–132. 2004

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp. 2001.

NICOLETTI, M.A. et al. Principais interações no uso de medicamentos fitoterápicos. **Infarma**, v.19, n. 1/2, p. 32-40, 2007.

PITCHAKARN, P. et al. Induction of G1 arrest and apoptosis in androgen-dependent human prostate cancer by Kuguacin J, a triterpenoid from *Momordica charantia* leaf. **Cancer Letters**. 306(2), 142–150. 2011.

RODRIGUES. F. F. G. et al. Avaliação das atividades antimicrobiana e toxicidade de *Momordica charantia* L. Cucurbitaceae. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v.1, n.1, p.63- 67, 2006.

TRAUTENMULLER, A. L.; SOARES, J. A.; GODOI, M. M.; PAULA, J. A. M.; AMARAL, V. C. S. Exposição pré- natal ao extrato seco de *Momordica charantia* L. em ratas *Wistar*: análise de parâmetros reprodutivos. 2016 **Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE)** (ISSN 2447-8687).

TRAUTENMULLER, A.L. Avaliação de parâmetros de toxicidade materna e fetal de ratas tratadas com o extrato seco das folhas de *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2017.

VEIGA JUNIOR. V.F.; PINTO, A.C.; MACIEL, M.A.M. Plantas medicinais: cura segura? **Química Nova**, v.28, n.3, p. 519-528, 2005.

## Biomarcadores de estresse oxidativo em peixes para avaliação do estado de conservação de riachos

Max Miller Bicudo dos Reis\*<sup>1</sup> (IC), Carlos Filipe Camilo Cotrim<sup>1</sup> (PG), Fabrício Barreto Teresa<sup>1</sup> (PQ), Luciana de Souza Onde<sup>1</sup> (PQ)

\* maxbeak59@gmail.com

1: Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas - Henrique Santillo, Anápolis-GO.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de biomarcadores de estresse oxidativo, em peixes, como preditores do grau de antropização de riachos em agroecossistemas. Para isso peixes da espécie *Astyanax lacustris* foram expostos a riachos com diferentes tipos de solo (agricultura, pasto e mata) e tiveram os níveis de peroxidação lipídica e a atividade enzimática das brânquias e fígado avaliados. Todos parâmetros liminológicos avaliados estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução nº 357 do CONAMA. Os valores de MDA nas brânquias e fígado não diferiram entre os tipos de uso do solo ( $p > 0,89$ ). Quando avaliada a atividade da enzima catalase (CAT), em brânquias, não foi encontrada diferença significativa entre os tipos de uso do solo ( $p = 0,24$ ). No entanto, para fígado, verificou-se variação entre os usos do solo ( $p = 0,01$ ), sendo que os peixes expostos nos riachos de agricultura apresentaram maior valor da atividade da CAT do que os peixes expostos em riachos de mata. Para GPx, em brânquias e fígado, não houve diferença na atividade enzimática em nenhuma das condições em que os peixes foram expostos ( $p > 0,05$ ). Portanto, peixes de riachos de áreas de agricultura apresentam maior atividade antioxidante, medido neste estudo pela catalase.

Palavras-chave: Ecotoxicologia. Variáveis liminológicas. Espécies reativas de oxigênio.

### Introdução

O uso e a ocupação do solo podem causar alteração em corpos d'água, visto que estes são receptores naturais das paisagens. Os principais processos degradadores causados por tais atividades são o assoreamento e a homogeneização do leito de rios e córregos (GOULART; CALLISTO, 2003). Com base nisso, nas últimas décadas, a qualidade dos ecossistemas aquáticos tem sido alterada em diferentes escalas (PEREIRA et al., 2004).

Organismos aquáticos podem ser utilizados para análise de risco ecológico, por apresentarem respostas decorrentes da interação do meio em que estão

inseridos (BUSS; OLIVEIRA; BAPTISTA, 2008). Assim, biomarcadores desses organismos são importantes ferramentas para o biomonitoramento, por reproduzirem respostas preditivas ao dano ecológico e fornecerem dados de alterações biológicas (MARQUES; MARANGONI; BIANCHINI, 2016). Exemplos de biomarcadores são as enzimas de biotransformação, parâmetros de estresse oxidativo, produtos da biotransformação, proteínas de estresse, metalotioneínas e parâmetros genotóxicos (VAN DER OOST; BEYER; VERMEULER, 2003).

Durante o processo de biotransformação, pode ocorrer a formação de espécies reativas de oxigênio (EROs). EROs são altamente citotóxicas uma vez que o radical superóxido ( $O_2^-$ ), peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e o radical hidroxil ( $OH\cdot$ ) oxidam várias macromoléculas celulares (RIOL et al., 2001; CHANG; YOON; KIM, 2009). Por conta da alta reatividade das EROs com macromoléculas, podem ocorrer: inativação de enzimas, peroxidação lipídica, danos ao DNA e morte celular (VAN DER OOST; BEYER; VERMEULEN, 2003). Dessa forma, enzimas antioxidantes são fundamentais para manter a integridade do metabolismo celular quando um organismo encontra-se em condições onde há muita produção de EROs (VAN DER OOST; BEYER; VERMEULEN, 2003).

Entre os marcadores mais usados para quantificação de EROs podem se destacar os subprodutos da peroxidação lipídica como o Malondialdeído (MDA) e as enzimas catalase (CAT) e glutathione peroxidase (GPx). Em peixes, pode-se obter dados da peroxidação lipídica e do sistema antioxidante em tecidos de brânquias, as quais têm contato direto com agentes xenobióticos; fígado e rins por serem os principais órgãos onde ocorrem biotransformação (LINS et al., 2010).

## Material e Métodos

### Área de estudo e delineamento geral

O presente estudo foi realizado na zona rural do município de Silvânia, GO. Trata-se de uma região com forte vocação para a agricultura, mas que também apresenta remanescentes de vegetação nativa significativos. Após o reconhecimento da área de estudo foram definidos 12 pontos amostrais, sendo quatro deles em

riachos localizados em áreas de agricultura, quatro em pastagem e quatro em mata. A classificação dos riachos em uma das categorias foi determinado a partir da análise *in locu* do uso do solo dominante no entorno dos riachos.

Os peixes da espécie *Astyanax lacustris* (lambari do rabo amarelo) foram expostos em gaiolas nos riachos e tiveram os níveis de peroxidação lipídica e a atividade enzimática das brânquias e fígado avaliados.

### **Procedimentos específicos da exposição e coleta dos dados**

Inicialmente, os animais passaram por um período de sete dias de aclimação em caixa d'água que tinham capacidade para 350 litros, sendo respeitada a densidade de peixes de  $1\text{mg/L}^{-1}$ , conforme o manual da *Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD). Os peixes foram alimentados às 6:00 e às 18:00 horas. A temperatura da caixa foi mantida a  $28^{\circ}\text{C}$  com ajuda de um termostato. Posteriormente, os peixes foram transportados até os riachos em sacos plásticos utilizando-se aeradores para manter o oxigênio durante o transporte. Nos trechos escolhidos, os peixes foram colocados em viveiros de arame com capacidade para 20 litros. Em cada ponto foi colocado um viveiro com 10 peixes. Após a exposição por um período de 96 horas, os animais foram retirados do riacho com o auxílio de baldes e levados até o local preparado para a retirada de brânquias e fígado. Em cada ponto, também foram coletadas amostras de água para análise de características limnológicas. Os animais tiveram os tecidos retirados após terem sido anestesiados com gelo (ASHLEY, 2007). Foram utilizadas pinças e tesouras cirúrgicas que facilitaram a retirada dos tecidos. Todo o material foi congelado, em campo, em nitrogênio líquido e transferidos, no laboratório, para freezer  $-80^{\circ}\text{C}$ .

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA da Universidade Estadual de Goiás com protocolo número 006/2018.

### **Biomarcadores**

Para a análise da peroxidação lipídica (marcador bioquímico) os tecidos obtidos a partir de brânquias e fígado foram homogeneizados (1:4 massa:volume)

em tampão Tris- HCl 20 mM, pH 7,5 e centrifugados a 10.000 xg por 30 min. Os níveis de peroxidação lipídica foram mensurados pela presença do produto formado entre o malondialdeído (MDA) e o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), por espectrofotometria (ALMEIDA et al., 2003, 2004).

Para as análises enzimáticas, 80mg de tecido de brânquias e fígado foram homogeneizadas em tampão Tris-HCl 0,2 mM, pH 7,5 (proporção de 1:4 massa:volume). Para análise da CAT (BEUTLER, 1975), usamos meio de reação contendo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10mM; Tris-HCl 1M pH 8,0 e EDTA 5mM pH 8,0; incubado a 27° C. A atividade enzimática calculada por meio do coeficiente de extinção molar do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 240 nm, por 1 minuto. Os resultados foram expressos em U/mg de proteína.

Para GPX (SIES et al., 1979), utilizamos meio de reação contendo tampão fosfato 0,1M pH 7,0; EDTA 0,0005M pH 7,0; NADPH 0,2mM; GR 0,2U/mL; GSH 1mM e tBOOH 1mM. A atividade enzimática foi calculada utilizando o coeficiente de extinção molar do NADPH a 340 nm, por 3 minutos, a 25 °C. Os resultados foram expressos em mU/mg de proteína.

### **Análise dos dados**

Para avaliar se os biomarcadores de estresse oxidativo variam em função do estado de conservação dos riachos, os valores de MDA, CAT e GPx foram utilizados como variáveis resposta, individualmente, e comparados entre os diferentes tipos de uso do solo (agricultura, pastagem e mata), por meio da Análise de Variância One-Way ANOVA, complementada pelo teste de comparações múltiplas de *Tukey*.

## **Resultados e Discussão**

### **Descritores ambientais**

Os riachos estudados apresentam variabilidade nos descritores ambientais (Tabela 1). Todos parâmetros avaliados estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução nº 357 do CONAMA que estabelece os limites aceitáveis para diversos

parâmetros limnológicos (BRASIL, 2005).

**Tabela 1:** Valores médios  $\pm$ desvio padrão das variáveis ambientais nos riachos avaliados, comparados com a Resolução nº 357 do CONAMA. Temp = temperatura; pH = potencial hidrogeniônico; ORP = potencial óxido redutor; Cond = condutividade; Clor = clorofila; OD = oxigênio dissolvido; ST = sólidos totais; Turb = turbidez; DBO = demanda bioquímica de oxigênio; N-NH<sub>3</sub> = nitrogênio amoniacal; NO<sub>3</sub> : nitrato; Fe = ferro; Mn = manganês; Col = coliformes fecais.

Variáveis limnológicas	Agricultura	Pasto	Mata	CONAMA
Temp °C	22.8 $\pm$ 1.3	24.8 $\pm$ 3.1	22.1 $\pm$ 0.4	-
pH (U)	6 $\pm$ 0.3	6.3 $\pm$ 0.1	6 $\pm$ 0.3	6 a 9
Cond ( $\mu$ S/cm)	12.8 $\pm$ 9.3	97.7 $\pm$ 45.1	22.3 $\pm$ 12.1	-
Clor ( $\mu$ g/L)	0.1 $\pm$ 0.2	1.1 $\pm$ 2.4	0.3 $\pm$ 0.2	$\leq$ 30
OD (mg/L)	7.2 $\pm$ 0.2	6.5 $\pm$ 1.5	7.4 $\pm$ 0.5	$\geq$ 5
ST (mg/L)	21 $\pm$ 13.1	34.5 $\pm$ 5.8	82 $\pm$ 47.4	-
Turb (NTU)	6.4 $\pm$ 2.9	10.3 $\pm$ 2.9	10 $\pm$ 8.1	$\leq$ 100
DBO (mg/L)	2.1 $\pm$ 0.6	2.2 $\pm$ 1.3	2.1 $\pm$ 1	$\leq$ 5
N-NH <sub>3</sub> (mg/L)	0 $\pm$ 0.05	0.02 $\pm$ 0.04	0.1 $\pm$ 0.3	$\leq$ 3.7/pH $\leq$ 7,5
NO <sub>3</sub> (mg/L)	0.2 $\pm$ 0.4	0.5 $\pm$ 0.5	0.6 $\pm$ 1.3	$\leq$ 10
Fe (mg/L)	0.7 $\pm$ 0.2	0.9 $\pm$ 1.8	0.7 $\pm$ 0.5	-
Mn (mg/L)	0.02 $\pm$ 0.01	0.01 $\pm$ 0.06	0.031 $\pm$ 0.02	$\leq$ 0.1
Col (NPM/100mL)	76.5 $\pm$ 44.8	125 $\pm$ 795	1,345 $\pm$ 4,243.3	$\leq$ 1,000

## Biomarcadores

REALIZAÇÃO

PRG  
Pró-Reitoria de  
Graduação

PRP  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

PRE  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis

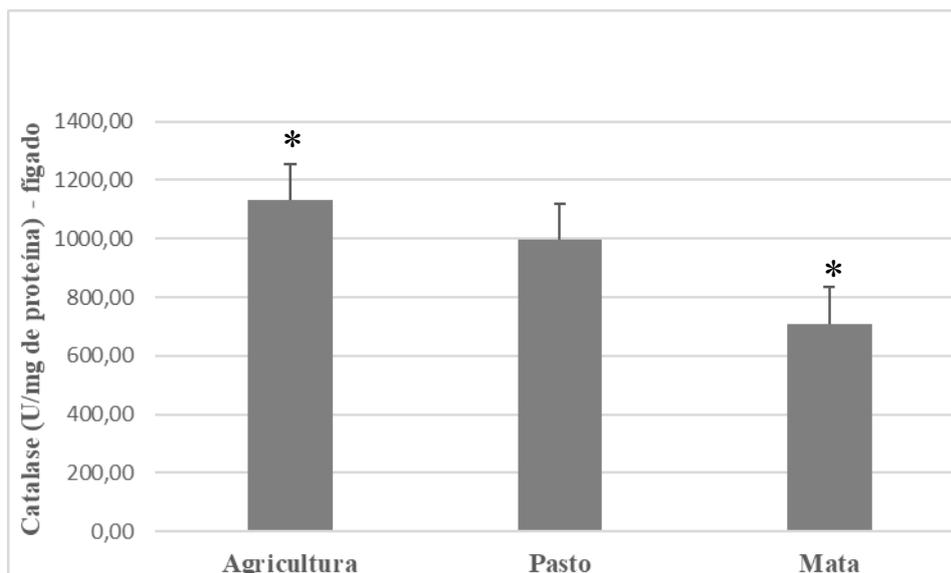


Universidade  
Estadual de Goiás



Os valores de MDA nas brânquias e fígado não diferiram entre os tipos de uso do solo ( $p > 0,89$ ). Os níveis baixos de MDA, mesmo em riachos de agricultura e pastagem, podem ser reflexo da ação de enzimas antioxidantes que neutralizam os danos oxidativos (NOGUEIRA et al., 2015).

Quando avaliada a atividade da enzima catalase (CAT), em brânquias, não foi encontrada diferença significativa entre os tipos de uso do solo ( $p = 0,24$ ). No entanto, para fígado, verificou-se variação entre os usos do solo ( $p = 0,01$ ), sendo que os peixes expostos nos riachos de agricultura apresentaram maior valor da atividade da CAT do que os peixes expostos em riachos de mata (Figura 1). A enzima CAT é um componente do sistema de defesa antioxidante primário, tendo a sua atividade aumentada quando o organismo encontra-se em situação de estresse oxidativo aumentado, sendo a primeira resposta celular a essa situação (AEBI, 1984). Com relação ao aumento da atividade CAT, esta resposta celular é muito comum em áreas impactadas, como observado no trabalho realizado por Bocchetti et al. (2008), que verificou o aumento da atividade da CAT em mexilhões da espécie *Mytilus galloprovincialis* em uma área portuária. O aumento na atividade de enzimas antioxidantes, como a catalase, sugerem que o local pode estar contaminado por compostos provenientes de atividade antrópica (FLOHE et al., 2007).



**Figura 1:** Atividade da CAT em fígado de *Astyanax lacustris* .

\* Diferença estatisticamente significativa entre agricultura e mata.

Para GPx, em brânquias e fígado, não houve diferença na atividade enzimática em nenhuma das condições em que os peixes foram expostos ( $p > 0,05$ ). Apesar da atividade da GPx não ter sofrido alterações, são importantes resultados, uma vez que a CAT, juntamente com a GPx, são consideradas a primeira linha de defesa antioxidante enzimática. O fato da atividade de GPx não ter sido induzida em nenhum dos trechos de riachos analisados, mesmo com a atividade aumentada da CAT, pode demonstrar o desbalanço na produção e eliminação dos radicais livres / espécies reativas (ERs) (ROSSI, 2013).

### Considerações Finais

Peixes de riachos de áreas de agricultura apresentam maior atividade antioxidante, medido neste estudo pela catalase. Isso é uma evidência de que os peixes expostos a esse tipo de uso do solo estão submetidos a distúrbios maiores do que aqueles em condições referência (mata). Portanto, a atividade enzimática da catalase pode representar um biomarcador de impactos da agricultura.

## Agradecimentos

À equipe do Laboratório de Biogeografia e Ecologia Aquática, especialmente a Filipe José Silva Xavier e Suellem Santana Ribeiro pelo apoio no trabalho de campo; à UEG pela concessão da bolsa PBICE/UEG.

## Referências

- AEBI, H. **Catalase in Vitro**. *Methods in Enzymology* 105:121-126, 1984.
- ALMEIDA, E. A. et al. DNA damage in digestive gland and mantle tissue of the mussel *Perna perna*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 135, n. 3, p. 295-303, 2003.
- ASHLEY, P. J. Fish welfare: current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 104, p. 199-235, 2007.
- ÁVILA, M. P. et al. Metrics derived from fish assemblages as indicators of environmental degradation in Cerrado streams. **Zoologia**, v. 35, p. e12895, 2018.
- BEUTLER, E. Red cell metabolism: a manual of biochemical methods. **Annals of Internal Medicine**, v. 83, n. 6, p. 919, 1975.
- BOCCHETTI R., FATTORINI D., PISANELLI B., MACCHIA S., OLIVIERO L., PILATO F., PELLEGRINI D. & REGOLI F. Contaminant accumulation and biomarker responses in caged mussels, *Mytilus galloprovincialis*, to evaluate bioavailability and toxicological effects of remobilized chemicals during dredging and disposal operations in harbour areas. **Aquatic Toxicology**, 89:257-266, 2008.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Brasília, 2005.
- CASATTI L.; LANGEANI F.; SILVA, A.M.; CASTRO, R.M.C. Stream fish, water and habitat quality in a pasture dominated basin, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, p. 681–696, 2006.
- BUSS, D. F.; OLIVEIRA, R. B.; BAPTISTA, D. F. Monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos continentais. **Oecologia Australis**, v. 12, n. 3, p. 339-345, 2008.
- GOULART, M. D.; CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, p. 153-164, 2003.
- FLOHE, L; HARRIS, J. R. Peroxiredoxin systems: structure and functions. 1. ed. New

York: Springer. 407p., 2007.

LINS, J. A. P. N.; KIRSCHMIK, P. G.; QUEIROZ, V. S.; CIRIO, S. M. Uso de peixes como biomarcadores para monitoramento ambiental aquático. **Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiente**, v. 8, n. 4, p. 469-484, 2010.

MARQUES, J. A.; MARANGONI, L. F. B.; BIANCHINI, A. Bioindicadores e biomarcadores para avaliação de impactos em recifes de coral. In: ZILBERBERG, C. et al. (Eds.). **Conhecendo os Recifes Brasileiros: Rede de Pesquisas Coral Vivo**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, UFRJ, 2016. p. 221-232.

MAZZONI R.; FENERICH-VERANI, N.; CARAMASCHI, E. P. Electrofishing as a sampling technique for coastal stream fish populations and communities in the southeast of Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 2, p. 205-216, 2000.

NOGUEIRA, L. et al. Oxidative stress in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and armored catfish (*Pterygoplichthys anisitsi*) exposed to diesel oil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 180, n. 1-4, p. 243-55, 2011.

NOGUEIRA, L. et al. Biochemical responses in mussels *Perna perna* exposed to diesel B5. **Chemosphere**, v. 134, p. 210-216, 2015.

PEREIRA, R. S. Poluição Hídrica: Causas e Consequências. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, v. 1, n. 1, p. 20-36, 2004.

ROSSI, Stéfani Cibele. Estudo ecotoxicológico da exposição ao chumbo e á nanopartícula de dióxido de titânio em *Hosplias malabaricus*. 2013

RIOL, M. M.; VALINAS, M. N.; FERNANDEZ, M. G.; LOPEZ, M. P. Glutathione S-transferases from rainbow trout liver and freshly isolated hepatocytes: purification and characterization. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 128, n. 2, p. 227-235, 2001.

SIES H. et al. Increased biliary glutathione disulfide release in chronically ethanol-treated rats. **FEBS Letters**, v. 103, n. 2, p. 287-290, 1979.

VAN DER OOST, R.; BEYER, J.; VERMEULEN, N. P. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 13, n. 2, p. 57-149, 2003.



## EFEITO ALELOPÁTICO DO EXTRATO DE *Pterodon emarginatus* Vogel SOBRE O CRESCIMENTO DE *Bidens pilosa* L. E *Gossypium hirsutum* L.

Dinelí Pinheiro de Souza<sup>1\*</sup>(IC), Jales Teixeira Chaves Filho<sup>2</sup>(PQ)

<sup>1\*</sup>Ciências Biológicas, Campus Morrinhos, dineli.pinheiro@gmail.com

<sup>2</sup>Docente, Universidade Estadual de Goiás, Morrinhos-GO

Rua 14 n° 625–Jardim América–Morrinhos-Go. CEP 75650-000 – Telefax (064) 3413 1097

Resumo: O trabalho aborda a temática do controle alternativo de uma importante planta daninha, o picão, através da alelopatia. Existem diversas pesquisas que relatam o potencial alopático de algumas plantas, atuando na inibição do crescimento ou germinação das plantas daninha. Neste estudo, foram realizados experimentos em laboratório e em vaso com o objetivo de analisar o efeito alelopático do extrato aquoso do fruto de sucupira branca (*Pterodon emarginatus* Vogel) sobre a germinação e o crescimento inicial de duas espécies: *Bidens pilosa* L. (picão) e *Gossypium hirsutum* L. (algodão), verificando se as sementes de sucupira possuem propriedades aleloquímicas que podem ser utilizadas como herbicida natural em lavouras de algodão sem prejudicar o desenvolvimento desta espécie. Os extratos aplicados nos testes possuíam concentrações de 0, 10, 20 e 30% em massa sobre volume. Durante as observações em laboratório foi possível constatar por meio da aplicação do teste estatístico ANOVA, sobre os dados obtidos, que o extrato aquoso não inibiu a germinação de ambas as sementes, porém, quando se trata do desenvolvimento no solo, houve uma influência significativa deste extrato sobre o crescimento inicial de ambas as espécies, sendo observado durante o experimento que alguns exemplares morreram ou suas folhas ficaram parcialmente secas.

Palavras-chave: Alelopatia. Experimentos. Germinação. Inibição. Plântulas.

### Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro sendo superado apenas pela Amazônia, no entanto, nos últimos 35 anos metade de seu território, cerca de 2 milhões km<sup>2</sup> originais, foram destinados há pastagens e culturas anuais (KLINK; MACHADO, 2005).

O Cerrado encontra-se totalmente na região tropical e representa, hoje, não somente para o Brasil, mas para o mundo, uma das últimas alternativas viáveis e com alto potencial de produção agrícola (MAROUELLI, 2003). Com isso, esta região sofre com uma ampla expansão da atividade agrícola associada ao uso intensivo de

#### REALIZAÇÃO



agrotóxicos e fertilizantes que provocam impactos ambientais, dentre eles: a contaminação da água, do solo e do ar (SOARES; PORTO, 2007).

Este agudo processo de subordinação da renda da terra, no Brasil, tem sido acompanhado por um grave problema de saúde pública, além de gerar um frequente capital monopolista internacional, ou seja, os chamados “defensivos agrícolas” (expressão que esconde o verdadeiro significado dos produtos: veneno) são controlados na maioria das vezes por empresas de capital estrangeiro. Tal problema diz respeito às intoxicações por agrotóxicos dos trabalhadores rurais brasileiros, além do alto número de mortes notificadas, cujas causas estão relacionadas aos agroquímicos, tendo casos nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste (BOMBARDI, 2011).

A maioria dos agricultores não possuem o conhecimento necessário sobre os produtos químicos utilizados na agricultura. Alguns deles afirmaram na pesquisa de Bohner et al. (2013) que não leem sempre o receituário agrônômico ou não compreendem totalmente as informações contidas na bula, as tarjas e os desenhos presentes nos rótulos dos agrotóxicos. Além disso, a maior parte dos agricultores não utilizam corretamente os Equipamentos de Proteção Individual.

Em 2009, o Brasil liderou o ranking mundial de consumo de agrotóxicos, mesmo não sendo o principal produtor agrícola a nível mundial. A venda de agrotóxicos (em dólares) teve um acréscimo de 53,8% no período de 1990 a 2008. Em 1990 ela envolveu cerca de 26 bilhões de dólares e, em 2008, este valor saltou para 45 bilhões (BOMBARDI, 2011).

Nesse sentido, o custo-benefício para o uso de agrotóxicos mostra-se ineficiente. Os impactos sociais, econômicos e ambientais são extremos e irreversíveis. A qualidade de vida humana é seriamente afetada a curto e longo prazo.

Investir na produção agrícola sustentável, é uma maneira de diminuir os danos causados ao meio ambiente e a sociedade. Estão sendo realizadas pesquisas nesta área que apontam maneiras de combater algumas “pragas” através de produtos naturais sem causar os problemas ambientais como acontece durante a aplicação dos produtos químicos, no entanto, isto ainda não é uma realidade social por não ser um negócio de interesse econômico tanto para a indústria de produtos



agrícolas quanto para o produtor.

Substâncias alelopáticas, fitotoxinas, aleloquímicos ou produtos secundários, são denominações dadas aos compostos químicos liberados pelas plantas no ambiente, que afetam outras espécies da comunidade (PIRES; OLIVEIRA, 2011). As formas de liberação desses compostos no ambiente pela planta produtora, até atingir a receptora, pode ser através da volatilização, lixiviação, decomposição e exsudação das raízes (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

O potencial alelopático desses compostos pode ser pesquisado por meio de extratos aquosos e/ou alcoólicos derivados tanto de plantas cultivadas quanto medicinais. Segundo o trabalho de Sartor et al. (2015) no qual foi analisada a atividade alelopática do extrato aquoso de acícula de pinus (*Pinus taeda*) sobre sementes de milho (*Zea mays*), alface (*Lactuca sativa*) e picão-preto (*Bidens pilosa* L.), observou-se que o picão preto é mais sensível ao efeito alelopático da acícula de pínus do que a cultura do milho e do alface. Então, há a possibilidade do uso de substâncias extraídas de acículas de pínus, quando ainda verde, para o controle de plantas daninhas, nesse caso o picão.

Pode-se observar, que a forma de atuação dos aleloquímicos sobre as plantas, tem sido o foco de algumas pesquisas, no entanto, este processo ainda se encontra pouco esclarecido. Sabe-se, porém, que estas substâncias atuam nos cloroplastos de maneira bem semelhante aos herbicidas convencionais inibidores da fotossíntese (FERREIRA, 2005). Sendo assim, a descoberta de novos aleloquímicos passa a ser uma alternativa ao uso indiscriminado de herbicidas convencionais no controle de plantas invasoras na agricultura.

Deste modo, o trabalho teve como objetivo analisar o possível efeito alelopático do extrato aquoso do fruto de sucupira branca (*Pterodon emarginatus* Vogel) sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de duas espécies: *Bidens pilosa* L. (picão) e *Gossypium hirsutum* L. (algodão) em condições experimentais, verificando se as sementes da fava de sucupira possuem propriedades aleloquímicas que podem ser utilizadas como herbicida natural em lavouras de algodão sem prejudicar o desenvolvimento desta espécie.



## Material e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido na Universidade Estadual de Goiás, Campus Morrinhos, mais precisamente no laboratório de biologia. Os frutos de *Pterodon emarginatus* Vogel utilizados na preparação dos extratos, foram adquiridos em loja de produtos naturais em Goiânia que comercializa pacotes de 1 Kg. As sementes de *Bidens pilosa* L. foram coletadas na fazenda São Matheus em Piracanjuba-GO e em Palmeras-GO, já as sementes de *Gossypium hirsutum* L. (algodão) foram coletadas em Piracanjuba-GO e na GO-147 que liga Morrinhos a Piracanjuba.

Para a obtenção dos extratos, primeiramente fez-se a retirada das alas dos frutos de sucupira, em seguida os mesmos foram triturados em água destilada com o auxílio de liquidificador para liberar as substâncias ativas, depois a solução foi filtrada em peneira.

O experimento contou com cinco concentrações (0, 10, 20, 30%) e cinco repetições, com copos plásticos de capacidade volumétrica de 300 ml, contendo dois discos de papel filtro, sendo dispostas sobre o mesmo 20 sementes da espécie, onde foi adicionado 6 ml de uma das concentrações de extrato de sucupira ou de água, procedimento realizado para as duas espécies avaliadas. As unidades experimentais permaneceram no laboratório, sendo conduzidas em temperatura ambiente e todas as observações foram efetuadas durante um mês.

Para verificar a efetividade do extrato de sucupira sobre as sementes, e a interação com o substrato, foi montado um segundo experimento. Neste teste as soluções utilizadas possuíam concentração de 0 e 30%, sendo utilizado 10 repetições para cada tratamento.

As sementes foram plantadas em recipientes plásticos (5 L de volume) em uma profundidade de 0,5 cm e após ocorrer a germinação foi mantido em cada recipiente apenas três exemplares, em seguida foi aplicado 200 ml de solução de sucupira ou água nos saquinhos, sendo que este procedimento foi aplicado para ambas as espécies.

O experimento foi conduzido durante 30 dias, onde as unidades experimentais ficaram ao ar livre, simulando as condições encontradas no campo e todos os dias

---

### REALIZAÇÃO



os recipientes contendo as plantas foram regados.

Foram coletados os dados referentes ao crescimento das espécies com o auxílio de régua e no final das observações, foi feita a pesagem da massa seca das plantas de ambos os tratamentos. Todos os dados, coletados no primeiro e segundo experimento foram processados e submetidos à análise estatística ANOVA e/ou Teste t de Student, através do software livre R.

## Resultados e Discussão

Durante a primeira observação das sementes da espécie *Bidens pilosa* L., notou-se que o aumento da concentração do extrato de sucupira fez com que houvesse um período maior no tempo de germinação, sendo que as sementes do pote a 30% foram as últimas a desenvolver as plântulas, este acontecimento também foi observado por Silva et. al. (2011) ao afirmar que a velocidade de germinação das sementes de picão foi reduzida, conforme ocorreu o aumento na concentração do extrato aquoso de camelina.

Vale ressaltar que algumas sementes da espécie germinaram após um mês de observação, enquanto outras levaram no máximo 72 horas, esta variação pode ser explicada pelo fato de os testes terem ocorrido em período seco e chuvoso, como foi abordado na pesquisa de Souza et al. (2009) onde as alterações climáticas no decorrer do ano influenciam na ocorrência de diferentes períodos de emergência das plântulas, sendo que as elevações pluviométricas fazem com que o tempo de germinação seja menor.

Ao comparar alguns resultados obtidos na estatística descritiva dos dados, dos experimentos em laboratório (Figura 1), notou-se uma variação apenas entre as médias germinativas da espécie *Bidens pilosa* L. (Tabela 1), Brass (2009) também observou durante seus experimentos que a espécie *Bidens pilosa* L. apresentou diferentes estágios de germinação e desenvolvimento.

No caso do algodão, as primeiras plântulas iniciaram o seu desenvolvimento a partir do segundo dia de observação, sendo que isto ocorreu simultaneamente em todos os potes, o comportamento observado no primeiro teste em laboratório foi semelhante aos demais, tanto em relação ao tempo de germinação quanto a



estatística descritiva. Segundo Silva et al. (2011) para se ter sucesso na germinação do algodoeiro deve prevalecer condições térmicas e hídricas que permitam à semente, em suas condições normais, emergir entre 5 e 10 dias, sendo assim, as sementes utilizadas nos testes em laboratório possuem sucesso germinativo.

**Figura 1:** Imagens representando as sementes da espécie *Bidens pilosa* L. e *Gossypium hirsutum* L., respectivamente, durante os testes em laboratório.



Fonte: o autor

**Tabela 1:** Dados estatísticos referente a germinação das sementes de picão e algodão, durante as observações em laboratório.

<b>1º experimento</b>	<b>Picão</b>	<b>Algodão</b>
Média de germinação nos potes a 0%	50%	99%
Erro padrão nos potes a 0%	0,45	0,2
Média de germinação nos potes a 30%	49%	92%
Erro padrão nos potes a 30%	1,32	0,68
<b>2º experimento</b>	<b>Picão</b>	<b>Algodão</b>
Média de germinação nos potes a 0%	8%	98%
Erro padrão nos potes a 0%	0,6	0,24
Média de germinação nos potes a 30%	4%	97%
Erro padrão nos potes a 30%	0,37	0,6

Fonte: o autor

Em seguida foi aplicado o teste de análise de variância (ANOVA), fator único com nível de significância a 5%, para comparar os valores já citados anteriormente. Após a realização do teste, foi obtido um F calculado de 0,096 para a espécie *Bidens pilosa* L. e 1,6 para *Gossypium hirsutum* L. sendo que o F crítico para ambas



as espécies é de 3,24. Através destes valores conclui-se que a hipótese de que os tratamentos fossem iguais é nula, ou seja, não existe uma diferença estatística entre os tratamentos mesmo havendo uma diferença numérica.

Neste caso, o extrato aquoso de sucupira não inibiu a germinação das sementes das duas espécies em estudo. Segundo Ferreira e Aquila (2000) a germinação é menos sensível aos aleloquímicos que o crescimento da plântula, neste caso, as substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose da radícula um dos sintomas mais comuns.

Em relação ao experimento no substrato foi observado que a solução de sucupira atrapalhou o desenvolvimento das espécies, pois algumas folhas secaram (Figura 2), mesmo sendo irrigadas normalmente, no entanto, poucos exemplares morreram durante o período de observação. Segundo Silva (2012) os aleloquímicos atuam no campo provocando efeitos sobre as plantas, e isto proporciona a desigualdade entre os representantes da espécie.

**Figura 2:** Na primeira imagem pode-se observar os representantes da espécie *Bidens pilosa* L. com folhas secas, e na segunda um exemplar da espécie *Gossypium hirsutum* L..



Fonte: o autor.

Ao aplicar o Teste t de Student, com nível de significância a 5%, para comparar as médias obtidas ao pesar a massa seca de dois grupos independentes (Picão ou algodão exposto a solução de sucupira / picão ou algodão não exposto a solução de sucupira), observou-se que à utilização da fava de sucupira reduz significativamente o crescimento e desenvolvimento dos picões e dos algodões (Tabela 2).

Quando se analisou o acúmulo de biomassa para as espécies de picão-preto e



sorgo, para todos os extratos utilizados, pode-se verificar que o acúmulo de biomassa seca foi inversamente proporcional à concentração do extrato de nim aplicado, ou seja, a medida que a porcentagem da concentração aumentava o valor da biomassa diminuía (FRANÇA et al., 2008).

**Tabela 2:** Dados do Teste t de Student, ao comparar o peso da massa seca, do picão e do algodão, em grupos independentes.

Grupos	Picão exposto a solução de sucupira	Algodão exposto a solução de sucupira
Média da massa seca	0,783 g	0,798 g
Grupos	Picão não exposto a solução de sucupira	Algodão não exposto a solução de sucupira
Média da massa seca	2,397 g	1,098 g
t calculado (Student)	3,13	2,33

Fonte: o autor

## Considerações Finais

Conclui-se, que o extrato aquoso de sucupira branca (*Pterodon emarginatus* Vogel) não inibiu a germinação das sementes de picão (*Bidens pilosa* L.) e algodão (*Gossypium hirsutum* L.), no entanto, influenciou significativamente no desenvolvimento das plântulas e crescimento de ambas as espécies, sendo assim, pode-se sugerir que o extrato de sucupira exerceu efeito alopatóico sobre as sementes de picão e algodão, devendo porém, ser mais bem estudado tal efeito.

## Agradecimentos

Agradeço a Universidade Estadual de Goiás pelos apoios prestados para a apresentação dos resultados da pesquisa e também o coordenador do projeto pelas instruções passadas.



## Referências

BOHNER, T. O. L.; ARAÚJO, L. E. B.; NISHIJIMA, T. O impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. **Revista eletrônica do curso de direito da UFSM**, Santa Maria–RS, v. 8, n. 6, p. 329-341, 2013.

BOMBARDI, L. M. Intoxicação e morte por agrotóxicos no Brasil: a nova versão do capitalismo oligopolizado. **Boletim Data Luta**, São Paulo–SP, v. 45, n.1 p. 1-21, 2011.

BRASS, F. E. B. Análise de atividade alelopática de extrato aquoso de falsa-murta sobre a germinação de picão-preto e caruru. **Centro científico Conhecer - Enciclopédia Biosfera**, Goiânia-GO, v. 5, n. 8, p. 1-19, 2009.

FERREIRA, A. G., ÁQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia, **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília-DF, v. 12, n. 1, p. 175-204, 2000.

FERREIRA, S. J. **Estudo fitoquímico e alelopático do extrato de caule de *Pterodon emarginatus* (Sucupira Branca)**. Uberlândia-MG: Biblioteca da Universidade Federal de Uberlândia, 2005.

FRANÇA, A. C.; SOUZA, I. F.; SANTOS, C. C.; OLIVEIRA, E. Q.; MARTINOTTO, C. Atividades alelopáticas de nim sobre o crescimento de sorgo, alface e picão-preto. **Ciência Agrotec**, Lavras- MG, v. 32, n. 5, p. 1374-1379, 2008.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado Brasileiro. **Megadiversidade**, Brasília-DF, v.1, n.1, p. 147-155, 2005.

MARQUELLI, R. P. **O desenvolvimento sustentável da agricultura no Cerrado brasileiro**. Brasília-DF: Monografia em Pós-Graduação, 2003. 64p.



PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. **Alelopatia**. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. *Biologia e manejo de planta*. 22 ed. Curitiba-PR: Editora Ltda, 2011. Cap.5, p. 95-123.

SARTOR, L. R.; LOPES, L.; MARTIN, T. N.; ORTIZ, S. Alelopatia de acículas de pinus na germinação e desenvolvimento de plântulas de milho, picão preto e alface. **Bioci. J.**, Uberlândia-MG, v. 31, n. 2, p. 470-480, 2015.

SILVA, I. P. F.; JUNIOR, J. F. S.; ARALDI, R.; TANAKA, A. A.; GIROTTO, M.; BOSQUÊ, G. G.; LIMA, F. C. C. Estudo das fases fenológicas do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça-SP, v. 1, n. 20, p. 1-10, 2011.

SILVA, J.; FORTES, A. M. T.; GOMES, F. M.; PINTO, T. T.; BONAMIGO, T.; BOIAGO, N. P. Alelopatia de *Camelina sativa* Boiss. (Brassicaceae) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Bidens pilosa* (L.) e *Glycine max* (L.) Merr. **Revista Biotemas**, Florianópolis-SC, v. 24, n. 4, p. 17-24, 2011.

SILVA, P. S. S. Atuação dos aleloquímicos no organismo vegetal e formas de utilização da alelopatia na agronomia. **Revista Biotemas**, Florianópolis-SC, v. 23, n. 3, p. 65-74, 2012.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro-RJ, v. 12, n. 1, p. 131-143, 2007.

SOUZA, M. C.; PITELLI, R. A.; SIMI, L. D.; OLIVEIRA, M. C. J. Emergência de *Bidens pilosa* em diferentes profundidades de semeadura. **Planta daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 29-34, 2009.

## O efeito do fogo na comunidade de cupins terrícolas

Gabriel Sampaio de Jesus (IC), Alexandre Camargo de Souza (IC), João Victor Tavares (IC),  
Filipe Viegas arruda (PG), Héliida Ferreira da Cunha (PQ)

Gabrielsampaioj26@gmail.com ou gabrelsampaio@hotmail.com

Universidade Estadual de Goiás Br 153 Quadra Área Km 99 Zona Rural, Anápolis - GO, 75132-903

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da queimada prescrita sobre a comunidade de cupins local, da chapada dos veadeiros (reserva legal do cerrado). Para tal, foi usada a metodologia do Manejo Integrado do Fogo (MIF) no Território Quilombola Kalunga em Cavalcante, Goiás. O efeito sobre os cupins foi medido por meio

Palavras-chave: Isoptera. Cerrado. Queimadas.

### Introdução

O Manejo Integrado do Fogo (MIF) no Território Quilombola Kalunga em Cavalcante, Goiás. O MIF é gerido pelo Prevfogo, que é um centro especializado em prevenção e combate a incêndios com o auxílio de comunidades tradicionais e parcerias entre pesquisadores, Prevfogo e as comunidades tradicionais podem auxiliar a responder questões ainda abertas sobre o efeito do fogo na biodiversidade local e auxiliar na regulamentação de políticas públicas. O MIF tem como prioridade realizar medidas preventivas como a formação de aceiros e a queimas de áreas prescritas. As queimas prescritas são realizadas no início do período da seca pois nesse período acredita-se que a alta umidade e a matéria orgânica mais verde fazem com que as queimadas sejam menos prejudiciais que as queimadas que ocorrem no final do período de seca (FRIZZO et al., 2011).

De acordo com REMMERT (1982), é esperado que a fauna de insetos sofra efeitos pouco graves, em comparação com os demais organismos. No entanto, é sabido que a interação entre os diferentes organismos e climas são complexas e não muito bem compreendidas, apontadas por PALHARES et al. (2010) e FRIZZO (2011). Os insetos são comumente usados como indicadores ecológicos por

possuírem uma resposta populacional às mudanças ambientais, que pode ser interpretado como um sintoma do curto período entre gerações, associados a uma reprodução numerosa (Brown, 1997). Os cupins são insetos sociais, detentores de uma importante função biológica na decomposição do solo e na ciclagem de nutrientes. São animais de distribuição neotropical que possuem importância econômica por serem famosas pragas da madeira, tanto agrícola quanto urbana. (CUNHA, 2006; OLIVEIRA, 2009).

## Material e Métodos

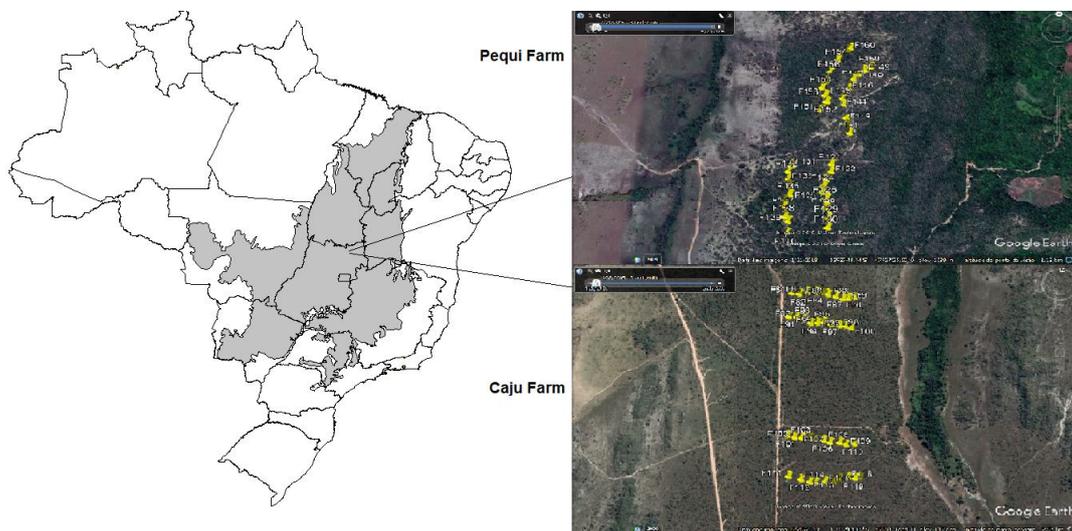


Figura 1. Distribuição dos pontos de coleta em áreas de cerrado stricto sensu nas fazendas Pequi (a) e Caju (b), Cavalcante-GO.

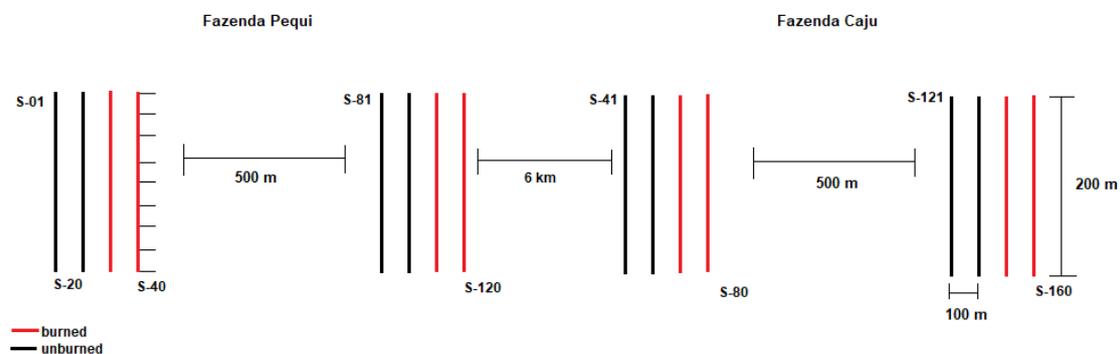


Figura 2. Diagrama de instalação dos pitfalls nos transectos nas fazendas Pequi e Caju, Cavalcante-GO. Descrição detalhada da forma de coleta, relevo, altitude e

características do solo e do ambiente em geral.

Área de Estudo – O trabalho foi realizado em Cavalcante, Goiás, onde o IBAMA realiza. Foram selecionadas 4 áreas para a realização do experimento. Duas áreas foram amostradas no início do período de seca e duas no final período de seca (início do período chuvoso) no ano de 2016.

Amostragem – Como os cupins foram coletados em armadilhas tipo pitfall contendo água e sabão, compreendendo os tratamentos de uma semana antes da queimada prescrita, uma semana depois da queimada e ainda um ano após a mesma queima. Estas foram colocadas aleatoriamente no solo, tendo a distância mínima de 10m entre cada uma delas, contendo 10 pitfalls por transecto. E ainda sendo quatro transectos por fazenda. Os transectos estavam afastados 100m um do outro (vide figura 2), e as fazendas estavam afastadas 6km uma da outra. As coletas foram realizadas 1 semana antes da queima controlada, uma semana após a queima controlada, e um ano após a queima controlada. Essas coletas foram realizadas 2 vezes por ano (como parte do tratamento experimental, foram feitas uma queimada no fim do período chuvoso (mês de março), e uma queimada no final ou ápice do período seco (mês de setembro)). Vale ressaltar que em todo o experimento, também foram realizadas coletas de amostragem nos transectos que não passaram por tratamento com fogo, nas mesmas fazendas (grupo controle).

Análise dos Dados – Para testar se o fogo a riqueza de espécies de cupins, foi utilizado um Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) com distribuição de Poisson. Um modelo que utiliza a estimativa de máxima verossimilhança via Template Model Builder (TMB) foi utilizado para reduzir a inflação produzida pelo excesso de zeros no conjunto de dados (conforme BROOKS et al., 2017). Os dados foram tabelados dispondo presença (1) ou ausência (0) gêneros nas colunas por amostras nas linhas, após a identificação ao nível de gênero dos cupins coletados.

## Resultados e Discussão

Das 480 armadilhas, 259 continham de 1 a 5 gêneros, totalizando 1731 cupins coletados. Os indivíduos danificados pelo fogo (7,5% das amostras) não foram

identificados. Amostras que continham apenas alados (3,13%) também foram colocados como táxon indeterminado. Na maioria das amostras tinham cupins ceifadores (36%), seguido por xilófagos (9%), humívoros (1%) e intermediários (0,2%).

Observamos maior riqueza de gêneros e de grupos tróficos nos transectos queimados ( $P= 0,016$ ) e nas coletas de setembro ( $P= 0,0134$ ) (figuras 3). Entretanto, a riqueza se manteve estável uma semana após a queima e diminuiu um ano depois ( $P= 0,1051$ ).

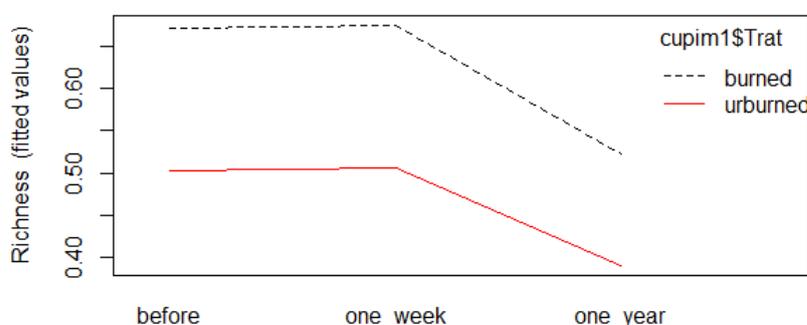


Figura 3: Riqueza relativa de cupins durante os tratamentos experimentais.

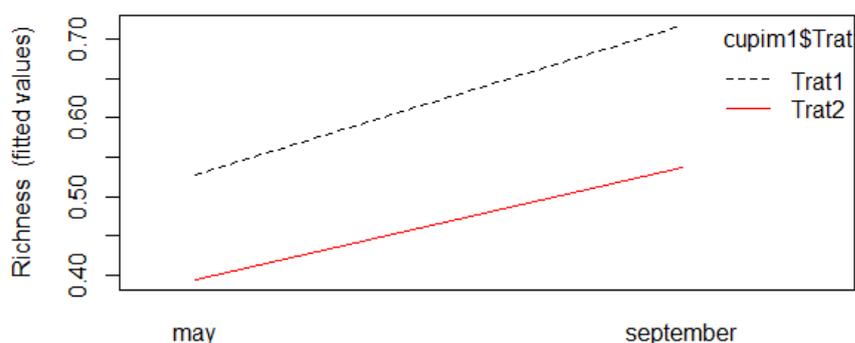


Figura 4. Riqueza de gêneros e de grupos tróficos de cupins em áreas de cerrado stricto sensu queimados e não queimados e em diferentes épocas de queima, Cavalcante-GO.

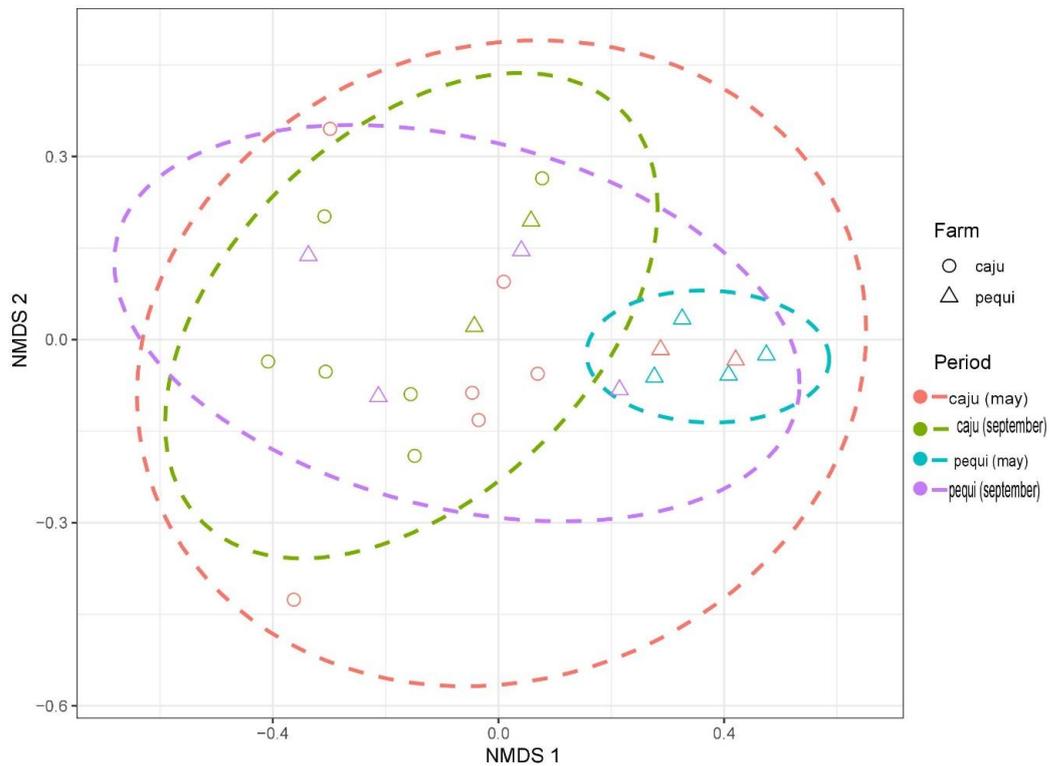


Figura 5. Agrupamento de gêneros de cupins em áreas de cerrado stricto sensu queimados e não queimados, Cavalcante-GO.

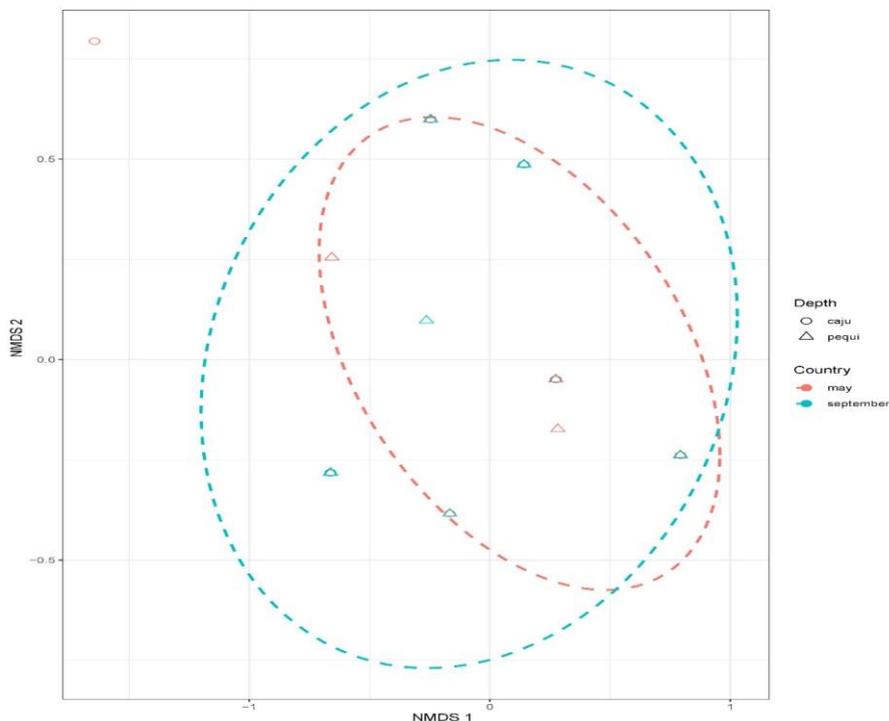


Figura 6: Agrupamento de gêneros e de grupos tróficos de cupins em áreas de cerrado stricto sensu queimados e não queimados, Cavalcante-GO.

Andersen (2018) propõe cinco princípios de avaliação de efeitos de impacto ambiental promovido pelo fogo, e como estes impactos afetam as dinâmicas das populações de animais local. Dentre eles... I- a maioria dos efeitos do fogo são indiretos, mudando a estrutura microclimática local, disponibilidade de recursos e interações competitivas. Os tipos de queimas são muito variáveis, e junto delas o tipo de substrato usado como combustível e os tipos de solos, que dificultam a detecção de um padrão. No entanto, pode-se afirmar que o fogo promove a abertura de espaços no nicho, muda o estágio de sucessão dos vegetais e permite que um pequeno impacto afete a comunidade local de animais, que respondem de formas diversas, dependendo de cada grupo e da escala de tempo observada (ANDERSEN, 2018).

## Considerações Finais

Inserir aqui as Considerações Finais do trabalho (Fonte: Arial, 12).

## Agradecimentos



## Referências

ANDERSEN, Alan N. Responses of ant communities to disturbance: Five principles for understanding the disturbance dynamics of a globally dominant faunal group. **Journal of Animal Ecology**, v. 88, n. 3, p. 350-362, 2019.

BROWN, K. S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. **Indicadores ambientais**, v. 1, 1997.

DA CUNHA, Héliida Ferreira; COSTA, Diogo Andrade; BRANDÃO, Divino. Termite (Isoptera) assemblages in some regions of the Goiás State, Brazil. **Sociobiology**, v. 47, n. 2, p. 505, 2006.

OLIVEIRA, Danilo Elias de et al. Estrutura espacial da assembleia de cupins (Isoptera) em uma área de cerrado sensu stricto do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. 2009.

FRIZZO, Tiago LM et al. Uma revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, p. 365-379, 2011.

REALIZAÇÃO

PRG  
Pró-Reitoria de  
Graduação

PRP  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

PRE  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis





HUGHES, Thomas JR; BROOKS, Alec. A multi-dimensional upwind scheme with no crosswind diffusion. In: **IN: FINITE ELEMENT METHODS FOR CONVECTION DOMINATED FLOWS, ASME WINTER ANNUAL MEETING, TJR HUGHES (ED.), NEW YORK, USA,.** 2017. p. 19-35.

PALHARES, Dario; FRANCO, Augusto César; Z Aidan, Lílian Beatriz Penteado. Respostas fotossintéticas de plantas do cerrado nas estações seca e chuvosa. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 2, 2010.

REMMERT, Hermann. Ecologia. In: Ecologia. EDUSP/EPU, p. 71-71, 1982.



## ENSINO DE ECOLOGIA NO ENSINO FUNDAMENTAL: IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR DESMATAMENTO

**Beatriz Felintro de Souza 1, Juliana Simião-Ferreira 2**

1 Bolsista PBIC Estudante (IC) befelintro@gmail.com

2 Docente Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Goiás

Resumo: Esse trabalho tem por objetivo elaborar e testar duas sequências de ensino investigativo. A primeira com base na Base Nacional Comum Curricular, com o tema Cerrado, dividida em quatro etapas e aplicada em uma turma de iniciação científica na Escola Estadual de Tempo Integral Padre Trindade e a segunda, com base no Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás, com tema Terra e Universo (solo), dividida em três etapas e aplicada em uma turma de sexto ano no Colégio Estadual Vereador Luiz de Almeida, ambas para abordar temas sobre os impactos ambientais no solo causados pelo desmatamento, bem como conscientizar alunos de ensino fundamental sobre a importância da preservação das matas ciliares. Os resultados mostraram que embora a escola pública tenha diversos fatores que dificultem a aplicação do ensino por investigação, essa abordagem é viável, pois com o uso de experimentos manipulativos, possibilita uma melhor compreensão das características do bioma, como preservação das matas ciliares para manutenção do solo e recursos hídricos.

Palavras-chave: Ensino por investigação. Solo. Cerrado. Ciências. Experimento.

### Introdução

Segundo Jacobi (2003), a educação ambiental necessita fazer sentido, já que a degradação do meio ambiente e do ecossistema é cada vez mais crescente. Isso reforça a necessidade de estratégias e abordagens de ensino que possibilitem a participação, criatividade, dinâmicas em grupo, uso de vídeos e outros recursos (SILVA, LEITE 2008). As abordagens de aprendizagem ativa como o ensino por investigação possibilitam o protagonismo dos alunos que gera um envolvimento mais profundo com os conteúdos trabalhados, além dos conhecimentos sobre a própria ciência (SASSERON 2018). Essas abordagens permitem que o professor atue como mediador do conhecimento no processo de construção da aprendizagem, motivando o educando a participar de forma que aconteçam modificações no seu comportamento social tornando-a mais significativa (BATISTA, TAVARES 2019).

De acordo com Martinez; Santos (2019) O ensino de ciências por investigação contribui com o exercício de argumentação e entendimento de

REALIZAÇÃO



explicações científicas no processo de ensino-aprendizagem, além de ser uma prática pedagógica atual que estimula a atenção, participação e valorização da atividade científica na sociedade. Desse modo, é necessário que o professor aplique essa prática com o propósito de oferecer condições para que os estudantes desenvolvam raciocínios de comparação, análise e discussões em busca da resolução de um problema para a própria construção de conhecimento em ciências na sala de aula (SASSERON 2015).

Desta maneira é possível utilizar o ambiente escolar para iniciar a sensibilização dos alunos sobre a crise ambiental existente, de forma que se perpetue ao longo de sua vida, despertando um instinto de preservação e sustentabilidade tanto para o indivíduo, quanto para o convívio familiar e social (PADILHA et al. 2017). Sendo assim, como o Cerrado é região de alta diversidade, endemia e alta pressão de degradação e, por isso, considerado um dos *hotspots* mundiais, é importante incluí-lo na educação ambiental. Para Borges; Simião-Ferreira (2018) a popularização do conhecimento é um dos principais desafios na compreensão da importância do bioma, portanto, por meio de atividades educativas é possível promover debates e conscientização sobre a conservação do solo, recursos hídricos e biodiversidade.

Segundo Comin et al (2013), em atividades de conscientização ambiental também é importante incluir o estudo do solo, já que este mantém e sustenta a vida de todas as espécies. Portanto, quando o indivíduo reconhece a importância do solo para a sua sobrevivência, as práticas e atitudes em relação à conservação podem contribuir para o equilíbrio e sustentabilidade ambiental (TÔSTO; TÔSTO; PEREIRA, 2011). Portanto, é ideal que no Ensino Fundamental e Médio essas questões sejam bem desenvolvidas, pois é nesse período que os alunos estão em processo de mudança e amadurecimento, possibilitando a formação de cidadãos mais conscientes. Desta forma, temos por objetivo elaborar e testar duas sequências de ensino investigativo para o ensino fundamental afim de contribuir com a educação ambiental e científica dos alunos.

## Material e Métodos

Foram desenvolvidas duas sequências de ensino investigativo. A primeira foi

REALIZAÇÃO

PRG  
Pró-Reitoria de  
Graduação

PRP  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

PRE  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis



elaborada e aplicada em uma turma de iniciação científica na Escola Estadual de Tempo Integral Padre Trindade, localizada no município de Anápolis-GO, com a turma de Iniciação Científica, composta por 20 alunos de sexto e sétimo ano do ensino fundamental. A aplicação foi realizada entre os meses de setembro e novembro de 2018, totalizando oito aulas.

A sequência de ensino investigativo foi dividida em quatro etapas de uma hora e meia, todas realizadas em ambientes formais. A primeira etapa foi de apresentação do projeto e identificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o bioma Cerrado e os impactos que o bioma está exposto. Por meio de *ações manipulativas realizadas pelos mesmos*, os alunos fizeram desenhos individuais diferenciando o Cerrado conservado e degradado. A segunda etapa corresponde à caracterização geral do Cerrado e a problematização através de uma aula expositiva dialogada, com auxílio de data-show e os seguintes vídeos: Ciclo da Queimada - Cerrado (<https://youtu.be/PnixFZIPZY8>), Cerrado: berço das águas do Brasil (<https://youtu.be/WH0vFpurSa0>) e De Olho nos Rios: Reflorestamento (<https://youtu.be/G67tTuhfk8l>).

Na terceira etapa foi realizada a fase de *atividade manipulativa e sistematização dos conhecimentos*, para tanto a sala foi dividida em quatro grupos para testar as hipóteses através do experimento 8 - Erosão hídrica e a conservação do solo, do livro de Santos et al. (2016). Por meio deste experimento os alunos testaram as hipóteses, em seguida dois representantes de cada grupo explicaram o que aconteceu e se o resultado foi de acordo com a hipótese esperada ou não. No quarto encontro finaliza a sequência com a *sistematização dos conhecimentos* através da confecção do material para a feira de ciências, fazendo cartazes utilizando figuras e ilustrando o experimento realizado, assim como a exposição dos resultados obtidos aos demais alunos da escola.

Para avaliar a eficiência dessa sequência, foram realizadas análises dos desenhos (se a representação da fauna e da flora estavam de acordo com as presentes no Bioma Cerrado). Além disso, foi verificado o interesse e participação durante a segunda e terceira etapa e o que mudou em relação a percepção do Bioma Cerrado na confecção dos cartazes.



Já a segunda sequência de ensino investigativo foi elaborada e aplicada em uma turma de sexto ano no Colégio Estadual Vereador Luiz de Almeida, composta por 24 alunos de sexto ano do ensino fundamental. A aplicação foi realizada em três etapas no mês de maio de 2019, totalizando quatro aulas, cada uma de 45 minutos.

A primeira etapa foi dividida em dois momentos, o primeiro de caracterização geral do solo, utilizando uma aula expositiva dialogada, com auxílio do livro didático e um caça-palavras como atividade complementar. No segundo momento foram trabalhados os temas de degradação e conservação do solo com leitura compartilhada e cruzadinha, seguida da caracterização das palavras formadas, como atividade complementar.

A segunda etapa corresponde à problematização e caracterização geral dos solos brasileiros, ressaltando os problemas causados pela degradação. Já na terceira etapa, foi realizada a fase de *atividade manipulativa e sistematização dos conhecimentos*, a sala foi dividida em seis grupos para testar as hipóteses utilizando o experimento 8 - Erosão hídrica e a conservação do solo, do livro de Santos et al. (2016). Por meio deste experimento os alunos testaram as hipóteses, em seguida o grupo explicou o que aconteceu e se os resultados foram de acordo com a hipótese esperada ou não, durante a explicação eles foram indagados e foi realizada uma discussão e a sistematização do conhecimento em cada grupo, já que o tempo da aula era de apenas 45 minutos.

Para avaliar a eficiência da sequência foi observado o interesse e participação dos alunos durante as aulas e o experimento, como elaboram as hipóteses e apresentaram os resultados, se usaram termos científicos durante a sistematização e se houve diferença na percepção ambiental.

## Resultados e Discussão

As sequências de ensino investigativo desenvolvidas apresentam diferença nas metodologias utilizadas e foram aplicadas em duas turmas diferentes. A primeira já tinha aula sobre o solo na disciplina de ciências e sobre o Cerrado na disciplina de geografia, porém, esse tema também deveria ser abordado na disciplina de iniciação científica, já a segunda turma estava tendo o primeiro contato com o conteúdo.

Na primeira sequência investigativa que iniciava com a proposta de um



desenho para representar o Cerrado, os alunos apresentaram dificuldade para representar o bioma e não conseguiam discernir as características básicas que distinguem o Cerrado de outros biomas. Portanto, foi necessário realizar a caracterização por meio de uma aula expositiva dialogada, utilizando recursos didáticos que ressaltassem as características gerais para dar início à problematização. Após a explicação oral com imagens ilustrativas e por meio dos vídeos, os estudantes conseguiram compreender a importância do bioma para a qualidade e quantidade da água, assim como o quanto as matas ciliares influenciam nas bacias hidrográficas.

As hipóteses foram elaboradas no terceiro encontro para resolver o problema da importância da vegetação para o solo, por meio da pergunta “*O que acontece com o solo e com os rios com a retirada das árvores?*”. Os grupos foram instruídos a discutirem com os seus integrantes e anotarem as suas hipóteses elaboradas antes de começar a montar o experimento, posteriormente, realizaram o experimento.

Após a realização das atividades em sala eles montaram apresentações em que discutiram as diferentes hipóteses e resultados que obtiveram com o experimento, entre as hipóteses citadas estão: “*Quando o solo é desmatado, ocorre muitas erosões e é possível ter perdas de minerais*”, “*Quanto mais degradado, a coloração ia ficar diferente com uma textura diferente*”, “*O solo ia ficar duro, infértil e seco*”. Apesar das diferentes hipóteses, conseguiram chegar à mesma conclusão, que com o desmatamento a água é contaminada e fica com coloração diferente e pode haver perda de solo, causado pelo assoreamento. Foram detectados vários fatores que dificultaram a aplicação desta sequência, o principal foi em relação à infraestrutura física e administrativa da escola que nos impediu de realizar mais atividades para conscientizar sobre os impactos causados por atividades antrópicas e a importância das matas ciliares. Durante a aula teórica os alunos não corresponderam da maneira esperada, ficaram em silêncio e alguns dispersos, entretanto, durante o experimento os alunos interagiram e discutiram as hipóteses e resultados conseguindo compreender bem a estrutura da construção do conhecimento científico, pois, na confecção dos cartazes representaram o experimento e o bioma Cerrado com clareza.



Na segunda sequência aplicada para os alunos da turma de ciência (6º ano) foram evidenciados resultados diferentes, pois, como os alunos não conheciam sobre o solo. Após realizar a caracterização do solo através de uma leitura compartilhada do texto do livro, seguida de uma discussão, os mesmos se mostraram bastantes interessados pelo novo conteúdo e pela forma diferente de leitura usando o livro como recurso didático. Após o momento de leitura, as atividades de caça-palavras e cruzadinha continuaram motivando-os, pois, a atividade tem um formato que proporciona uma dinâmica agradável e flexível, já que as palavras eram para serem conceituadas de acordo com o que aprenderam durante a aula.

No quarto encontro elaboraram as hipóteses para resolver o problema da importância da vegetação para o solo, por meio da pergunta “*O que acontece com o solo e com os rios com a retirada das árvores?*”. Os grupos foram instruídos a discutirem com os seus integrantes, porém, como o tempo era curto, apenas falaram antes de realizar o experimento, entre as hipóteses citadas “*Quando o solo fica desprotegido e chove, a água vira lama*”, “*quando chover a água fica de cor diferente, no solo com a mata a água vai ficar mais limpa e melhor para usar e vai ter mais peixes*”, “*As raízes das matas ajudam o solo a ficar mais forte*”. Após a realização do experimento na quadra esportiva, cada grupo apresentou os resultados que obtiveram com o experimento, apesar das diferentes hipóteses, conseguiram chegar à mesma conclusão, que as matas são importantes para proteger o solo e melhorar a qualidade das águas e dos rios, e por isso é muito importante preservá-las.

Na apresentação dos resultados os alunos demonstraram ter compreendido o processo de construção do conhecimento, com clareza de ideias sobre as hipóteses, metodologia e conclusões baseadas nas evidências do experimento. Além disso, eles demonstraram muito interesse na aula com envolvimento e participação ativa nas diferentes etapas, durante as leituras se disponibilizavam para ler e sempre davam exemplos do assunto que estava sendo trabalhado. Em todos os encontros foi comentado como um cientista trabalha e faz ciência e com isso despertou interesse pelo trabalho em grupo e entusiasmo o para realizar o experimento que



aconteceria após a etapa de aulas teóricas, durante o experimento mostraram seriedade na hora de elaborar as hipóteses e também na hora de apresentar os resultados explicando bem a importância do solo com cobertura vegetal e como é necessário evitar atividades que provoquem o desmatamento.

Os resultados mostraram que nas duas turmas, a problematização e realização do experimento foi importante para que os alunos tivessem o contato direto com método científico e como utilizá-lo na prática. Durante a primeira sequência, foi possível observar a necessidade de obter os conhecimentos prévios dos alunos, pois, por mais que os alunos já tivessem contato anterior com o tema, não lembravam. Por meio da aplicação da sequência de ensino investigativo, usando os conhecimentos prévios e mediando os conhecimentos científicos, foi possível verificar que ao final os alunos conseguiram discernir o bioma Cerrado e reconhecer a vegetação características deste e a sua importância para os rios do Brasil.

Já na segunda sequência, os alunos compreenderam os diferentes tipos de solos e como a vegetação é importante para a proteção do mesmo, havendo assim a necessidade de diminuir as atividades antrópicas para preservá-las. Portanto, estas sequências tiveram resultados positivos para o processo de construção de ensino aprendizagem, podendo mudar as atitudes e valores sobre a importância de conservar as matas ciliares para proteger o solo e as bacias hidrográficas.

As aplicações das duas sequências mostraram que o uso de experimentos manipulativos por meio da abordagem investigativa, possibilita uma melhor compreensão das características do bioma, como preservação das matas ciliares para manutenção do solo e recursos hídricos. Desta forma, a produção de material didático e sequências de ensino sobre solos e vegetação, é um efetivo instrumento de educação ambiental para ser usado na educação básica em busca de um melhor relacionamento com seu meio natural (BECKER, 2007).

Os resultados também demonstraram a importância de desenvolver estratégias metodológicas para o ensino de ciências que tratem de assuntos ecológicos, muitas vezes pouco explorados, principalmente utilizando a abordagem didática do ensino por investigação que articula as propostas do currículo escolar



com as experiências vividas no cotidiano, desenvolvendo autonomia moral e o pensamento crítico científico. Segundo Sedano; Carvalho (2017) para aplicar o ensino por investigação é necessário assumir a importância da problematização, o envolvimento em grupo nas atividades experimentais e exploratórias para troca de ideias e hipóteses para o fazer científico. Apesar de muitos docentes reconhecerem a importância da educação científica, ainda vêem essa prática como um desafio, pois, se sentem inseguros para desenvolver em suas aulas (VIECHENESKI; LORENZETTI; CARLETTO 2012).

Segundo Zômpero; Laburú (2012) a metodologia tradicional, geralmente, utilizada na escola pública, pode causar dependência do livro didático e falta de autonomia, porém, esses fatores podem ser superados com utilização de atividades investigativas orientadas pelo professor. Apesar de a escola pública ter diversos fatores que podem dificultar a aplicação dessa metodologia, Costa; Batista (2017) reforçam a necessidade do professor aplicar atividades práticas simples em sala de aula associadas com aulas teóricas no Ensino Fundamental, para que o aluno explore sua imaginação e compreenda como funciona a mente de um cientista, pois essas práticas contribuem de forma positiva para formação dos alunos.

### Considerações Finais

Embora a escola pública tenha diversos fatores que dificultem a aplicação do ensino por investigação, os resultados demonstram que essa abordagem é viável, seja dentro da sala de aula ou em outro ambiente dentro da própria escola, pois, os experimentos podem ser realizados com materiais simples e acessíveis. Também foi notável a importância do uso de diferentes recursos didáticos na fase de problematização, seja este recurso o uso de slides com vídeos e imagens ou o livro didático conciliados com atividade complementar, pois essa fase de problematização é fundamental para que o experimento faça sentido e o aluno consiga desenvolver o pensamento científico.

As duas sequências de ensino investigativo também reforçaram a necessidade de aplicar essa metodologia no ensino fundamental, pois, estas serviram para envolver os alunos com a ciência e prática dos cientistas. Além disso, promoveram a educação ambiental sobre a importância da vegetação para o



cerrado e o solo, desenvolvendo o pensamento crítico e valorização do meio ambiente. Portanto, estas duas sequências de ensino investigativo será disponibilizadas em um site voltado para divulgação de materiais didáticos com abordagem de ensino investigativo para professores de ciências do ensino fundamental.

### Agradecimentos

À Universidade Estadual de Goiás pela concessão da Bolsa de Iniciação Científica BIC.

### Referências

- BATISTA, K.R; TAVARES, F.B.R. Educação Ambiental no Contexto Escolar: Ressignificando Práticas. Res., Soc. Dev. 2019.
- BECKER, E.L.S. solo e ensino. **REV. VIDYA**, v. 25, n. 2, p. 73-80, jul/dez, 2005 - Santa Maria, 2007.
- BORGES, P.S; SIMIÃO-FERREIRA, J. Percepção ambiental dos alunos de ensino fundamental sobre a biodiversidade do cerrado. **Rev. Ciências & Ideias**, v. 9, N.1 – JANEIRO/ABRIL 2018.
- Cerrado: berço das águas do Brasil.** 2014.Disponível em: <<https://youtu.be/WH0vFpurSa0>>Acesso em: 09 jan. 2019.
- Ciclo da Queimada – Cerrado.** 2013.Disponível em: <<https://youtu.be/PnixFZIPzy8>>Acesso em: 09 jan. 2019.
- COMIN, F.V; FURLAN, M.C; FERRONY, H.M; OLIVEIRA, A.L; O ensino de solos sob a perspectiva da educação ambiental: aplicação de experimentos para o ensino e conscientização. **Revista Científica da Ajes**. v.4, n.9. 2013.
- COSTA, G.R; BATISTA, K.M; A importância das atividades práticas nas aulas de ciências nas turmas do ensino fundamental. **REVASF**, Petrolina-PE, vol. 7, n.12, p. 06-20, abril, 2017.
- DeOlho nos Rios: Reflorestamento.** 2016.Disponível em: <<https://youtu.be/G67tTuhfk8I>>.Acesso em: 10 jan. 2019.
- JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-205, março/ 2003.
- MARTINEZ, I.G; SANTOS, E.B; Ensino de ciências por investigação e aulas de acompanhamento pedagógico: análise do processo de aprendizagem de um grupo de estudantes do ensino fundamental. **Braz. Ap. Sci. Rev.**,Curitiba, v. 3, n. 3, p.



1640-1652 mai./jun. 2019.

PADILHA, A.A; SOBOTKA, M; MENDES, R.M.O; ANTIQUEIRA, L.M.O.R; Abordagem prática de educação ambiental para o ensino fundamental: construção de uma sucatoteca. **Rev.Interdisciplinaridade & ensino**, v.1 n. 1/Jan-Jul /2017.

SANTOS, M.L et al. **Todo dia é dia de ciência**: Ar, água e solo. 1. ed. Anápolis: Universidade Estadual de Goiás, 2016.

SASSERON, L.H; Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17, n.especial, p. 49-67, novembro, 2015.

SASSERON, L.H; Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 18(3), 1061–1085. Dezembro, 2018

SEDANO, L; CARVALHO, A.M.P. Ensino de Ciências por Investigação: Oportunidades de Interação Social e sua Importância para a Construção da Autonomia Moral. **ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec.**, Florianópolis, v. 10, n.1, p.199-220, maio. 2017.

SILVA, M.M.P; LEITE, V.D. Estratégias para realização de educação ambiental em escolas do ensino fundamental. **Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.** ISSN 1517-1256, v. 20, janeiro a junho de 2008.

[TÔSTO, K. L.; TOSTO, S. G.; PEREIRA, L. C.](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/919569/erosao-do-solo-e-sustentabilidade-ambiental-para-o-ensino-fundamental) Erosão do solo e sustentabilidade ambiental para o ensino fundamental. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/919569/erosao-do-solo-e-sustentabilidade-ambiental-para-o-ensino-fundamental>> Acesso em: 10 set. 2019.

VIECHENESKI, J.P; LORENZETTI, L; CARLETTO, M.R; Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. **Atos de pesquisa em educação - ppge/me issn 1809-0354** v. 7, n. 3, p. 853-876, set./dez. 2012.

ZÔMPERO, A.F; LABURÚ, C.E; Implementação de atividades investigativas na disciplina de Ciências em escola pública: uma experiência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**– V17(3), pp. 675-684, 2012.



## ESPÉCIES DA FLORA DO CERRADO AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO: UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Rayane Rodrigues da Cunha Silva<sup>1</sup>(IC)\*, Flávia Melo Rodrigues<sup>1,2</sup> (PQ)

\*[rayanerodriguesdacunha@gmail.com](mailto:rayanerodriguesdacunha@gmail.com)

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Goiás- Departamento de Ciências Biológicas, Campus Ciências Exatas e Tecnológicas – Henrique Santillo, Br 153, Nº 3105 Fazenda Barreiro do Meio CEP: 75132-400, Anápolis, Goiás

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica de Goiás – Escola de Ciências Agrárias e Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Genética e em Ciências Ambientais e Saúde, Câmpus II, Avenida Engler, 507, Jardim Mariliza, CEP: 74885-460, Goiânia, Goiás

Resumo: O bioma cerrado enfrenta uma grande perda de habitats, com espécies correndo risco de extinção. O presente trabalho tem como objetivo fazer uma caracterização geral da produção científica das espécies vegetais do Cerrado que estão listadas como ameaçadas de extinção. Este estudo teve enfoque quantitativo e descritivo. O levantamento das espécies ameaçadas de extinção foi realizado por meio de dados do Ministério do Meio Ambiente, e o levantamento de dados bibliográficos no sítio Scopus foi realizado buscando o nome científico de cada espécie, considerando os dados de cada publicação por espécie. Os resultados foram avaliados por estatística descritiva e correlação de Pearson. Este estudo demonstra um baixo número de publicações das espécies selecionadas, uma tendência crescente de maior o número de autores e que o fator de impacto das revistas é maior quando as publicações possuem mais autores. Poucos estudos de revisão sobre estas espécies foram publicados. Há uma carência de produção científica com estas espécies, o que prejudica a obtenção de conhecimento sobre as mesmas e conseqüentemente a elaboração de estratégias de conservação.

Palavras-chave: Cienciometria; Cerrado; Conservação; Biodiversidade; Scopus; Endemismo

### Introdução

O Cerrado é reconhecido mundialmente como um hotspots de biodiversidade, apresentando extrema abundância de espécies endêmicas sendo reconhecido como a savana mais rica do mundo, se tratando de diversidade (BRASIL, 2019). A fisionomia da flora do cerrado é característica e difere entre si, dependendo de características como latitude, química do solo, disponibilidade de água, sendo então



uma flora diversa e peculiar, com altos índices de endemia (RIBEIRO; WALTER, 1998), sendo 44% da flora do Cerrado é endêmica (KLINK; MACHADO, 2005). Apesar de sua importância, o bioma enfrenta uma grande perda de habitats, com um número considerável de espécies correndo risco de extinção (BRASIL, 2019). Quando se fala especificamente da flora do cerrado, o bioma perdeu 46% de sua vegetação nativa e, até 2050, pode perder até 34% do que resta, o que seria a maior extinção de plantas da história (BERNARDO et. al, 2017).

Em 2008 o ministério do meio ambiente divulgou uma lista com espécies vegetais ameaçadas de extinção em todo o país destacando seus biomas. Do bioma Cerrado foram listadas várias espécies ameaçadas de extinção, que fazem parte da flora endêmica do cerrado (BRASIL, 2008). Devido à quantidade de espécies do cerrado encontradas na lista de espécies ameaçadas de extinção, a constante perda de biodiversidade do cerrado e a importância ecológica do bioma, o objetivo deste estudo foi investigar a produção científica de espécies ameaçadas do Cerrado.

## Material e Métodos

Este estudo teve enfoque quantitativo e descritivo. O levantamento das espécies ameaçadas de extinção foi realizado por meio de dados do Ministério do Meio Ambiente, de acordo com a “Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção” (BRASIL, 2008). O levantamento bibliográfico dos artigos com as espécies das famílias Cactaceae, Iridaceae, Lauraceae, Lentibulariaceae, Loganiaceae, Lycopodiaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae, Orchidaceae, Passifloraceae, Plantaginaceae, Poaceae, Polygalaceae, Pteridaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Solanaceae, Verbenaceae, Vitaceae e Xyridaceae ameaçadas de extinção do Cerrado foi realizado por meio da base de dados do sítio Scopus. De início tinha-se em mente levantar dados apenas da família cactaceae, porém devido ao número baixo de estudos, sendo insuficiente para realizar um estudo de cienciometria, optou-se por englobar mais 19 famílias, totalizando as 20 famílias citadas acima.

O levantamento dos estudos no sítio Scopus foi realizado buscando o nome científico de cada espécie. Foram levantados dados considerando os seguintes campos: título do artigo, resumo e palavras-chave, em documentos tipo artigos ou



“review”, em todos os períodos e áreas do conhecimento disponíveis. Nas publicações selecionadas foram anotadas informações tais como: ano de publicação; autores; tipo de documento (artigo original ou revisão); área do conhecimento; periódico; instituição, dentre outros. O fator de impacto (FI) das publicações foi consultado no SCI “Journal Impact Factor”. O FI de um periódico é definido como a razão entre o número de citações feitas no corrente ano e o número de artigos publicados neste periódico nos últimos dois anos (SCI, 2012).

Em seguida, os dados foram tabulados e organizados em planilhas do Excel de acordo com cada variável da pesquisa, conforme já mencionado acima. A partir de então, os mesmos foram avaliados por estatística descritiva (variáveis categóricas) e correlação de Pearson para avaliar as seguintes associações: Número de publicações por ano; Número de citações por ano; Fator de impacto e número de autores; Fator de impacto e ano e; Fator de Impacto e número de citações.

## Resultados e Discussão

Foram levantadas 58 espécies da flora do cerrado listadas como ameaçadas de extinção (BRASIL, 2008). Como pode ser visto na tabela 1, a família com mais artigos foi a Rutaceae, com 42 artigos. Não foram encontrados estudos para sete famílias: Iridaceae, Lentibulariaceae, Loganiaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae, Plantaginaceae e Polygalaceae. A espécie com mais artigos foi *Pilocarpus microphyllus*, o jaborandi. Por ser uma espécie com importância de uso medicinal (EMBRAPA, 2019), já era esperado encontrar muitas publicações, num total de 40, sendo objeto de estudo de 46% das publicações encontradas.

Por serem espécies ameaçadas de extinção, é alarmante o número pequeno de 1,5 artigos em média por espécie, já que os estudos favorecem a preservação e a conscientização a respeito da situação crítica em que muitas espécies se encontram. A falta de estudos contribui para a falta de conhecimento tanto no meio científico quanto da população em geral e de estratégias para recuperar as espécies e tirá-las do risco de extinção.



Tabela1- Quantidade de artigos publicados com espécies vegetais do Cerrado.

Família	Quantidade artigo/família
Cactaceae	14
Iridaceae	0
Lauraceae	7
Polygalaceae	0
Pteridaceae	1
Rubiaceae	2
Rutaceae	42
Sapindaceae	2
Orchidaceae	4
Passifloraceae	1
Plantaginaceae	0
Poaceae	4
Solanaceae	2
Verbenaceae	4
Vitaceae	0
Xyridaceae	3
Lentibulariaceae	0
Loganiaceae	0
Lycopodiaceae	1
Malpighiaceae	0
Melastomataceae	0
<b>Total</b>	<b>87</b>

Quanto a características das espécies, após consulta no banco de dados Reflora, a maioria das espécies ameaçadas são ervas (Figura 2) Terrícolas (Figura 3) e do domínio fitogeográfico Campo Rupestre (Figura 4). A região onde são mais encontradas é a região sudeste (Figura 5), com destaque para o estado de Minas Gerais. Pode-se imaginar que tal situação ocorre devido à maior quantidade de pesquisas científicas na região sudeste, sendo minas gerais o terceiro colocado em produção científica no Brasil (CROSS; THOMSON; SIBCLAIR, 2018), aliado ao fato de que o cerrado ocorre em grande parte do território mineiro. Apesar de a região Centro-oeste ser sempre lembrada como o berço do cerrado, ela apresentou 14% do



total de espécies nos dados Reflora, seguida de perto pela região nordeste, com 13%.

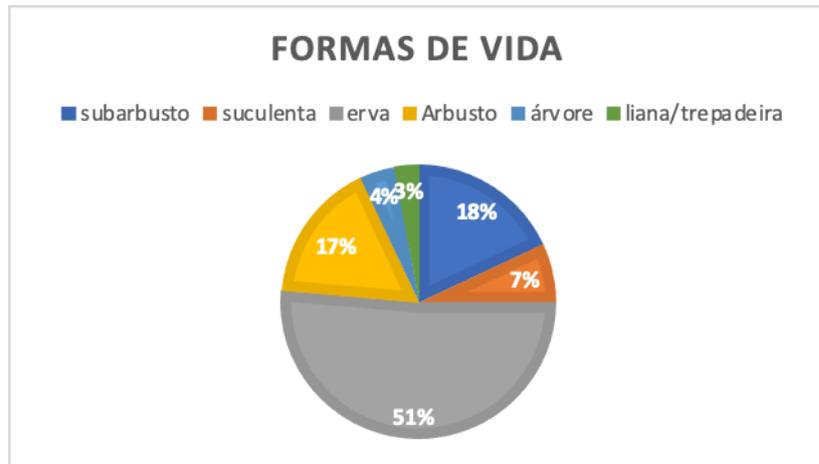


Figura 2 – Formas de vida das espécies ameaçadas do cerrado.

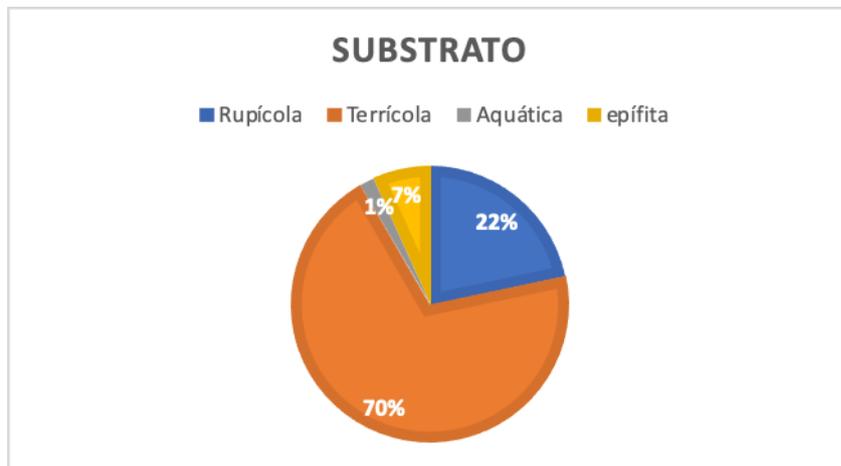
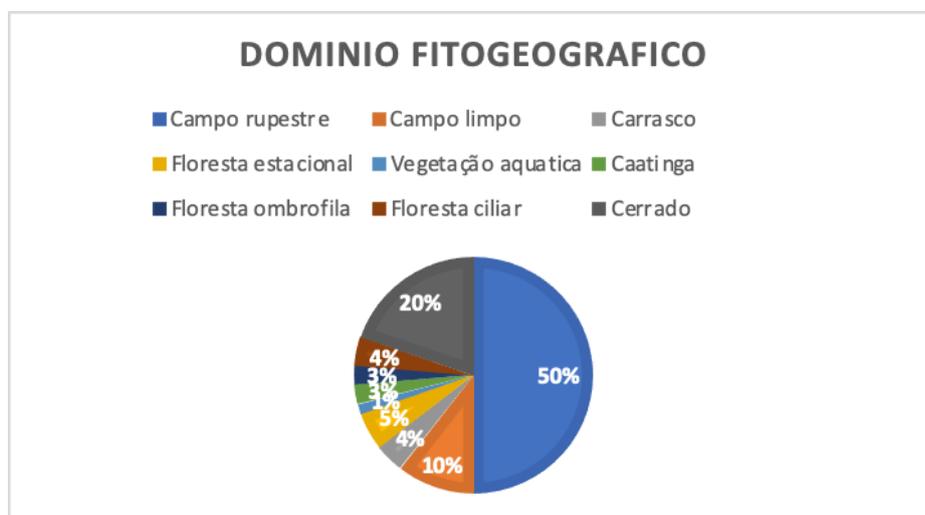


Figura 3 – Tipos de substrato das espécies ameaçadas do cerrado.



REALIZAÇÃO



Figura 4 – Domínio Fitogeográfico das espécies ameaçadas do cerrado.

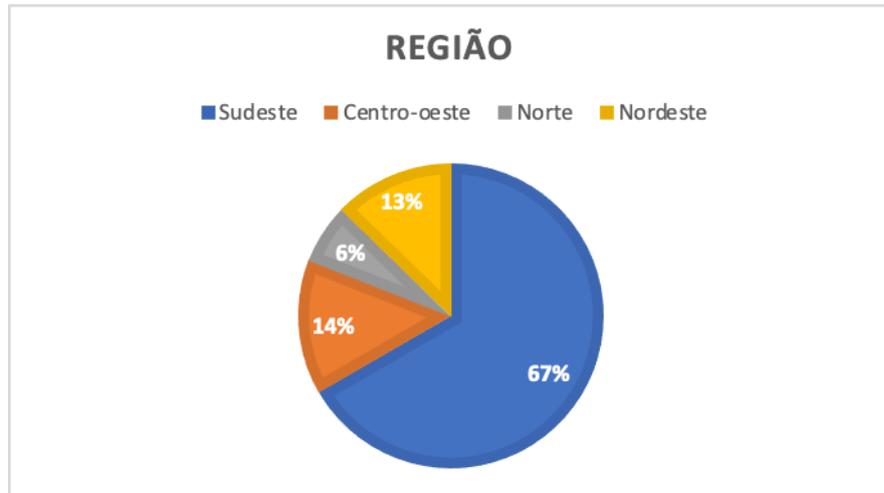


Figura 5 – Regiões em que as espécies ameaçadas do cerrado são encontradas.

Foi encontrada correlação significativa entre o ano de publicação e o número de autores e entre fator de impacto das revistas e o número de autores. As publicações variaram de 1912 a 2018. Com relação ao fator de impacto, variou de 0,392 a 7,433, com uma média igual a 2 ( $\pm 1,49$ ). O número de citações variou de 0 a 842, média 19,2 ( $\pm 87,8$ ). O número de autores por artigo o máximo encontrado foi de 17 e o mínimo 1, com média 5,1 autores por artigo. É possível notar um aumento considerável do número de artigos sobre as espécies nos últimos 15 anos, atingindo o pico no ano de 2014, podendo indicar um aumento da preocupação com a preservação das mesmas, ou um aumento no interesse na biodiversidade da flora do cerrado (Figura 6).



Figura 6 – Quantidade de artigos por ano, sobre as espécies estudadas.



Quanto ao tipo de trabalho, a maioria (97%) dos artigos encontrados foram artigos originais (Figura 7) com apenas 3% de artigos de revisão. O idioma original de publicação (Tabela 8) mais recorrente foi o Inglês (82%), seguido do Português (14%) e Alemão (3%).



Figura 7 – Tipo de Trabalho publicado

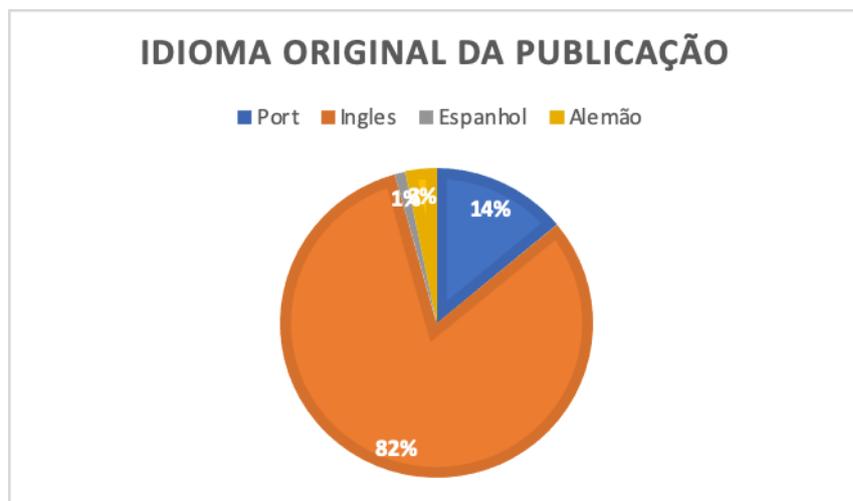


Figura 8 – Idioma original das publicações.

A revista com maior produção de artigo sobre as espécies selecionadas neste trabalho foi a revista *Plos one*. Observando a figura 9, percebe-se que a maioria dos artigos tem entre 6 e 7 citações (22 artigos), sendo que 7 artigos não tiveram nenhuma citação.

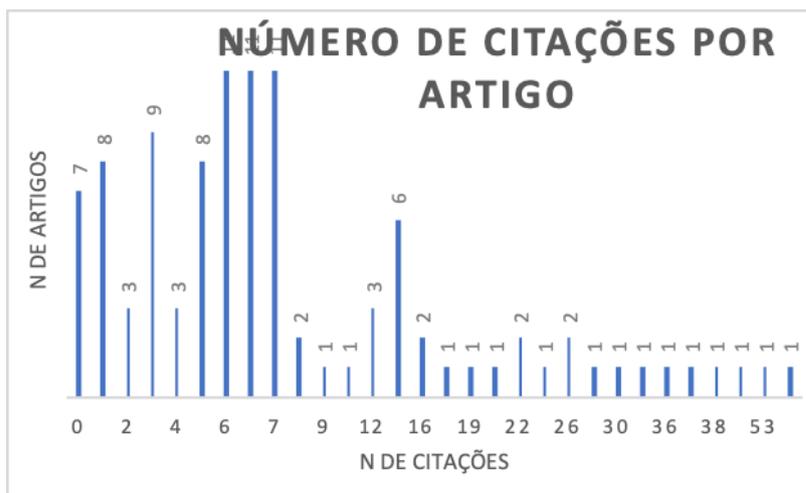


Figura 9 – Número de citações por artigo.

## Considerações Finais

Este estudo demonstra um baixo número de publicações com espécies da flora do cerrado ameaçadas de extinção, apenas um média de 1,5 artigos por espécie. Os resultados mostraram uma tendência de que quanto mais recente o estudo maior o número de autores e que o fator de impacto das revistas é maior quando as publicações possuem mais autores. Poucos estudos de revisão sobre estas espécies foram publicados. Enfim, há uma carência de produção científica com estas espécies, o que prejudica a obtenção de conhecimento sobre as mesmas e consequentemente a elaboração de estratégias de conservação, uma vez que se trata de espécies ameaçadas de extinção

## Agradecimentos

Ao CNPq pelo auxílio concedido da bolsa de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq) a Flavia Melo Rodrigues por todo apoio e orientação para o progresso e desenvolvimento deste projeto.

## Referências

AYRES, M., AYRES JÚNIOR, M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.A. 2007. BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Ong Mamiraua. Belém, PA.

REALIZAÇÃO



BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Lista oficial traz 472 espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção [internet]. 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/5076-lista-oficial-traz-472-especiesda-flora-brasileira-ameacadas-de-extincao>>. Acesso em 21 fevereiro 2018.

BERNARDO, B. N., Et. Al. Notícia - Combinação de políticas pode evitar extinções de proporções históricas projetadas para o Cerrado, mostra estudo coordenado por brasileiros, publicado na Nature Ecology and Evolution. INSTITUTO INTERNACIONAL PARA SUSTENTABILIDADE (IISS) [internet]. Disponível em: <http://www.iis-rio.org/noticia/75>

CROSS, Di; THOMSON, Simon; SIBCLAIR, Alexandra. Research in Brazil: A report for CAPES by Clarivate Analytics. Clarivate Analytics, 2018. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/images/stories/download/diversos/17012018-CAPESInCitesReport-Final.pdf>. Acesso em 05 mai.

EMBRAPA. REFLORA - Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira. 2019. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do;jsessionid=67C9B29BE0AA7CF49207542A076846FF>. Acesso em: 12 jan. 2019.

KLINK, CARLOS A.; MACHADO, RICARDO B. A conservação do Cerrado brasileiro. MEGADIVERSIDADE, Volume 1, Nº 1, Julho 2005.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

SCI Journal Impact Factor [internet]. BioxBio.com. 2012. [acesso em 7 fev 2013]. Disponível em <http://www.bioxbio.com/if/> .



VI Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG  
Ciência e Inovação como perspectivas para o  
Desenvolvimento Social e Sustentável  
de 16 a 18/10/2019  
Anápolis



SCOPUS [Internet]. Elsevier; 2017. [acesso 23 mar 2017]. Disponível em <http://www.scopus.com> .

---

REALIZAÇÃO

**PRG**  
Pró-Reitoria de  
Graduação

**PRP**  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

**PRE**  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis



Universidade  
Estadual de Goiás

## Estimativas de biomassa aérea lenhosa e estoque de carbono em remanescentes de cerrado em Goiás

Douglas B. Pereira<sup>1</sup> (IC)\*, Myllena L. Mendonça<sup>2</sup> (IC), Weuler A. Vasconcelos<sup>3</sup> (PG), Sabrina C. Miranda<sup>4</sup> (PQ)

1 Estudante de graduação em Agronomia na Universidade Estadual de Goiás-UEG Palmeiras de Goiás, Goiás; douglas-agro@outlook.com;

2 Estudante de graduação em Agronomia na UEG-Palmeiras de Goiás;

3 Mestre em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade Federal do Tocantins (UFT);

4 Professora pesquisadora na UEG-Palmeiras de Goiás, Goiás.

Resumo: O cerrado é uma formação florestal que se caracteriza por vegetação arbórea com aparência de elementos xeromórficos. Este trabalho objetivou estimar a biomassa aérea lenhosa e estoque de carbono associados a um remanescente de cerrado em Goiás, por meio de equações alométricas específicas. Selecionou-se um remanescente cerrado na área de reserva legal da fazenda Burity no município de Palmeiras de Goiás. Foram instaladas 10 parcelas de 20 x 50 m onde amostrou-se todos os indivíduos lenhosos com diâmetro da base, medido a 30 cm do solo,  $\geq 5$  cm, inclusive mortos em pé. Destes foram mensurados também o diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura total. No cerrado estudado foram amostrados 1.721 indivíduos lenhosos vivos, além de 349 mortos em pé. Os indivíduos vivos estão distribuídos em 109 espécies, 86 gêneros e 49 famílias. O índice de Shannon & Wiener e uniformidade de Pielou foi, respectivamente, 3,85 nats.ind<sup>-1</sup> e 0,82. As espécies *Tapirira guianensis* Aubl. e *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. foram as que apresentaram os maiores valores de IVI cerca de 10,75% do total. Do total de indivíduos mensurados estimou-se o estoque de carbono em 78,49 Mg.ha<sup>-1</sup> e biomassa lenhosa em 167 Mg.ha<sup>-1</sup>.

Palavras-chave: Formação florestal. Cerrado. Comunidade lenhosa.

### Introdução

O Cerrado abrange cerca de 200 milhões de hectares no Brasil, fazendo divisa com quase todos os biomas brasileiros, a exceção do Pampa, além de ser o segundo maior em extensão territorial (UNESCO, 2000). Trata-se da savana tropical mais rica e diversificada do mundo.

Para o Cerrado, Ribeiro e Walter (2008) descreveram onze diferentes fitofisionomias sendo elas: formações florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão); formações savânicas (cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral e vereda); e formações campestres (campo sujo, campo limpo e campo rupestre). Dentre estas, o cerradão é uma das menos conhecidas e estudadas.

Grande parte do Cerrado já foi desmatado ou degradado de alguma forma pela influência humana. Assim, as áreas de vegetação nativa do bioma estão perdendo espaço para as atividades agropecuárias e ampliação dos centros urbanos (MIGUEL et al., 2017). Deste modo, medidas para estimar a biomassa e o estoque de carbono regional são indispensáveis no contexto de mudança de uso da terra e mudanças climáticas (SANTANA et al., 2013).

A biomassa e o carbono contidos em diferentes partes da vegetação são parâmetros essenciais para o cálculo de emissões evitadas ou ainda para cômputo da emissão de partículas e gases de efeito estufa (GEE) resultantes da queima/conversão da vegetação, além de serem utilizados em planos sustentáveis de recursos florestais (ZIANIS et al., 2005).

Para estimativas de biomassa da vegetação e estoque de carbono, Rezende et al. (2006) afirmam que no Cerrado alguns aspectos devem ser observados como a grande variabilidade de espécies, diferenças entre indivíduos de uma mesma espécie e variabilidade existente no fuste e na copa dos indivíduos. Além disso, a metodologia utilizada para gerar estimativas distintas é um ponto importante. Miranda et al. (2014) afirmam que para o Cerrado é de grande relevância os estudos que utilizem metodologia padronizada, buscando diminuir incertezas. Neste contexto, são necessárias estimativas de estoque de carbono e biomassa aéreas para as formações nativas, contudo há escassez de dados na literatura.

Este trabalho objetivou obter estimativas da biomassa aérea lenhosa, e respectivo estoque de carbono, associados à um remanescente de cerradão em Goiás, a partir de equações alométricas específicas. Bem como, realizar comparações entre diferentes áreas.

## Material e Métodos

O local selecionado para o estudo foi um remanescente de cerrado localizado em área de reserva legal da Fazenda Buritis, município de Palmeiras de Goiás (Figura 1). O proprietário foi consultado e autorizou a realização do estudo.

Em campo foram instaladas 10 parcelas de 20 x 50 m, 1.000 m<sup>2</sup> cada, totalizando esforço amostral de 1 hectare. As parcelas foram distribuídas de modo a abranger a maior variação florístico-estrutural possível na área, sendo a primeira alocada a 50 m de distância da borda e as demais com maior distância possível entre si. Nas parcelas foram amostrados todos os indivíduos lenhosos com diâmetro da base, medido a 30 cm do solo,  $\geq 5$  cm, desconsiderando lianas, palmeiras e velozáceas, e incluindo os indivíduos mortos em pé.



Figura 1: Localização geográfica do fragmento de cerrado (Fazenda Buritis) selecionado para estudo no município de Palmeiras de Goiás-GO. Fonte: Google Earth.

Dos indivíduos incluídos pelo critério de inclusão, além do diâmetro da base, também foram mensurados o diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura total. O diâmetro foi medido com suta de alumínio e a altura com vara graduada em metros, ou ainda com auxílio de hipsômetro digital. A altura total foi considerada como a

projeção vertical da base do tronco até o ramo mais alto ou folhagem.

Os indivíduos bifurcados na base ou em touceiras foram incluídos no levantamento desde que pelo menos um dos troncos apresente o diâmetro mínimo de inclusão. Neste caso, a partir da medida de cada tronco calculou-se a média quadrática, com o objetivo do uso de um diâmetro único para cada indivíduo, conforme sugerido por Scolforo (1994).

As famílias botânicas foram classificadas conforme o sistema do *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV, 2016). Os nomes dos autores de todas as espécies foram conferidos por meio de consultas ao “W3 Tropicos” e a identificação foi realizada *in loco*. Para as espécies não identificadas no momento da mensuração coletou-se três a quatro amostras para posterior identificação via comparação em herbário ou consultas a especialistas. O material testemunho encontra-se depositado no Herbário Didático da UEG-Campus Palmeiras de Goiás.

A partir dos dados levantados em campo foram geradas estimativas da biomassa aérea lenhosa, e respectivo estoque de carbono aéreo, utilizando a equação proposta por Scolforo et al. (2015) para a formação denominada *Densely Wooded Savanna*, equivalendo-se ao cerradão, sendo esta:

$$C = e^{-10.8771683824+2.6359736325\ln(DAP)+0.60878059946\ln(Ht)}$$

Onde: C = estoque de carbono acima do solo (Mg) para cada indivíduo arbóreo; e = base do logaritmo natural; ln = logaritmo natural; DAP = diâmetro à altura do peito; Ht = altura total da árvore.

Considerou-se que o carbono corresponde a 47% da biomassa conforme as diretrizes do Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC, 2006). Os parâmetros fitossociológicos foram calculados de acordo com Müeller-Dombois e Ellenberg (1974).

## Resultados e Discussão

No cerradão estudado foram amostrados 1.721 indivíduos lenhosos vivos e 349 mortos em pé. Os indivíduos vivos estão distribuídos em 109 espécies, 86 gêneros e 49 famílias (Tabela 1). Vasconcelos et al. (2019) em área de cerradão em

Itapirapuã-GO, utilizando a mesma metodologia, amostraram um total de 1.862 indivíduos, 1.699 vivos e 163 mortos em pé, distribuídos em 128 espécies, 78 gêneros e 41 famílias, valores próximos aos encontrados nesse estudo.

A diversidade florística calculada pelos índices de Shannon & Wiener ( $H'$ ) e uniformidade de Pielou ( $J'$ ) foi, respectivamente, 3,85 nats.ind<sup>-1</sup> e 0,82. O índice de diversidade ficou próximo ao limite superior da faixa de variação obtida para outras 12 áreas de cerradão no Brasil, os valores variaram entre 2,13 e 4,00 nats.ind<sup>-1</sup> (MIRANDA et al., 2017).

Tabela 1. Parâmetros fitossociológicos e síndrome de dispersão dos indivíduos arbóreos amostrados em remanescente de cerradão em Palmeiras de Goiás. Em que: DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa (%); DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; FA = frequência absoluta (%); FR = Frequência relativa (%); IVI = Índice de valor de importância.

Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
Morta	349	16,9	100	2,2	1,92	11,5	30,5
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	162	7,83	100	2,2	1,48	8,84	18,9
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	119	5,75	100	2,2	0,91	5,42	13,4
<i>Curatella americana</i> L.	83	4,01	100	2,2	0,85	5,04	11,3
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel*	66	3,19	90	1,98	0,99	5,91	11,1
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	92	4,44	70	1,54	0,81	4,85	10,8
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss.	109	5,27	80	1,76	0,63	3,74	10,8
<i>Roupala montana</i> Aubl.	88	4,25	90	1,98	0,67	3,97	10,2
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	40	1,93	100	2,2	0,62	3,72	7,86
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	30	1,45	100	2,2	0,53	3,19	6,84
<i>Bowdichia virgilliloides</i> Kunth	29	1,4	90	1,98	0,53	3,13	6,52
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	109	5,27	80	1,76	0,63	3,74	10,8
<i>Alibertia edulis</i> var. <i>edulis</i> (Rich.) A.Rich.	52	2,51	100	2,2	0,13	0,79	5,5
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	14	0,68	70	1,54	0,52	3,11	5,32
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	43	2,08	80	1,76	0,24	1,41	5,25
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	29	1,4	90	1,98	0,3	1,81	5,19
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	34	1,64	100	2,2	0,18	1,1	4,94
<i>Ouratea glaucescens</i> Engl.	34	1,64	70	1,54	0,26	1,56	4,74
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	21	1,01	40	0,88	0,42	2,5	4,39
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	19	0,92	70	1,54	0,29	1,74	4,2
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	30	1,45	90	1,98	0,09	0,53	3,96
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	23	1,11	80	1,76	0,18	1,06	3,93
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	30	1,45	70	1,54	0,14	0,85	3,84
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Pierre	25	1,21	80	1,76	0,13	0,8	3,77
<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil.	15	0,72	70	1,54	0,24	1,44	3,7
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart.) Robyns	16	0,77	80	1,76	0,17	1,01	3,54
<i>Plathymeria reticulata</i> Benth.	17	0,82	80	1,76	0,15	0,87	3,45

Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	18	0,87	60	1,32	0,19	1,16	3,35
<i>Cordia macrophylla</i> (K. Schum.) Kuntze	24	1,16	80	1,76	0,05	0,3	3,22
<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	18	0,87	50	1,1	0,2	1,18	3,15
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	18	0,87	50	1,1	0,18	1,05	3,02
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	23	1,11	60	1,32	0,07	0,41	2,84
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	17	0,82	60	1,32	0,1	0,59	2,73
<i>Scutia cf buxifolia</i> Reissek	12	0,58	80	1,76	0,04	0,26	2,6
<i>Diospyros burchellii</i> Hiern	12	0,58	50	1,1	0,13	0,77	2,45
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev	15	0,72	50	1,1	0,09	0,53	2,36
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	14	0,68	60	1,32	0,05	0,3	2,29
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	13	0,63	50	1,1	0,09	0,56	2,29
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	18	0,87	50	1,1	0,18	1,05	3,02
<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	15	0,72	60	1,32	0,03	0,19	2,24
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. Ex J.A. Schmidt) Lundell	15	0,72	50	1,1	0,05	0,32	2,14
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	9	0,43	50	1,1	0,07	0,44	1,97
Sapindaceae 1	9	0,43	40	0,88	0,1	0,62	1,93
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	5	0,24	30	0,66	0,13	0,78	1,68
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltld.) K.Schum.	9	0,43	50	1,1	0,02	0,14	1,68
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart.) A. Robyns	7	0,34	50	1,1	0,04	0,21	1,65
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	8	0,39	40	0,88	0,06	0,38	1,65
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	7	0,34	50	1,1	0,02	0,12	1,56
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	6	0,29	50	1,1	0,02	0,1	1,49
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll. Arg.	9	0,43	40	0,88	0,02	0,15	1,46
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	8	0,39	30	0,66	0,06	0,36	1,41
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth. ex Hook. f.	5	0,24	40	0,88	0,03	0,2	1,32
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	6	0,29	30	0,66	0,06	0,34	1,29
<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill.	4	0,19	40	0,88	0,03	0,18	1,26
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	6	0,29	40	0,88	0,01	0,08	1,25
Rubiaceae 1	9	0,43	30	0,66	0,02	0,14	1,24
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	7	0,34	30	0,66	0,04	0,21	1,21
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	6	0,29	20	0,44	0,08	0,47	1,2
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	4	0,19	40	0,88	0,01	0,07	1,15
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	5	0,24	30	0,66	0,04	0,24	1,14
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	3	0,14	30	0,66	0,05	0,32	1,12
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	3	0,14	30	0,66	0,05	0,31	1,12
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	5	0,24	20	0,44	0,07	0,4	1,08
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	3	0,14	30	0,66	0,04	0,22	1,03
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart	4	0,19	10	0,22	0,09	0,57	0,98
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltld.	5	0,24	30	0,66	0,01	0,06	0,97
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	5	0,24	20	0,44	0,02	0,15	0,83

Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	4	0,19	20	0,44	0,03	0,17	0,81
<i>Cecropia</i> sp	3	0,14	20	0,44	0,03	0,16	0,75
<i>Licania apetala</i> (E.Mey.) Fritsch	3	0,14	20	0,44	0,01	0,07	0,65
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	3	0,14	20	0,44	0,01	0,07	0,65
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	3	0,14	20	0,44	0,01	0,06	0,65
<i>Eugenia</i> sp.1	3	0,14	20	0,44	0,01	0,06	0,65
<i>Neea theifera</i> Oerst.	2	0,1	20	0,44	0,02	0,1	0,64
<i>Viola sebifera</i> Aubl.	3	0,14	20	0,44	0	0,03	0,61
<i>Myrsine gardneriana</i> A. DC.	2	0,1	20	0,44	0,01	0,06	0,6
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	2	0,1	20	0,44	0,01	0,05	0,58
<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	2	0,1	20	0,44	0,01	0,04	0,58
Fabaceae 1	2	0,1	20	0,44	0	0,03	0,56
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	2	0,1	20	0,44	0	0,02	0,56
Sapindaceae 2	2	0,1	20	0,44	0	0,02	0,56
<i>Eugenia aurata</i> O.Berg	2	0,1	20	0,44	0	0,01	0,55
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	1	0,05	10	0,22	0,05	0,27	0,54
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	3	0,14	10	0,22	0,02	0,14	0,51
<i>Bauhinia</i> sp.1	4	0,19	10	0,22	0,01	0,06	0,47
<i>Rourea induta</i> Planch.	2	0,1	10	0,22	0,02	0,14	0,45
<i>Trichilia</i> sp.1	1	0,05	10	0,22	0,03	0,18	0,45
Myrtaceae	3	0,14	10	0,22	0,01	0,08	0,44
Malpighiaceae 1	1	0,05	10	0,22	0,02	0,13	0,4
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	1	0,05	10	0,22	0,02	0,12	0,39
<i>Byrsonima basiloba</i> A. Juss.	1	0,05	10	0,22	0,02	0,11	0,38
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	2	0,1	10	0,22	0,01	0,04	0,36
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A. Juss.	2	0,1	10	0,22	0,01	0,04	0,35
<i>Schefflera</i> sp.1	1	0,05	10	0,22	0,01	0,05	0,32
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F.Blake	1	0,05	10	0,22	0,01	0,04	0,3
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	1	0,05	10	0,22	0,01	0,03	0,3
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	1	0,05	10	0,22	0,01	0,03	0,3
Rubiaceae 2	1	0,05	10	0,22	0	0,02	0,28
<i>Maytenus floribunda</i> Reissek	1	0,05	10	0,22	0	0,01	0,28
<i>Bauhinia</i> sp.2	4	0,19	10	0,22	0,01	0,06	0,47
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	1	0,05	10	0,22	0	0,01	0,28
Sapotaceae	1	0,05	10	0,22	0	0,01	0,28
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	1	0,05	10	0,22	0	0,01	0,28
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	1	0,05	10	0,22	0	0,01	0,28
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	1	0,05	10	0,22	0	0,01	0,28
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	1	0,05	10	0,22	0	0,01	0,28
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	1	0,05	10	0,22	0	0,01	0,28
<i>Ilex ferruginea</i> Hand.-Mazz.	1	0,05	10	0,22	0	0,01	0,28
<i>Aspidosperma</i> sp.1	1	0,05	10	0,22	0	0,01	0,28
<b>TOTAL</b>	<b>2.070</b>	<b>100</b>	<b>4.540</b>	<b>100</b>	<b>16,7</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Fonte: Autor (2019).

\* *Tachigali vulgaris* L.F. Gomes da Silva & H.C. Lima – sinônima aceita.

As espécies *Tapirira guianensis* Aubl. e *Xylopiya aromatica* (Lam.) Mart. apresentaram os maiores valores de IVI na área (somaram 10,75% do total) corroborando os resultados encontrados por Solórzano et al. (2012), Giácomo et al. (2015), Miguel et al. (2017) e Vasconcelos et al. (2019) em áreas de cerradão. Além delas, *Emmotum nitens*, *Qualea grandiflora*, *Tachigali vulgaris*, *Copaifera langsdorffii*, *Vatairea macrocarpa* e *Bowdichia virgilioides* são espécies que em conjunto podem ser utilizadas para caracterizar o cerradão (SÓLORZANO et al., 2012), assim como *Caryocar brasiliense* (RIBEIRO; WALTER, 2008), todas amostradas nesse estudo.

O diâmetro dos indivíduos arbóreos variou de 5,0 cm a 55,5 cm, média de 10,52 cm e coeficiente de variação (CV) 50,9%. A altura média dos indivíduos lenhosos variou de 0,72 m (*Roupala montana*) a 15,0 m (*Sclerolobium paniculatum*), média 5,85 m e CV 41,18%. Com base nos valores de diâmetro e altura estimou-se o estoque de carbono em 78,49 Mg.ha<sup>-1</sup> e biomassa lenhosa em 167 Mg.ha<sup>-1</sup>. Tais valores corroboram os encontrados por Miguel et al. (2017), em área de cerradão no Tocantins, e por Scolforo et al. (2015) em diferentes formações de Cerrado em Minas Gerais.

A análise dos parâmetros por parcela mostrou que nas parcelas 7, 9 e 10 foram estimados os maiores valores de estoque de carbono aéreo (> 9 Mg.ha<sup>-1</sup>), em contrapartida estas parcelas apresentaram os menores valores de diversidade e equitabilidade (Tabela 2). Tal fato pode estar relacionado à alta densidade de *Tapirira guianensis* nestas parcelas, pois esta foi a espécie mais importante em termos de estoque de carbono aéreo no cerradão estudado (10% do total). Além disso, há necessidade de investigar fatores ambientais que em escala local podem influenciar os estoques de carbono e o incremento em biomassa aérea lenhosa.

Tabela 2. Valores de riqueza, diversidade, equabilidade, estoque de carbono e biomassa por parcela do remanescente de cerradão em Palmeiras de Goiás-GO, onde: S = riqueza; H' = índice de Shannon; J' = equabilidade de Pielou; N=número de indivíduos; ECVL = estoque de carbono da vegetação lenhosa; BAVL = biomassa aérea da vegetação lenhosa

Parcela	S	Diversidade		N	ECVL	BAVL
		H'	J'		(Mg.ha <sup>-1</sup> )	(Mg.ha <sup>-1</sup> )
CD1	43	3,36	0,89	228	7,42	15,78
CD2	40	3,37	0,91	189	6,87	14,42
CD3	46	3,46	0,90	211	6,75	14,36
CD4	49	3,27	0,84	232	6,55	13,94

CD5	46	3,44	0,89	210	8,20	17,45
CD6	43	3,41	0,90	188	5,72	12,17
CD7	41	3,10	0,83	208	9,15	19,46
CD8	41	3,35	0,90	189	6,97	14,82
CD9	30	2,47	0,72	217	9,50	20,21
CD10	41	3,07	0,82	198	11,36	24,17

## Considerações Finais

As análises realizadas ressaltaram a importância das áreas de reserva legal em termos de manutenção da biodiversidade local e armazenamento de carbono aéreo associado à vegetação lenhosa.

Este trabalho mostra-se relevante, pois contribuiu com estimativas de carbono aéreo na vegetação lenhosa inéditas para a região de Palmeiras de Goiás, um município predominantemente agrícola.

## Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão da Bolsa de Iniciação Científica ao primeiro autor.

## Referências

- APG IV. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV.** Botanical Journal of the Linnean Society, v. 181, n. 1, p.1-20, 2016.
- GIÁCOMO, R. G. *et al.* Florística e Fitossociologia em Áreas de cerradão e Mata Mesofítica na Estação Ecológica de Pirapitinga, MG. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 3, p.287-298, 2015.
- IPCC. Agriculture, Forestry and Other Land Use. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** Japan: IGES, v. 4, 2006.
- MIGUEL, E. P. *et al.* Floristic, structural, and allometric equations to estimate arboreal volume and biomass in a cerradão site. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p.1691-1702, 2017.
- MIRANDA, S. C.; BUSTAMANTE, M.; PALACE, M.; HAGEN, S.; KELLER, M.; FERREIRA, L. G. Regional Variations in Biomass Distribution in Brazilian Savanna Woodland. **Biotropica**, v. 46, n. 2, p. 125-138, 2014.



- MIRANDA, S. C.; DE-CARVALHO, P. S.; SILVA JÚNIOR, M. C. Atributos ecológicos de espécies amplamente distribuídas em cerrado sentido restrito: Capítulo I. In: RIBON, A. A.; DE-CARVALHO, P. S.; MIRANDA, S. C. **Tópicos em Conservação e Manejo do Cerrado**. Goiânia: Ed. Kelps, p. 13-37, 2017.
- MÜLLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley & Sons. 574 p, 1974.
- Rezende, A. B.; TEIXEIRA DO VALE, A.; SANQUETTA, C. R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; FELFILE, J. M. Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado sensu stricto em Brasília, DF. **Scientia Forestalis**, n. 71, p. 65-76, 2006.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora. Brasília DF, p. 151-212, 2008.
- SANTANA, O. A.; IMAÑA ENCINAS, J.; INÁCIO, E. S. B.; AMORIM, L. B.; VILAVERDE, J. L. J. Relação entre o índice de avermelhamento do solo e o estoque de carbono na biomassa aérea da vegetação de cerrado. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 783-794, 2013.
- SCOLFORO, H. F. et al. Spatial Distribution of Aboveground Carbon Stock of the Arboreal Vegetation in Brazilian Biomes of Savanna, Atlantic Forest and Semi-Arid Woodland. **Plos One**, [s.l.], v. 10, n. 6, p.1-20, 2015.
- SCOLFORO, J.R. 1994. **Mensuração florestal**. ESAL/FAEPE, Lavras.
- SOLÓRZANO, A. *et al.* Perfil florístico e Estrutural do componente lenhoso em seis áreas de cerradão ao longo do bioma Cerrado. **Acta Botânica Brasílica**, v. 26, n. 2, p. 328-341, 2012.
- UNESCO 2000. Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço. Brasília-DF. p. 53.
- VASCONCELOS, W. A. et al. A vegetação lenhosa de cerradão na bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás: Capítulo I. In: MIRANDA, S. C.; DE-CARVALHO, P. S.; RIBON, A. A. **Tópicos em conservação e manejo do cerrado: biodiversidade, solos e uso sustentável**. Goiânia: Editora Kelps, 2019. p. 9-30.
- ZIANIS, D., P. MUUKKONEN, R. MAKIPAA, AND M. M, 2005. Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. **Silva Fennica Monographs** 4: p.63p.

## ESTUDO TAXONÔMICO DE FLORA FOSSIL DO PERÍODO QUATERNÁRIO PROVENIENTE DO MUNICÍPIO DE FORMOSA, ESTADO DE GOIÁS

**\*Clara Larissa Pereira da Silva (IC), Prof. Dr. Cláudio Magalhães de Almeida (PQ)**  
**Universidade Estadual de Goiás Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas, BR-153 3105**  
**Fazenda Barreiro do Meio, Anápolis - GO, 75132-903**  
claralarissa38@gmail.com

A densa ocorrência estratigráfica das folhas fósseis pode fornecer uma grande quantidade de informações sobre a composição e diversidade de floras passadas. A compressão das folhas e, os fósseis de impressão são os restos macroscópicos mais comuns das plantas que geralmente estão desconectados de outros órgãos das plantas sendo este, um fator contribuinte para uma classificação mais dificultosa e, conseqüentemente um resultado menos exato. O objetivo principal deste trabalho é apresentar o estudo taxonômico baseado na assemblagem de folhas fósseis recuperada em afloramento de unidade sedimentar pequena, próxima ao distrito de Bezerra, Município de Formosa (GO). As amostras foram coletadas em pelitos maciços caracterizados pelo empastilhamento, que dificulta o trabalho de coleta de impressões inteiras e, passaram por um processo de preparação mecânica para tornar possível o estudo em laboratório. Os espécimes aqui analisados constituíram-se nos macrorestos de folhas pertencentes a angiospermas dicotiledôneas. O estudo dos fitofósseis aqui apresentados possui importantes informações que atribui um melhor entendimento do paleoclima e paleoflora da região.

Palavras chave: Tafonomia, fitofósseis, paleoflora

### Introdução

A paleontologia, ciência que estuda o passado da vida na terra, ajuda a compreender o contexto evolutivo e ecológico da vida antiga, pode ser dividida em várias áreas e uma delas, a paleobotânica, que compreende o estudo dos fitofósseis que, permite a construção de paleoclimas além de fornecerem importantes informações a respeito da evolução da vida na terra, o estudo se torna crucial para a compreensão e funcionamento das paleocomunidades.

Devido à natureza fragmentária da preservação dos restos vegetais, a classificação de plantas fósseis torna-se dificultosa pois, muitos fósseis são compostos apenas por uma parte do órgão vegetal.

A preservação dos fósseis vegetais mais comuns são os fósseis de impressão foliar que, geralmente são preservados desconectados de outros órgãos das plantas. Devido à sua abundância e a sua densa ocorrência estratigráfica, as folhas fósseis podem fornecer uma enorme quantidade de informações sobre a composição e diversidade de floras passadas (Ellis et al. 2009).

#### REALIZAÇÃO

Estudar caracteres de múltiplos órgãos da mesma planta permite que os táxons fósseis sejam descritos de forma mais abrangente e as relações sistemáticas sejam estabelecidas com maior certeza do que pode ser obtido a partir de folhas isoladas (Ellis *et al.* 2009). Além disso, uma única planta pode apresentar várias folhas com diferentes caracteres morfológicos entre elas, sendo possível que apenas um morfótipo pode representar mais de uma espécie ou mesmo mais de um gênero. No entanto, para que os morfotipos possam ser formalmente descritos e utilizados em aplicações estratigráficas e paleoclimáticas o pesquisador deve estar seguro de uma identificação ao menos a nível específico.

O motivo da realização deste se faz devido a importância das informações que podem ser obtidas através do estudo de fitofósseis a respeito da evolução na vida da terra e ao melhor entendimento da paleoecologia e do paleoclima da região.

O objetivo principal deste trabalho é apresentar o estudo taxonômico baseado na análise da assemblagem de folhas fósseis recuperadas em afloramentos de unidade sedimentar, ainda sem descrição formal, próximo ao Distrito de Bezerra, Município de Formosa (GO).

## Material e Métodos

O estudo foi realizado baseado no conjunto de 25 amostras, em que, os fósseis foram preservados como compressões e impressões. Destes, 19 amostras apresentam impressões foliares e 6 são apenas fragmentos de rochas, ou seja, não possuem impressão foliar. Os espécimes estudados estão depositados no *Campus* CCET/UEG, (Sessão de Geologia e Paleontologia-**SEGEO**).

As amostras foram coletadas em pelitos maciços e passaram por um processo de preparação mecânica para tornar possível o estudo em laboratório.

Os espécimes foram selecionados através de características arquitetônicas das folhas impressas nas rochas e o espécime mais completo e bem preservado foi selecionado para ser o holomorfótipo para cada um dos possíveis grupos a que são constituintes.

A classificação dos morfotipos foram realizadas através de observação em lupa

estereoscópica e, de acordo com o Manual de arquitetura da folha (Ellis *et al.*, 2009), utilizando parâmetros que envolve uma classificação feita com base na morfologia das margens e padrões de nervação que são caracteres geralmente variáveis nos caracteres dos morfotipos estudados. Utilizou-se também, uma ficha modelo para auxiliar na descrição morfológica dos espécimes aqui apresentados (Ash *et al.*, 1999).

## Resultados e Discussão

Os fósseis estudados foram preservados por meio de compressão e impressão, sendo que os espécimes estudados constituem em folhas pertencentes ao grupo das angiospermas eudicotiledôneas. Para obtenção desse resultado, foi feita a classificação daquelas impressões mais semelhantes entre si. Foi possível concluir a identificação de 2 morfotipos pertencentes a Ordem Proteales, Família Proteaceae e Ordem Myrtales, Família Melastomataceae. Devido ao fato de o material utilizado possuir uma grande variedade de morfotipos, a classificação das folhas torna-se mais exata.

## Considerações Finais

A classificação de folhas fósseis é dificultosa devido ao fato de a preservação das mesmas apresentarem apenas partes dos vegetais que derivaram, além disso, em uma única planta pode ocorrer uma série de variações no formato das folhas que pode acabar dificultando ainda mais no processo de classificação e, consequentemente na conclusão de um resultado mais exato. Devido a esses fatores, os resultados foram obtidos de acordo com as exigências de classificação das folhas fósseis buscando realizá-las de maneira mais precisa possível. Sendo assim, concluo que, o estudo dos mesmos é de suma importância pois, devido à complexidade das plantas nos ecossistemas terrestres as mesmas possuem importantes informações que contribuem para o melhor entendimento da paleoflora da região.

## Agradecimentos

REALIZAÇÃO

PRG  
Pró-Reitoria de  
Graduação

PRP  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

PRE  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis



Universidade  
Estadual de Goiás



Agradeço ao CNPq pelo incentivo financeiro pois, sem o mesmo tal projeto não teria se realizado.

## Referências

ELLIS, B.et al. **Manual de Arquitetura da folha descrição morfológica e categorização de angiospermas monocotiledôneas e dicotiledôneas.**

Washington, D.C: 2009.

SILVA, S.C.S. **Flora Pleistocênica do Paleolago cemitério, Catalão, GO:**

**“Taxonomia e fitofisionomia”.** Tese (Programa de Pós-graduação em Geociências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CARVALHO, S.I. **Paleontologia: Conceitos e métodos.** 3.ed. Rio de Janeiro: 2010.

HOLZ, M.et al. **Elementos Fundamentais de Tafonomia.** 1.ed. Rio Grande do Sul: 2002.

---

### REALIZAÇÃO

PRG  
Pró-Reitoria de  
Graduação

PRP  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

PRE  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis



Universidade  
Estadual de Goiás



## **Impacto das alterações na paisagem e climática sobre a composição funcional da microbiota de ambientes aquáticos continentais**

Jéssica Fagundes Felipe (IC)\*<sup>1</sup>, Karine Borges Machado (PQ)<sup>2</sup>,

João Carlos Nabout (PQ)<sup>3</sup>.

\*fagundesjessica751@gmail.com

Universidade Estadual de Goiás: Br 153 nº 3.105-Fazenda Barreiro do Meio – Caixa Postal: 459. CEP: 75.132-903.

### **RESUMO:**

As algas e fitoplâncton são seres de suma importância ao planeta, apesar de não serem muito conhecidas, as algas são responsáveis pela presença da maior parte do oxigênio dissolvido na água, o que possibilita a sobrevivência de vários seres que ali habitam, já os fitoplâncton são de suma importância ecológica, já que servem de alimento para vários seres, sem contar seus outros diversos papéis. Além dessas importâncias, esses seres são ótimos sinalizadores da qualidade da água, e são muito utilizados em estudos que contemplam o ambiente aquático, tanto marinho, quanto de água doce. Suas características específicas para cada ambiente e a presença de certas espécies em locais alterados pode demonstrar suas deficiências e facilitar em sua reconstrução. Mesmo não havendo várias pesquisas sobre esses seres, sua diversidade é enorme e se pode fazer vários estudos que podem facilitar o entendimento da vida aquática e em como se pode prevenir diversos desastres ecológicos nesse meio.

Palavras-chave: Fitoplâncton. Alga. Ambiente aquático. Água doce.

### **Introdução**

O planeta sofre com constantes modificações e nos últimos anos a temperatura vem sofrendo um aumento constante. Dentre os vários fatores que podem ocasionar diferenciação na comunidade de algas, a temperatura pode ser um

<sup>1</sup> Graduanda em Ciências Biológicas – Licenciatura na Universidade Estadual de Goiás - Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas

<sup>2</sup> Doutora pelo programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução, bolsista do programa CAPES na Universidade Federal de Goiás

<sup>3</sup> Professor Doutor na Universidade Estadual de Goiás – Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo

dos motivos que geram a modificação das espécies predominantes daquele meio afetado, segundo Chu et al. (2007).

Assim como a temperatura, os componentes que servem como nutrição para as algas, como o fósforo e o nitrogênio, ao sofrerem enriquecimento podem ocasionar o crescimento de sua comunidade como demonstrado na pesquisa de Vercellino (2007).

As mudanças climáticas globais podem colocar em risco a qualidade dos recursos hídricos e ocasionar modificações na biodiversidade (Nobre, 2010). Como as algas são um sinalizador da qualidade hídrica do local que habitam, é importante saber qual será a resposta das mesmas diante a transformação do seu habitat.

Sendo assim, esse estudo busca pesquisar a influência climática e de concentração de nutrientes na composição funcional da microbiota aquática e de ambientes continentais, visando prever a resposta das algas ao aquecimento global e alterações de paisagem.

## Material e Métodos

### *Delineamento experimental*

No presente estudo desenvolvemos um experimento em microcosmo para avaliar o efeito da temperatura e nutrientes na composição de grupos funcionais de microalgas. Para isso foi considerado dois fatores para elaboração do delineamento experimental: i) Temperatura e ii) Nutrientes. Portanto, o desenho consistiu simultaneamente em dois fatores (temperatura e nutrientes) repetidos aproximadamente por 15-20 dias.

A pesquisa foi do tipo experimental e quantitativa, utilizando espécies fitoplanctônicas microscópicas encontradas em uma lagoa próxima ao córrego Urubu, o qual está localizado na Trilha do Tatu da Universidade Estadual de Goiás, no Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo. A água coletada foi distribuída em 12 aquários com cada um contendo 20L. As amostras coletadas não foram pré-filtradas, uma vez que isso poderia retirar espécies maiores que a malha (e.g. maiores que 2micrómetros) (Nogueira et al. 2014).



Os aquários foram distribuídos e cada um ficou com um aquecedor. Baseado em condições climáticas da região central do Goiás (ver Moura et al. 2017), os aquários foram distribuídos metade com uma temperatura de 24° e metade com a temperatura de 30°. Os valores de temperatura foram obtidos em uma grid da base EcoClimate (Lima-Ribeiro et al. 2015) de toda a região neotropical que apresentam dados climáticos atuais e futuros para diferentes cenários e modelos de circulação global. Definimos os valores de temperatura e precipitação utilizando o modelo CCSM (Community Climate System Model), RCP 4.5 (cenário intermediário) que é um modelo frequentemente utilizado em pesquisas com mudanças climáticas globais (Ho 2011, Kirtman 2012, Pendergrass & Hartmann 2012, Marinov et al. 2013).

Para cada temperatura foi dividido aquários com concentrações diferentes de nutrientes. Um conjunto de 6 aquários com concentração de nutrientes (nitrogênio total e fósforo total) igual ao lago onde foi coletado. O outro conjunto com uma concentração de nutriente muito superior ao encontrado no lago (simulando uma eutrofização do ambiente). A adição de nutrientes foi feita no início do experimento. Portanto, os dois tratamentos (temperatura e nutrientes) apresentaram dois níveis cada. Destaca-se que os frascos foram aleatorizados para cada temperatura, reduzindo problemas experimentais causados pela localização da unidade experimental.

Amostras de água foram coletadas em cada uma das unidades experimentais no início e final do experimento. Variáveis limnológicas como condutividade, oxigênio dissolvido, pH e turbidez foram mensuradas a cada quatro dias. Para isso foi utilizada sonda multiparâmetro da marca Eureka Manta 2. A composição taxonômica foi representada pela densidade das espécies. A densidade do fitoplâncton foi estimada pelo método de Utermöhl (1958) em microscópio invertido Zeiss Axiovert25 de 400 aumentos, usando-se tempo de sedimentação de pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara (Margalef, 1983). Os organismos foram identificados até o menor nível taxonômico possível. As espécies foram agrupadas pelo tipo de grupos funcionais: Grupos Morfofuncionais (Kruk et al. 2010).

O experimento teve duração de 24 dias. Existe uma grande variação no tempo de duração para experimentos envolvendo a microbiota, que compreendem a

dias (p. ex. Gonzáles et al. 2013) semanas ou até mesmo anos (p. ex. Moss et al. 2003). No entanto, é aconselhado considerar o tempo de vida dos organismos (Yodzis 1988). A microbiota (fitoplâncton) possui um ciclo de vida muito curto e em poucos dias é possível acompanhar inúmeras gerações.

### Análise de dados

A diferença entre os tratamentos foi conferida utilizando um teste de Análise de Variância Multivariada (MANOVA;  $P < 0.05$ ) (Zar 2010). Onde a variável dependente corresponde a composição de grupos funcionais bem como seus valores de densidade. Enquanto que as preditoras consistem aos níveis de temperatura e nutrientes.

## Resultados e Discussão

No experimento foram encontradas 14 espécies no total, sendo a cianobactéria *Synechococcus* e a alga *Cryptomonas erosa* encontradas em maior abundância, essas espécies foram divididas em 5 grupos funcionais, sendo o grupo funcional IV encontrado em maior frequência, que é um grupo menos especializado e de tamanho médio.

Foi possível observar através do experimento realizado, a relação do enriquecimento de nutrientes do ambiente com a estrutura funcional da unidade fitoplantônica, enquanto a temperatura não tem relação com a mesma. Pode-se observar esse resultado no quadro 1.

	Grau de liberdade	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	R2	P
temperatura	1	-12,231	-12,231	-9,5639	-0,37653	0,975
nutriente	1	22,212	22,2119	17,3683	0,68378	0,044
temperatura.nutriente	1	12,272	12,2719	9,5959	0,37779	0,142
Residuals	8	10,231	1,2789		0,31496	
Total	11	32,484			1	

### Quadro 1

O valor de P, inferior a 0,05 em relação aos nutrientes demonstra que deve descartar a hipótese nula, a qual seria que os nutrientes não interferem na estrutura funcional da unidade fitoplantônica, isso demonstra que independente da temperatura, houve diferença dos grupos funcionais descritos por Kruk et al.(2010).



O grupo dominante no tratamento oligotrófico foi da cianobactéria *Synechococcus* e no tratamento eutrófico foi a espécie de alga *Cryptomonas erosa*.

Analisando os resultados obtidos, pode-se observar a influência da quantidade de nutrientes sobre os grupos funcionais presentes nos aquários no final do experimento, já a temperatura, não teve nenhum efeito nos mesmos, ou seja, os grupos funcionais encontrados apresentam um nicho ecológico para ambas temperaturas, mas diferentes concentrações de nutrientes.

No ambiente oligotrófico, que é o normal daquele local, a maior presença foi da cianobactéria *Synechococcus*, que sobrevivem em diversas condições, tanto extremas como favoráveis a diversas espécies, isso explica o motivo pelo qual ela também foi muito encontrada no tratamento eutrófico, já a alga *Cryptomonas erosa* encontrada em abundância no tratamento eutrófico necessita de mais nutrientes, por isso não foi encontrado no ambiente oligotrófico.

Estudos sobre eutrofização do ambiente já foram feitos em vários locais, um deles foi o lago Alto Flumendoza, o qual foi estudado por alguns anos e naturalmente teve mudanças no seu estado trófico e apresentou diferenças na abundância de cada espécie fitoplanctônica presente lá, isso é descrito no artigo de Meregalli et al. (2002).

Macro e micronutrientes, tais como nitrogênio, fósforo, sílica, ferro, molibdênio, cobre, zinco, etc. são recursos essenciais ao fitoplâncton. Vários traços funcionais caracterizam a absorção e utilização de nutrientes e seus valores diretamente afetam o desempenho das espécies (BRASIL; HUSZAR, 2011). Isso demonstra o motivo pelo qual algumas espécies só apresentam sucesso em um ambiente com quantidades de nutrientes específicos, e o motivo pelo qual algumas espécies de fitoplâncton resistem até mesmo em locais com baixos níveis de nutrientes, já que a absorção dos mesmos depende dos seus traços funcionais.

Alguns estudos feitos em relação a temperaturas extremas geraram resultados aos quais demonstravam que poderiam selecionar fitoplânctons mais resistentes a determinadas temperaturas, como o caso das diatomáceas serem mais resistentes a temperaturas mais altas, como descrito no trabalho de Mendiola, et al. (1985), no caso desse trabalho, não se pode observar essa diferença,



possivelmente, devido às temperaturas não serem tão distintas e o clima da região apresentar variância frequente e as espécies serem adaptadas a esse tipo de clima.

## Considerações Finais

Decorrente desse estudo se pode ter maneiras para estudar a qualidade da água das regiões próximas, já que os fitoplanctons são ótimos bioindicadores da qualidade da água, e sabendo dos grupos funcionais mais decorrentes em cada estágio de eutrofização, se pode ter maior facilidade nesses estudos, já que é uma ótima ferramenta de avaliação de qualidade ambiental para ambientes de transição e é facilmente calculável (BAZZONI, et al, 2012).

Mesmo sem observar relação entre a temperatura com a estrutura funcional dos fitoplânctons, o estudo pode demonstrar o nicho ecológico das espécies encontradas durante o experimento e demonstrar que somente a temperatura, não interfere no tipo de espécie que habita determinado local.

## Agradecimentos

Agradecimento a UEG pela oportunidade de poder desenvolver essa pesquisa, ao CNPQ pelas bolsas oferecidas ao Professor João Carlos Nabout e à Doutora Karine Borges, ao INCT EECBIO pelo suporte financeiro para o desenvolvimento do trabalho. Agradecimento também ao professor/orientador João Carlos Nabout pelo auxílio prestado no decorrer do projeto e pela sua disponibilidade em compartilhar seus conhecimentos e dar oportunidade para melhorar e aprimorar a prática sobre a área estudada. Agradeço também à Doutora Karine Borges Machado por todo auxílio prestado durante todas as etapas do projeto, que foram de suma importância para que o mesmo ficasse completo.

## Referências

BAZZONI, Anna Maria *et al.* Utilizo del fitoplancton per la valutazione della qualità ambientale della Lagun di Cabras. *Biologia Ambientale*, [S. l.], p. 84-88, 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Silvia\\_Pulina/publication/232957857\\_Utilizzo\\_de\\_l\\_fitoplancton\\_per\\_la\\_valutazione\\_della\\_qualita\\_ambientale\\_della\\_Laguna\\_di\\_Cabras\\_Sardegna\\_occidentale/links/09e41509d249d2956e000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Silvia_Pulina/publication/232957857_Utilizzo_de_l_fitoplancton_per_la_valutazione_della_qualita_ambientale_della_Laguna_di_Cabras_Sardegna_occidentale/links/09e41509d249d2956e000000.pdf). Acesso em: 11 set. 2019.



CHU, Z.; XIANGCAN, J.; IIWAMI, N.; INAMORI, Y. The effect of temperature on growth characteristics and competitions of *Microcystis aeruginosa* and *Oscillatoria mougeotii* in a shallow, eutrophic lake simulator system. *Hydrobiologia*, v. 581, n. 1, p. 217-223, 2007.

DIAS, J. & HUSZAR, V. (2017). O papel dos traços funcionais na morfologia do fitoplâncton continental. *Oecologia Australis*, 15 (4), 799-834. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/8167>

FERRARI, Fernanda. Estrutura e dinâmica da comunidade de algas planctônicas e perifíticas (com ênfase nas diatomáceas) em reservatórios oligotrófico e hipertrófico (Parques Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo). 2010. 343 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/100630>.

HO CH, PARK TW, JUN SY, LEE MH, PARK CE, KIM J, LEE SJ, HONG YD, SONG CK, LEE JB, 2011. A projection of extreme climate events in the 21(st) century over east Asia using the community climate system model 3. *Asia-Pacific Journ. of At. Sciences*. v. 47, p. 329-344.

GONZÁLES, J., E. FERNÁNDES, F. G. FIGUEIRAS & M. VARELA. 2013. Subtle effects of the water soluble fraction of oil spills on natural phytoplankton assemblages enclosed in mesocosms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 124: 13-23.

KIRTMANBP, BITZ C, BRYAN F, COLLINS W, DENNIS J, HEARN N, KINTER JL, LOFT R, ROUSSET C, SIQUEIRA L, Stan C, TOMAS R, VERTEISTEIN M, et al., 2012. Impact of ocean model resolution on CCSM climate simulations. *Climate Dynamics*. v. 39, p.1303-1328.

KRUK, C., HUSZAR, V. L., PEETERS, E. T., BONILLA, S., COSTA, L., LÜRLING, M., ... & SCHEFFER, M. (2010). A morphological classification capturing functional variation in phytoplankton. *Freshwater Biology*, 55(3), 614-627.

LIMA-RIBEIRO MS, VARELA S, GONZÁLEZ-HERNANDEZ J, OLIVEIRA G, DINIZ-FILHO JAF, TERRIBILI LC, 2015. EcoClimate: a database of climate data from multiple models for past, present, and future for Macroecologists and Biogeographers. *Biodiversity Informatics* 10, 1-21.

MARGALEF, R. (1983). *Limnología* (Vol. 1009). Barcelona: Omega



MARINOY I, DONEY SC, Lima ID, LINDSAY K, MOORE JK, MAHOULD N, 2013. North-South asymmetry in the modeled phytoplankton community response to climate change over the 21st century, *Global Biogeochemical cycles*. v. 27, ed. 4, p. 1274-1290.

MEREGALLI, Monica *et al.* Stato trofico e fitoplancton nel lago Alto Flumendanza. *Atti Associazione italiana Oceanologia Limnologia*, [S. l.], p. 87-96, 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Ornella\\_Nonnis/publication/273137523\\_Caratteristiche\\_chimiche\\_dei\\_sedimenti\\_elivelli\\_trofici\\_delle\\_acque\\_costiere\\_risultati\\_preliminari\\_relativi\\_ad\\_una\\_indagine\\_nel\\_Tirreno\\_centro-settentrionale/links/54f980810cf210398e98c62a/Caratteristiche-chimiche-dei-sedimenti-e-livelli-trofici-delle-acque-costiere-risultati-preliminari-relativi-ad-una-indagine-nel-Tirreno-centro-settentrionale.pdf#page=88](https://www.researchgate.net/profile/Ornella_Nonnis/publication/273137523_Caratteristiche_chimiche_dei_sedimenti_elivelli_trofici_delle_acque_costiere_risultati_preliminari_relativi_ad_una_indagine_nel_Tirreno_centro-settentrionale/links/54f980810cf210398e98c62a/Caratteristiche-chimiche-dei-sedimenti-e-livelli-trofici-delle-acque-costiere-risultati-preliminari-relativi-ad-una-indagine-nel-Tirreno-centro-settentrionale.pdf#page=88). Acesso em: 11 set. 2019.

MOSS, B., D. MCKEE, D. Atkinson, S. E. COLLINGS, J. W. EATON, A. B. GILL, I. HARVEY, K. HATTON, T. HEYNS & D. WILSON. 2003. How important is climate? Effects of warming, nutrient addition and fish on phytoplankton in shallow lake microcosms. *Journal of Applied Ecology* 40: 782-792.

MOURA, M. E. P. Impacto das mudanças climáticas na produtividade primária de ambientes aquáticos tropicais: Um estudo em microcosmo. 2015. 29 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais do Cerrado) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2015.

MURAKAMI, Eliza Akane; RODRIGUES, Liliana, Resposta de algas perífíticas a alterações de temperatura e ao enriquecimento artificial de nutrientes em um curto período de tempo. *Acta Scientiarum. Ciências Biológicas* [online] 2009, 31 (PY): [Acessado em: 18 de fevereiro de 2019] Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187115796007>> ISSN 1679- 9283.

NOBRE, Carlos A. Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país. *Parcerias Estratégicas*, [S. l.], 2001.

NOGUEIRA, P., DOMINGUES, R. B., & BARBOSA, A. B. (2014). Are microcosm volume and sample pre-filtration relevant to evaluate phytoplankton growth?. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 461, 323-330.



PENDERGRASS AG, Hartmann DL, 2012. Global-mean precipitation and black carbon in AR4 simulations. *Geophysical Res. Lett.* v. 39.

UTERMOHL, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik: Mit 1 Tabelle und 15 abbildungen im Text und auf 1 Tafel. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie: Mitteilungen*, 9(1), 1-38.

VERCELLINO, I. S. Respostas do perifiton aos pulsos de enriquecimento em níveis crescentes de fósforo e nitrogênio em represa tropical mesotrófica (Lago das Ninféias, São Paulo). 2007. 176f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, área de concentração: Biologia Vegetal)–Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

ZAR JH. *Biostatistical Analysis*. Pearson Print Hall, New Jersey, 2010.

YODIZIZ, P. (1988). The indeterminacy of ecological interactions as perceived through perturbation experiments. *Ecology*, 69(2), 508-515.

## Influência do tamanho dos fragmentos de Cerrado na riqueza de espécies de mamíferos de médio e grande porte, no Sudeste de Goiás

Danilo da Silva <sup>1(IC)\*</sup>, Amanda Rithielly B. Marques <sup>1(IC)</sup>, Ednaldo Cândido Rocha <sup>2(PQ)</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri GO.

<sup>2</sup>Professor da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri GO.

\*(dsdanilosilva51@gmail.com)

A fragmentação e a perda de habitats vêm se tornando os principais agentes que ameaçam a biodiversidade no Cerrado. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tamanho dos fragmentos Cerrado na riqueza de espécie de mamíferos de médio e grande, no Sudeste Goiano. Os dados analisados são provenientes de 14 fragmentos de Cerrado situados nos municípios de Urutaí, Ipameri, Catalão e Campo Alegre, cuja coleta dos dados em campo ocorreu no período de 2014 a 2019. A partir dos registros de cada espécie de mamífero de médio e grande porte obtidos nos fragmentos estudados, foi estimada a riqueza de espécies para os 14 fragmentos e, posteriormente, foi realizada a análise de regressão linear simples para avaliar a influência do tamanho dos fragmentos na riqueza de espécies. Foi encontrada relação espécie/área linear crescente, mostrando que os fragmentos de maior tamanho, em geral, apresentam riqueza de espécies de mamíferos de médio e grande porte.

Palavras-chave: Mastofauna. Fragmentação. Redução de Habitat.

### Introdução

A fragmentação e a perda de habitats vêm sendo consideradas as maiores ameaças à conservação de espécies, causando grande perda de biodiversidade (FAHRIG, 2003). O Cerrado abriga grande parte da mastofauna brasileira, uma vez que são encontrados no domínio deste bioma cerca de 251 espécies de mamíferos, sendo que 32 são endêmicas e 16 consideradas ameaçadas de extinção (PAGLIA et al., 2012; MMA, 2014). No entanto, estima-se aproximadamente 46% da cobertura original do Cerrado já forá perdida (BERNARDO et al., 2017).

Dessa forma os processos de fragmentação mudam a estrutura da paisagem,

causando perda de habitat, redução do tamanho dos habitats, alterações na conectividade, aumento do efeito de borda e aumento da área de matriz (MICHALSKI e PERES, 2007; NORRIS et al., 2008). Essas mudanças na paisagem causam alterações diretas na biodiversidade local, tais como alterações na abundância, distribuição dos indivíduos, reprodução, taxa de sobrevivência e recrutamento, mudanças na composição e na riqueza de espécies (FAHRIG, 2003).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tamanho dos fragmentos Cerrado na riqueza de espécie de mamíferos de médio e grande, no Sudeste Goiano.

## Material e Métodos

Os dados analisados foram provenientes de 14 fragmentos de Cerrado situados na região sudeste do estado de Goiás, cuja coleta de dados em campo ocorreu entre os anos de 2014 e 2019. Esses fragmentos apresentam tamanhos distintos e estão situados nos municípios de Ipameri (n = 8), Catalão (n = 4), Urutaí (n = 1) e Campo Alegre (n = 1). Cada fragmento foi amostrado quatro vezes, utilizando métodos diretos (contato visual e vocal) e indiretos (armadilhas fotográficas e identificação de pegadas, tocas e fezes) para o registro das espécies.

A partir dos registros de cada espécie de mamífero de médio e grande porte obtidos nos fragmentos estudados, foi estimada a riqueza de espécies, pelo estimador Jackknife 1, para os 14 fragmentos e, posteriormente, foi realizada a análise de regressão linear simples para avaliar a influência do tamanho dos fragmentos na riqueza de espécies. As análises foram realizadas utilizando o programa R (R CORE TEAM, 2019) e o pacote vegan (OKSANEN et al., 2018).

## Resultados e Discussão

Dentre os 14 fragmentos amostrados as maiores riquezas observadas (19 a 20 espécies) e estimadas (24 a 32 espécies) foram obtidas para os fragmentos que

apresentam tamanhos de área (227 a 325 ha). A análise de regressão evidenciou efeito linear crescente entre a riqueza espécies e o tamanho da área dos fragmentos, sendo que em geral quanto maior a área do fragmento maior foi a riqueza de espécies encontrada (Figura 1).

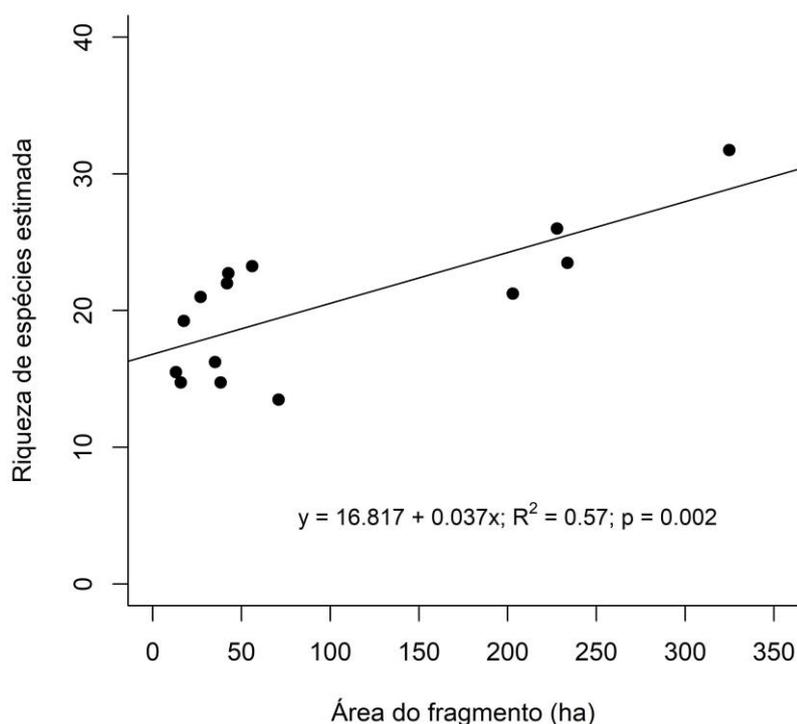


Figura 1. Resultado da análise de regressão para a riqueza de espécies de mamíferos de médio e grande porte em função do tamanho dos fragmentos estudados no Sudeste de Goiás.

Alguns estudos sobre mamíferos têm evidenciado alterações na riqueza de espécies devido à fragmentação e perda de habitat nos biomas Mata Atlântica e Floresta Amazônica. Neste sentido, foi encontrada uma tendência de aumento na riqueza de espécies de mamíferos de médio e grande porte com o aumento do tamanho dos fragmentos em áreas de Floresta Atlântica no Espírito Santo (CHIARELLO, 1999) e na Amazônia Meridional brasileira (MICHALSKI e PERES, 2007).



Como constatado por Fahrig (2001), a limitação da área pelo tamanho do fragmento pode ser um agravante para as espécies, porque seu tamanho pode não ser suficiente para sustentar uma população ou até mesmo um indivíduo. Dessa forma, evidentemente os fragmentos de maior tamanho possuem capacidade de abrigar um número maior de espécies de mamíferos de médio e grande porte, o espaço físico é considerado uma das principais dimensões do nicho de uma espécie, determinando uma série de interações ecológicas das espécies com o ambiente (PREVEDELLO et al., 2008).

## Considerações Finais

As maiores riquezas de espécies foram encontradas nos fragmentos de maior tamanho.

Foi encontrado efeito linear crescente entre a riqueza espécies e o tamanho da área dos fragmentos estudados.

## Agradecimentos

Agradecemos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho e a Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Ipameri, pela oportunidade de desenvolvimento deste estudo como parte do plano de trabalho de iniciação científica.

## Referências

BERNARDO, P. V. S. **Padrões de Distribuição de Mamíferos de médio e Grande Porte em Paisagens Fragmentadas**. Dissertação, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 99 pg. 2012.

CHIARELLO, A.G. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. **Biological Conservation**, v. 89, p. 71-82, 1999.

REALIZAÇÃO

PRG  
Pró-Reitoria de  
Graduação

PRP  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

PRE  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis



FAHRIG, L. How much habitat is enough? **Biological Conservation**. 100; 65-74. 2001

FAHRIG, L. **Effects of habitat fragmentation on biodiversity**. Annual Reviews in Ecology, Evolution and Systematics, v.34, p.487-515, 2003.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção**, 2014. Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014.

MICHALSKI, F.; PERES, C.A. Disturbance - mediated mammal persistence and abundance –area relationships in Amazonian forest fragments. **Conservation Biology**, v. 21, p. 1626–1640, 2007.

NORRIS, D.; PERES, C.A.; HINCHSLIFFE, K. Terrestrial mammal responses to edges in Amazonian forest patches: a study based on track stations. **Mammalia**, v. 72, p. 15–23, 2008.

OKSANEN, J. et al. **Vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.5-2. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>. 2018

PAGLIA, A.P. et al. **Lista anotada dos mamíferos do Brasil**. 2a edição. Belo Horizonte: Conservation International, Occasional paper no 6, 2012. 76p.

PREVEDELLO, J. A.; MENDONÇA, A.F.; VIEIRA, M. V. Uso do espaço por pequenos mamíferos: uma análise dos estudos realizados no Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, 12, 610-625, 2008.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.Rproject.org/>. 2019.

## INVENTÁRIO DA ICTIOFAUNA DE RIACHOS DA FAZENDA SANTA BRANCA ECOTURISMO E ENTORNO, TEREZÓPOLIS – GO

Júlia Tavares Corrêa\* (IC), Fabricio Barreto Teresa (PQ)

juliataavaares@gmail.com

Br 153 Quadra Área Km 99 Zona Rural, Anápolis - GO, 75132-903

Descrevemos a composição de espécies de peixes de riachos de uma região conservada da bacia do Alto rio Paraná em Goiás, a Área de Proteção Ambiental do Ribeirão João Leite. A coleta foi realizada em três riachos durante o período seco em riachos afluentes do Ribeirão Leite. Foram encontradas as ordens Characiformes, Siluriformes, Cyprinodontiformes, Gymnotiformes, Symbranchiformes e Perciformes. Dentro dessas ordens estão representadas 11 famílias. Characiformes foi a ordem mais representativa em número de espécies e abundância. A espécie mais abundante foi *Astyanax fasciatus*. A espécie exótica *Poecilia reticulata* esteve presente podendo indicar possível degradação ambiental. A baixa ocorrência e abundância de bagres pode estar associado com o grande número de represamentos que ocorrem nos cursos d'água da região. Os resultados obtidos indicam que a composição de espécies segue o padrão dos riachos da bacia.

**Palavras-chaves:** Alto rio Paraná, comunidade, peixes.

### Introdução

O Brasil é um país com rica biodiversidade. Está situado em uma zona de temperatura tropical, com variedade de características geológicas. (JOLY et al., 2011). Nos rios a biodiversidade é igualmente grande especialmente nas bacias Amazônica e do Paraná. A bacia do Paraná conta com uma área de 2.600.00 km<sup>2</sup> e abriga 600 espécies de peixes. O trecho brasileiro da bacia contém 900 km<sup>2</sup> e apresenta de 130 a 250 espécies. Também estão presentes espécies exóticas e alóctones. As ordens predominantes são Characiformes e Siluriformes. (LANGEANI et al., 2007).

A realização de inventários não promove apenas um simples catálogo das espécies que vivem em um determinado ambiente, mas contribui também para a obtenção de informações ecológicas, biogeográficas e filogenéticas. Regiões muito semelhantes podem apresentar uma fauna distinta e a realização de inventários permite compreensão dos processos envolvidos (MAGALHÃES et al., 2001). Ainda pode-se descobrir sobre a dinâmica das populações e estrutura das comunidades (FRANÇA, 2007). Ao estudar um ambiente altamente preservado obtêm-se

REALIZAÇÃO

características ecológicas não encontradas em regiões antropizadas. Há uma pressa em se estudar esses ambientes, pois espécies mais sensíveis podem ser extirpadas mediante a degradação ambiental que está ocorrendo em ritmo acelerado (GALVES, 2009).

A Fazenda Santa Branca encontra-se inserida na Área de Proteção Ambiental do Ribeirão João Leite e possui extensos fragmentos florestais, vizinhos do Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco. Trata-se de uma região que é drenada por riachos afluentes do Ribeirão João Leite. Por se tratar de uma região com grandes fragmentos de vegetação nativa, pode representar uma área referência (controle) para o monitoramento ambiental. Dessa forma, objetivamos caracterizar a ictiofauna dessa região a partir de um inventário dos peixes de riachos.

## Material e Métodos

A coleta foi realizada na Fazenda Santa Branca Ecoturismo. Os riachos dessa região fazem parte da drenagem do Ribeirão Leite, sub-bacia do rio Meia Ponte, sistema hidrográfico do Alto rio Paraná e pertencem a Área de Proteção Ambiental João Leite. A Fazenda possui mais do que 3.000 ha sendo drenada por diferentes cursos d'água, a maioria riachos de cabeceira. Inicialmente foi realizada a identificação dos cursos d'água por imagens de satélite. A coleta foi realizada no período seco, quando o volume de água dos riachos é reduzido. As coletas ocorreram em trechos de 80 metros de extensão em três riachos. O esforço foi padronizado e consistiu na passagem de rede de arrasto e puçá operado por três pessoas ao longo do trecho. Os animais foram mortos por overdose de eugenol e, posteriormente, fixados em solução de formol 10%. Após 72 horas foram transferidos para solução de álcool 70% para preservação definitiva (LUCENA, 2013). Os peixes foram triados e identificados em laboratório por meio de chaves de identificação.

## Resultados e Discussão

O levantamento das espécies de peixes encontrados na Fazenda Santa Branca resultou na captura de seis ordens (Characiformes, Siluriformes, Cyprinodontiformes, Gymnotiformes, Symbbranchiformes e Perciformes), 11 famílias (Curimatidae, Characidae, Crenuchidae, Erythrinidae, Callichthyidae, Loricariidae,



Poeciliidae, Gymnotidae, Sternopygidae, Synbranchidae e Cichlidae) e 17 espécies. Characiformes foi a ordem com maior riqueza de espécies e maior abundância, sendo a família Characidae a mais representativa.

A composição de peixes em riachos Neotropicais é dominada por Characiformes e Siluriformes (BUCKUP, 1999). De fato, essas duas ordens corresponderam a 95% dos peixes capturados. Entretanto, houve predomínio da ordem Characiformes. É possível que os represamentos de água que foram encontrados nos cursos d'água da região limitem a ocorrência de peixes da ordem Siluriformes, notadamente bagres da família Heptapteridae que foram ausentes em nosso inventário. Esses peixes são comuns em riachos e vivem preferencialmente em corredeiras (CASATTI, CASTRO, 1998; TERESA et al., 2016).

Indivíduos da espécie *Poecilia reticulata* quando presentes podem indicar um ambiente degradado química ou fisicamente. Por ser uma espécie generalista e tolerante, muitas vezes domina comunidades de ambientes degradados (CASATTI et al., 2009). Assim, sua ocorrência nos riachos da região pode indicar algum grau de degradação ambiental.

*Astyanax fasciatus*, *A. lacustris* e *Knodus moenkhausii* foram dominantes nos riachos estudados. Essas espécies possuem nicho alimentar amplo que varia desde insetos terrestres a detritos e algas. São espécies oportunistas e apresentam alta capacidade de aumento populacional. Essas características favorecem a alta abundância dessas espécies, mesmo em ambientes mais perturbados (ANDRADE et al., 2007; SILVA, 2012; BASTOS; CASATTI, 2001).

## Considerações Finais

A ocorrência das espécies nos riachos da Fazenda Santa Branca segue o padrão geral dos riachos da bacia do Alto rio Paraná. Entretanto, alguns aspectos merecem atenção, como a presença de espécies indicadoras de baixa integridade biológica e ausência de espécies sensíveis e especialistas, apesar do bom estado de conservação dos riachos. Isso sugere que os padrões encontrados podem estar refletindo impactos ambientais incidentes em escalas mais amplas e também limitação da dispersão em função do represamento dos riachos.

## Agradecimentos

REALIZAÇÃO

PRG  
Pró-Reitoria de  
Graduação

PRP  
Pró-Reitoria de  
Pesquisa e  
Pós-Graduação

PRE  
Pró-Reitoria de  
Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis



À toda a equipe do Laboratório de Biogeografia e Ecologia Aquática que colaborou com a realização das coletas e à Fazenda Santa Branca Ecoturismo pelo apoio e permissão para a realização das coletas.

## Referências

ANDRADE, D. F.; PEREIRA, C. L.; ANGELINI, R.; LIMA, F. P. Nicho trófico de duas espécies do gênero *Astyanax* (characidae) no rio corrente, sudoeste de goiás. In: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007, Caxambu. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu: CEB, 2007.

BUCKUP, P. A. Sistemática e biogeografia de peixes de riacho. **Rev. Oecologia Brasilienses**. Rio de Janeiro, v. 6, p. 91-138, 1999.

CASATTI, L.; CASTRO, R. M. C. A fish Community of the São Francisco River headwaters riffles, southeastern Brazil. **Rev. Ichthyological Exploration of Freshwaters**. Munchen, v. 9, n. 3, p. 229-242, nov. 1998.

CASATTI, L.; FERREIRA, C. P.; CARVALHO, F. R. Locais de córrego dominados por capim exibem baixa diversidade de espécies de peixes e dominância por guppies: uma avaliação de duas bacias hidrográficas de pastagens tropicais. **Rev. Hydrologia**. v. 632, p. 273-283, jun. 2009.

CASATTI, L.; LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, Bacia do Alto rio Paraná, Sp. **Rev. Biota Neotropica**. v. 1, n. 1, nov. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bn/v1n1-2/a05v1n1-2.pdf>. Acesso em: 13 set. 2019.

FRANÇA, J. S.; CALLISTO, M. **Coleção de macroinvertebrados bentônicos: ferramenta para o conhecimento da biodiversidade em ecossistemas aquáticos continentais**. 2007. Disponível em: [http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/Franca&Callisto-2007.pdf](http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Franca&Callisto-2007.pdf). Acesso em: 8 mar. 2019.

GALVES, W.; SHIBATTA, O. A.; JEREP, F. C. Estudos sobre diversidade de peixes da bacia do alto rio Paraná: uma revisão histórica. **Rev. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**. Londrina, v. 30, n. 2, p. 141-154, jul/dez. 2009.

JOLY, C. A.; HADDAD, C. F. B.; VERDADE, L. M.; OLIVEIRA, M. C.; BOLZANI, V. S.; BERLINCK, R. G. S. Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil. **Rev. USP**. São Paulo, n. 89, mar/mai. 2011. Disponível em: [http://rup.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010399892011000200009&lng=p&nrm=isso](http://rup.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010399892011000200009&lng=p&nrm=isso). Acesso em: 25 fev. 2019.

LANGEANI, F.; CARVALHO, F. **Chave para identificação das espécies de peixes da drenagem do Rio Grande (e região de São José do Rio Preto, SP), sistema do Alto Rio Paraná, sudeste do Brasil**. São José do Rio Preto, 4 out. 2017.

LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C.; OYAKAWA, O. T.; SHIBATTA, O. A.; PAVANELLI,



C. S.; CASATTI, L. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Rev. Biota Neotropica**. v. 7 n. 3, out. 2007. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/26853/S167606032007000300020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 mar. 2019.

LUCENA, C. A. S.; CALEGARI, B. B.; PEREIRA, E. H. L.; DALLEGRAVE, E. O uso de óleo de cravo na eutanásia de peixes. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia**, Londrina, n. 105, p. 20-24, 2013.

MAGALHÃES, C.; SANTOS, J. L. C.; SALEM, J. Automação de coleções biológicas e informações sobre a biodiversidade da Amazônia. **Parcerias Estratégicas**. n. 12, set. 2001. Disponível em: [http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/184/178](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/184/178). Acesso em: 8 mar. 2019.

SILVA, D. A.; PESSOA, E. K. R.; COSTA, S. A. G. L.; CHELLAPPA, N. T.; CHELLAPPA, S. Ecologia alimentar de *Astyanax lacustris* (Osteichthyes: Characidae) na Lagoa do Piató, Assu, Rio Grande do Norte, Brasil. **Rev. Biota Amazonia**. Macapá, v. 2, n. 1, p. 74-82, mai. 2012.

TERESA, F. B.; SOUZA, L. S.; SILVA, D. M. A.; BARBOSA, H. O.; LIMA, J. D.; NABOUT, J. C. Environmental constraints structuring fish assemblages in riffles: evidences from a tropical stream. **Rev. Neotropical Ichthyology**. v. 14, n. 3, 2016.