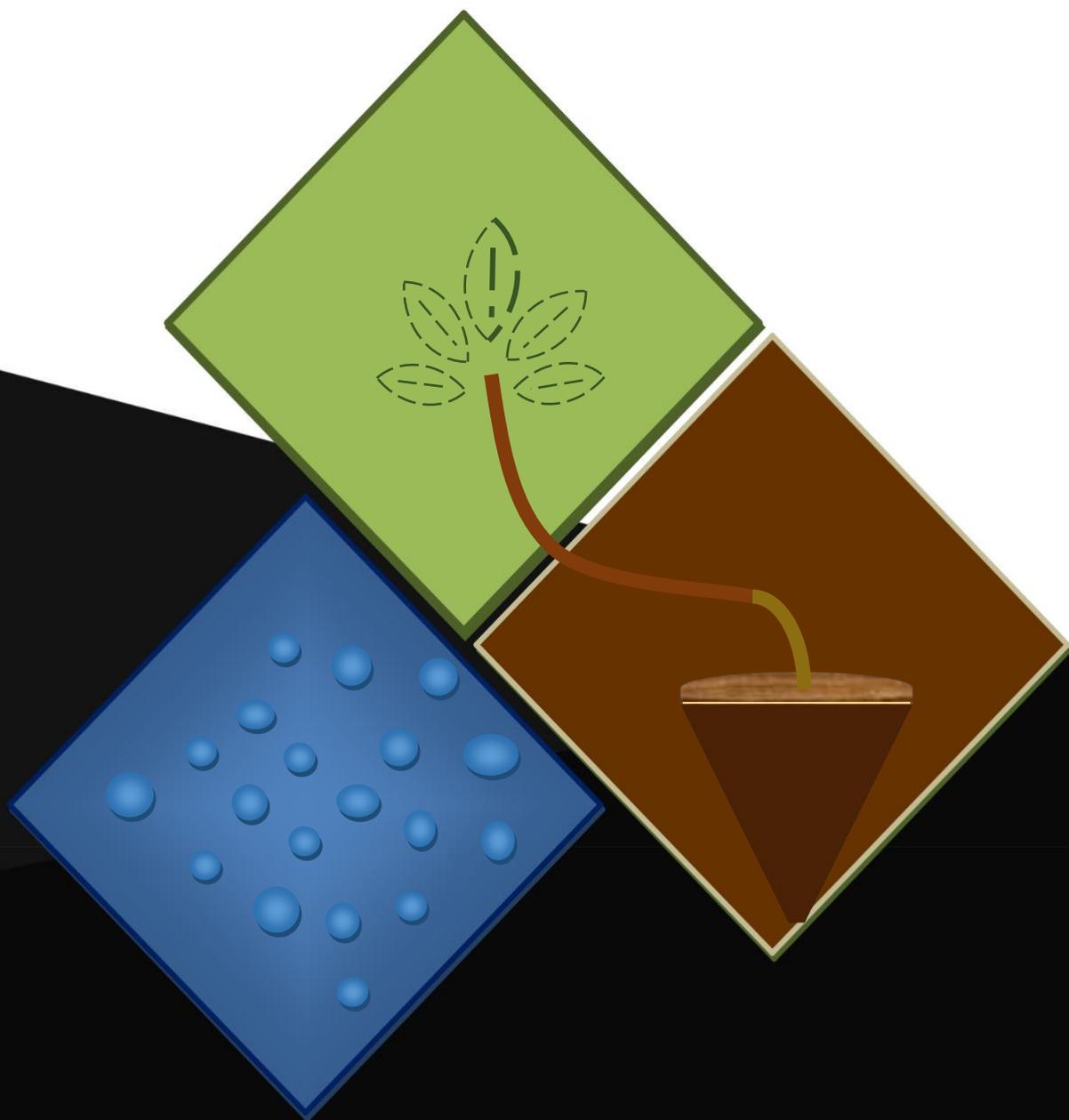


BIODIVERSIDADE

&

Preservação de Recursos Naturais



BIODIVERSIDADE

&

Preservação de Recursos Naturais



Atribuição - Não Comercial - Sem Derivações 4.0 Internacional

acesso livre



Direitos reservados à Editora Colab. É permitido download do arquivo (PDF) da obra, bem como seu compartilhamento, desde que sejam atribuídos os devidos créditos aos autores. Não é permitida a edição/alteração de conteúdo, nem sua utilização para fins comerciais.

A responsabilidade pelos direitos autorais do conteúdo (textos, imagens e ilustrações) de cada capítulo é exclusivamente dos autores.

Autores:

Vários autores

Conselho Editorial e Responsabilidade Técnica

A Colab possui Conselho Editorial para orientação e revisão das obras, mas garante, ética e respeitosamente, a identidade e o direito autoral do material submetido à editora.

Conheça nossos Conselheiros Editoriais em <https://editoracolab.com/sobre-n%C3%B3s>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Vários autores.

Biodiversidade e Preservação de Recursos Naturais [livro eletrônico]

Edimar Olegário de Campos Júnior | **Organizador**

Uberlândia, MG : Editora Colab, 2021.

2,0 MB; PDF

Bibliografia

ISBN: 978-65-86920-19-2

doi: <http://dx.doi.org/10.51781/9786586920192>

1. Biodiversidade - Preservação. 2. Recursos. 3. Naturais. 4. Ambiente. 5. Sustentabilidade

Índices para catálogo sistemático: Biodiversidade e Preservação de Recursos Naturais

333.72 - Meio ambiente; Conservação e Proteção



APRESENTAÇÃO

Diversas fontes poluidoras (industriais, agrícolas e domésticos) têm atuado como forças distintas para a perturbação ambiental, interferindo na qualidade dos recursos naturais. Sob tal perspectiva, as pesquisas de preservação ambiental viabilizam mecanismos para a avaliação, monitoramento e mitigação de danos ambientais.

Nesse sentido, a obra 'BIODIVERSIDADE: Preservação de Recursos Naturais' foi organizada com o objetivo de incorporar análises que tratam do tema, e que visam a identificação de problemas ambientais, recuperação de áreas degradadas e resgate da consciência ambiental. Assim, de forma transdisciplinar e transversal, os artigos expressam alternativas e reflexões para o monitoramento e controle ambiental.

Edimar Olegário de Campos Júnior | **Organizador**

Como citar este trabalho:

CAMPOS JÚNIOR, E.O. (Org.). **Biodiversidade e Preservação dos Recursos Naturais**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021. 238. p. <http://dx.doi.org/10.51781/9786586920185>

Sumário

APRESENTAÇÃO	04
---------------------------	-----------

CAPÍTULO I | doi: <http://dx.doi.org/10.51781/9786586920192613>

Monitoramento de qualidade da água de uma barragem na Região Sudeste de Minas Gerais, Brasil

Edimar Olegário de Campos Júnior..... **06**

CAPÍTULO II | doi: <http://dx.doi.org/10.51781/97865869201921424>

Biomonitoramento de trechos poluídos e não-poluídos do córrego Mumbuca, na cidade de Monte Carmelo – MG

Lucas Faria Noronha, Andressa de Fátima Faleiros Oliveira e Edimar Olegário de Campos Júnior..... **14**

CAPÍTULO III | doi: <http://dx.doi.org/10.51781/97865869201922535>

Oficinas de Reciclagem e Coleta Seletiva como alternativas para a Educação Ambiental na cidade de Grupiara – MG.

Lucas Faria Noronha e Edimar Olegário de Campos Júnior..... **25**

CAPÍTULO IV | doi: <http://dx.doi.org/10.51781/9786586920193648>

Avaliação da germinação de sementes de *Pterodon emarginatus* e *Bowdichia virgilioides* frente a diferentes tratamentos de quebra de dormência

Maria Abadia Resende de Castro..... **36**

CAPÍTULO V | doi: <http://dx.doi.org/10.51781/9786586920194960>

Recuperação de área degradada no Bioma Cerrado

Maria Abadia Resende de Castro..... **49**

SOBRE O ORGANIZADOR E AUTORES..... **61**

ÍNDICE..... **62**

Monitoramento de qualidade da água de uma barragem na Região Sudeste de Minas Gerais, Brasil

Edimar Olegário de Campos Júnior

Doutor em Genética

Universidade Federal de Minas Gerais

edimarcampos@yahoo.com.br

RESUMO: Existe um grande interesse na análise da qualidade da água de recursos hídricos, motivada pela constante alteração na qualidade original destes recursos. Uma avaliação de qualidade de água pode detectar alterações ambientais que podem afetar a qualidade de vida de populações locais e dependentes de um ecossistema. Para identificar tais alterações nos meios naturais os bioindicadores são comumente utilizados. Dentre os bioindicadores, destacam-se os peixes, que ocupam diferentes níveis tróficos, possuem as características de bioacumular poluentes, metabolizar xenobióticos e serem sensíveis mesmo sob exposição à baixas concentrações destas substâncias. Considerando estas informações, o presente trabalho objetiva avaliar a qualidade de água da barragem "Santa Rosa" na cidade de Coromandel-MG através de testes químicos e citogenéticos. Para tal o teste de micronúcleo foi realizado em células sanguíneas de *Astyanax bimaculatus*, coletados na Barragem Santa Rosa, em uma localidade de construção de anel viário na BR-352. Os peixes coletados do local passaram por punção sanguínea (aproximadamente 0,3 ml de sangue) e logo foram soltos. O material seguiu para esfregaço e foi corado com 5% de corante Giemsa. As lâminas foram submetidas ao teste de micronúcleos e dados analisados estatisticamente (teste de Mann-Whitney), com auxílio do BioStat, a água da barragem foi coletada e submetida a testes químicos, onde os resultados foram categorizados de acordo com as resoluções do CONAMA. Foram avaliados vários parâmetros fora dos limites permitidos, inclusive o cobre que geralmente está associado a resíduos de obras civis. Já os resultados de Micronúcleo (MN) indicam que a água da Barragem Santa Rosa possui efeito na atividade celular, já que a frequência de MN no local de coleta indicou diferença significativa ($p < 0.05$) quando comparado ao Ponto referência, demonstrando a influência da obra civil no recurso hídrico.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Genotoxicidade; Micronúcleos; Bioindicadores.

Como citar este trabalho:

CAMPOS JÚNIOR, E.O. Monitoramento de qualidade da água de uma barragem na Região Sudeste de Minas Gerais, Brasil. In: CAMPOS JÚNIOR, E.O. (Org.). **Biodiversidade e Preservação dos Recursos Naturais**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021, Cap.1, p. 6-13.
doi: <http://dx.doi.org/10.51781/9786586920192613>

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o interesse na análise da qualidade da água de recursos hídricos cresceu de forma expressiva, motivação essa causada pela constante alteração na qualidade original dos recursos hídricos. Uma avaliação de qualidade de água pode detectar alterações que afetariam a qualidade de vida das populações residentes e dependentes da água desta região, possibilitando a detecção, o entendimento e o controle de possíveis danos para este ecossistema (TCHAIKA et al., 2018).

Os danos associados à interferência na qualidade de água estão principalmente ligados à ação antrópica (JUBRIL; OMADEVUAYE; ADEKOLA 2017), seja por contaminantes associados a atividades rurais ou vinculados a urbanização, como no caso de despejo de esgotos clandestinos (KÜTTER et al., 2015; BHATNAGAR; YADAV; CHEEMA, 2016; KANEV; OZDEMIR; MURANLI, 2016). O lançamento destes contaminantes pode causar estresse oxidativo nos seres vivos do ecossistema local (USESE; KUTON; CHUKWU, 2018), consequentemente causando efeitos citotóxicos e genotóxicos, devido à resposta cumulativa aos poluentes (ARSLAN; PARLAK, 2017).

Para detectar estes efeitos são utilizados diferentes marcadores e organismos aquáticos, os quais são bastante eficazes para detectar alterações do material genético causadas por tóxicos (NIKDEHGHAN; KASHIRI; HEDAYATI, 2018). Os organismos padrão são conhecidos como bioindicadores, e são comumente utilizados para analisar o ambiente e demonstrar a relação dos contaminantes com a biota em diferentes ecossistemas pelo mundo, sendo a análise do DNA destes bioindicadores um dos métodos mais utilizados e aceitos (AYANDA et al, 2018).

Dentre os bioindicadores, destacam-se os peixes, pois, além de ocuparem diferentes níveis tróficos, sendo parte chave da cadeia alimentar nestes ambientes (KÜTTER et al, 2015; TASNEEM; YASMEEN, 2017), possuem as características de bioacumularem poluentes, metabolizar xenobióticos e reagirem a baixas concentrações destas substâncias (TCHAIKA et al, 2018).

Vários estudos mostram que as células sanguíneas de peixes são sensíveis aos poluentes, causando alterações de acordo com a concentração e o tempo de exposição (KLINGELFUS et al., 2015; BIANCHI et al., 2015, de CAMPOS-JUNIOR et al., 2015). Uma das formas de avaliar estes danos é a análise de micronúcleo nos eritrócitos, que demonstra os efeitos genotóxicos e citotóxicos de xenobióticos presentes nos ambientes aquáticos nestas células, sendo um método bastante utilizado e recomendado para demonstrar o impacto da poluição e determinar a mutagenicidade de substâncias (DOURADO et al., 2017).

Micronúcleos são fragmentos de cromossomos ou cromossomos inteiros que não migraram durante a fase anáfase da mitose por problemas relacionados aos centrômeros e/ou as fibras mitóticas que são utilizados para monitorar os efeitos clastogênicos e aneugênicos de poluentes. A frequência destes micronúcleos são indicadores de irregularidades estruturais causadas por diversos agentes celulares, incluindo poluentes dissolvidos na água (de CAMPOS-JUNIOR et al., 2016).

O Presente trabalho objetivou avaliar a qualidade de água da barragem "Santa Rosa" na cidade de Coromandel-MG através de testes químicos e citogenéticos, e para tanto, se propõe a determinar o índice de qualidade de água de diferentes recursos hídricos da cidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Material biológico

No Presente trabalho foram analisadas amostras sanguíneas dos peixes da espécie *Astyanax bimaculatus*, popularmente conhecida no Brasil como Lambari do Rabo Amarelo.

Local de pesquisa

Os espécimes foram coletados da Barragem Santa Rosa (18°28'27.3"S 47°11'15.7"W), na extremidade da Av. José Carneiro de Mendonça, construída para possibilitar a criação de um anel viário, ligando a Avenida na BR-352. A coleta de material biológico ocorreu em acordo com os critérios estabelecidos pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) que concedeu a licença de pesca para pesquisa

No local, anteriormente existia um pequeno rio, no qual os moradores utilizavam como fonte de água, lazer e pesca. Segundo relatos de moradores locais, foram lançados efluentes de esgoto doméstico algum tempo antes do início das obras do anel viário, impossibilitando a utilização do recurso hídrico para as atividades anteriormente realizadas. Os moradores ainda informaram que o lançamento de efluentes foi suspenso após o início das obras.

Coleta

Ao todo, 15 espécimes de *Astyanax bimaculatus* foram coletados através da utilização de iscas de milho, onde foram atraídos e capturados através de uma rede de malha fina, para que os peixes não ficassem presos ou sofressem ferimentos.

Após a coleta, foram recolhidas amostras de sangue através da punção sanguínea na região das nadadeiras peitorais e as lâminas de esfregaço sanguíneo foram preparadas no local (duas por indivíduo), e posteriormente, os peixes foram devolvidos em segurança ao seu habitat. A coleta obedeceu aos critérios do IBAMA e do Instituto Chico Mendes.

Teste de Micronúcleo

O sangue coletado foi imediatamente colocado em uma lâmina limpa, onde foi feito o esfregaço sanguíneo, as lâminas foram devidamente armazenadas e transportadas para o laboratório, e posteriormente fixadas em metanol por 10 minutos e em seguida coradas com 5% de corante de Giemsa por mais 12 minutos.

Os micronúcleos foram analisados de acordo com os dados encontrados no trabalho de Hallare et al. (2009). Para ser considerado um micronúcleo o fragmento deveria estar completamente separado do núcleo principal e ter até 1/5 do tamanho que o núcleo principal, estar corado com a mesma intensidade, estar em formato próximo ao oval ou circular e não apresentar mais que dois por célula. Todos os micronúcleos que possuíam estes critérios foram contabilizados. Em cada lâmina foram analisadas 1000 células, totalizando 30000 células analisadas.

Testes estatísticos

Os dados foram analisados utilizando o programa AnalysSOft BioStat, versão Professional 2009. Os resultados foram comparados utilizando o teste de análise de variância do tipo paramétrico (one-way ANOVA) seguido do teste de Man-Whitney. Todos os testes foram realizados usando um limiar de significância de 0,05.

Análise química

Foram coletados 4 litros de água da barragem Santa Maria, analisados de acordo com as resoluções do CONAMA. Os dados foram classificados de acordo com o Índice de Qualidade de Água (IQA), que avalia a qualidade da água de acordo com oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez, utilizando da seguinte equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_{wi}^{wi}$$

IQA: Índice de Qualidade da Água; **qi:** qualidade do i-ésimo parâmetro (obtido nas curvas); **wi:** peso relativo do i-ésimo parâmetro); **Swi=1**

O resultado da equação classifica a qualidade da água do local de acordo com critérios padronizados: Excelente, Bom, Médio, Ruim, ou Muito Ruim.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água da barragem Santa Rosa apresentou diversas alterações (Tabela 1), destacando-se a contaminação por Cobre (Cu) que geralmente está associada a obras civis. Devido aos diversos parâmetros alterados, a água apresentou um Índice de Qualidade de Água (IQA) igual a 53, considerado como qualidade média.

O ponto em questão apresentou diversas alterações de parâmetros. As variações de Cobre a chamaram mais atenção, considerando que, geralmente estas alterações estão ligadas a obras civis e a barragem foi criada para a construção do anel viário de Coromandel, obra que está acontecendo muito próxima à barragem, e pode ser a causa desta alteração, haja visto, a grande quantidade de sólidos totais presentes na água.

A baixa quantidade de oxigênio dissolvido, a alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a presença de algas superficiais na água, são sinais de que este recurso hídrico já está eutrofizado, colocando em risco a vida do ecossistema presente na barragem e impedindo os diversos usos que a população faz deste recurso, como lazer e pesca. Este processo é comumente associado à contaminação por fósforo (BELL; ELMETRI; LAPOINTE, 2013; LI et al, 2017; WANG; RAN, 2019), parâmetro que está alterado na barragem Santa Rosa, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Avaliação de qualidade de água, segundo resolução do CONAMA na Barragem Santa Rosa, Coromandel, MG.

Parâmetros Químicos (Unidade)	Barragem Santa Rosa (MÉDIA E DESVPAD)
pH (UpH)	6,34 ±1,21 *
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	1,11 ±0,45 *
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,17 ±1,72 ***
Dbo (mg/L)	5 ±3,30 ***
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)	93 ±66 **
Nitrato (mg/L)	0,49 ±0,31 *
Sólidos totais (mg/L)	689 ±212 ***
Turbidez (UNT)	62,65 ±11,35 *
Temperatura (°C)	23,44 ±2,01 *
Fósforo Total (mg/L)	0,07 ±0,09 ***
Chumbo Total (mg/L)	0,009 ±0,007 *
Cádmio (mg/L)	0,014 **
Cobre (mg/L)	0,015 ***
IQA	53
Classificação de qualidade de água: Classe 1*(Bom), Classe 2**(Regular), Classe 3 *** (Ruim)	

Partículas de cobre podem causar diversos danos aos peixes, sendo causadores de diversas alterações citotóxicas a estes animais. Segundo Wang et al (2016) nano partículas de cobre e sulfato de cobre causam danos a nível celular nos hepatócitos de *Epinephelus coioides*, alterando a quantidade destas e a qualidade destas células. Sulfato de cobre também possui a capacidade de induzir apoptose em diversas células de peixes (KOBBER et al, 2015).

Durante a análise das 30 lâminas, foram encontrados 48 micronúcleos (Tabela 2), valor considerado alto, se comparado ao ponto referência, e para melhor definição deste resultado os dados foram comparados estatisticamente.

Tabela 2. Frequência de micronúcleos da água coletada na Barragem Santa Rosa.

Pontos de Coleta	Nº de amostra	Células Totais	n Totais	X(%) ± SD
				MN
Ponto Referência	15	30000	11	0,007 ± 0,032 ^a
Barragem Santa Rosa	15	30000	48	0,032 ± 0,059 ^c

^{a, b} Caracteres diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0.05$) de acordo com o teste de Mann-Whitney

No Brasil, o trabalho de Bogoni et al. (2014) demonstra a elevada capacidade de monitoramento biológico destes peixes, já que, amostras foram expostas a água do Rio do Engano, em Santa Catarina, e o grupo exposto apresentou um incremento significativo de micronúcleos quando comparada ao grupo controle, assim como nesta pesquisa. Os resultados indicam que a água da barragem possui efeito na atividade celular, já que a frequência de MN no local de coleta indicou diferença significativa ($p < 0.05$) quando comparado ao Ponto referência. A espécie *Astyanax bimaculatus* é capaz de reagir a estressores ambientais e manifestar alterações em suas células sanguíneas, (CORREDOR-SANTAMARÍA; GÓMEZ; VELASCO-SANTAMARÍA, 2016) sendo comumente utilizada por estas capacidades e por estar amplamente distribuída pelo mundo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa evidenciou que existem alterações celulares/nucleares motivadas pela presença de químicos além dos limites permitidos na barragem avaliada, de forma que as obras civis locais podem ser a principal causa destas alterações. Considerando a característica cumulativa destas alterações, uma avaliação continua deste recurso hídrico é recomendada, tendo em vista o aparente processo de eutrofização.

REFERÊNCIAS

ARSLAN, Ozlem; PARLAK, Hatice. Micronucleus Test Good Biomarker for determination of Genetic Changes in Aquatic Organism. **Journal of Aquatic Pollution and Toxicology**, v.1 n.3, p. 1-18, 2017.

AYANDA, Isaac; YANG, Min; ZHANG, Yu. Cytotoxic and genotoxic effects of perfluorododecanoic acid (PFDoA) in Japanese Medaka. Knowl. **Management of Aquatic Ecosystems**, v. 419, 2018.

BELL, Peter; ELMETRI, Ibrahim; LAPOINTE, Brian. Evidence of Large-Scale Chronic Eutrophication in the Great

Barrier Reef: Quantification of Chlorophyll a Thresholds for Sustaining Coral Reef Communities. **AMBIO**, v. 43, n. 3, p. 361–376, 2013.

BHATNAGAR, Anita; YADAV, Abhay; CHEEMA, Navneet. Genotoxic Effects of Chlorpyrifos in Freshwater Fish *Cirrhinus mrigala* Using Micronucleus Assay. **Advances in Biology**, v. 2016, p. 1-7, 2016.

BIANCHI, E et al. Evaluation of genotoxicity and cytotoxicity of water samples from the Sinos River Basin, southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 75, n. 2, supl. p. 68-74 2015.

BOGONI, Juliano et al. Genotoxicity in *Astyanax bimaculatus* (Twospot *Astyanax*) Exposed to the Waters of Engano River (Brazil) as Determined by Micronucleus Tests in Erythrocytes. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 66, n.3, p. 441–449, 2014.

CORREDOR-SANTAMARÍA, Wilson; GÓMEZ, Marlon; VELASCO-SANTAMARÍA, Yohana. Using genotoxic and haematological biomarkers as evidence of environmental contamination in the Ocoa River native fish, Villavicencio—Meta, Colombia. **Springer Plus**, v. 5, n. 1, 2016.

DE CAMPOS-JUNIOR, Edimar et al. Assessment of genotoxic, mutagenic, and recombinogenic potential of waterresources in the Paranaíba River basin of Brazil: A case study. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, Part A., volume 79, p. 1-11, 2016.

DOURADO, Priscila Leocádia Rosa et al. Genotoxic and mutagenic effects of polluted surface water in the midwestern region of Brazil using animal and plant bioassays. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, volume 40, número 1, p. 123-133, Março de 2017.

HALLARE, Arnold et al. Genotoxic Stress Induced By Intensive Aquaculture Activities In Taal Lake (Philippines) On Circulating Fish Erythrocytes Using the Comet Assay and Micronucleus Test. **In Vivo**, v. 25, n. 6, p. 929-33, 2011.

HIRT, Lourdes; ARAYA, Patricia; FLORES, Silvia. Population structure, reproductive biology and feeding of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) in an Upper Paraná River tributary, Misiones, Argentina. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 23, n. 1, 2011.

JUBRIL, Afusat; OMADEYUAYE, Theodora; ADEKOLA, Adewole. In vivo micronucleus test as a biomarker of genotoxicity in free-range goats from suspected contaminated environment. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**, v. 4, n. 3, p. 281–287, 2018.

KANEV, Martin; OZDEMIR, Kezban; MURANLI, Fulya. Genotoxic evaluation of the Ergene River, Turkey, on mosquito fish, *Gambusia affinis* (Baird and Girard, 1853) using the piscine micronucleus assay. **International Journal of Aquatic Biology**, v. 4, n. 5, p. 330-339, 2016.

KLINGELFUS, Tatiane et al. DNA damage in the kidney tissue cells of the fish *Rhamdia quelen* after trophic contamination with aluminum sulfate. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 38, n. 4, p. 499-506, 2015.

KOBER, Sascha et al. Intact cell mass spectrometry as a rapid and specific tool for the differentiation of toxic effects in cell-based ecotoxicological test systems. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 407, n. 25,

p.7721-7731, 2015.

KÜTTER, Vinicius et al. Mercury bioaccumulation in fishes of a paddy field in Southern of Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 27, n. 2, 2015.

LI, Tong et al. Contrasting Eutrophication Risks and Countermeasures in Different Water Bodies: Assessments to Support Targeted Watershed Management. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, p. 690- 695, 2017.

NIKDEHGHAN, Niloufar; KASHIRI, Hadiseh; HEDAYATI, Ali A. CuO nanoparticles-induced micronuclei and DNA damage in *Cyprinus carpio*. **AACL Bioflux**, v. 11, n. 3, p. 925-936, 2018.

TASNEEM, Shoeiba. YASMEEN, Rafath. Induction of Micronuclei and Erythrocytic Nuclear Abnormalities in Peripheral Blood of Fish *Cyprinus carpio* on Exposure to Karanjin. **Iranian Journal of Toxicology**, v.12, n. 2, 2018.

TCHAIKA, Ligia et al. Micronucleus test in *Centropomus undecimalis* (BLOCH, 1972) for the assessment of the water quality of two Brazilian estuaries. **AIP Conference Proceedings** 2040, 100003, 2018.

USESE, Amii; KUTON, Minasu; CHUKWU, Obinna. Haematological and Genotoxic Indices of Two Cichlid Fish Species from a Tropical Estuarine Lagoon. **AJVS**, v. 58, n.1, p. 15-23, 2018

WANG, Tao et al. Copper Nanoparticles and Copper Sulphate Induced Cytotoxicity in Hepatocyte Primary Cultures of *Epinephelus coioides*. **PLoS ONE**, v. 11, n. 2, 2016.

WANG, Yumin; RAN, Weijian. Comprehensive Eutrophication Assessment Based on Fuzzy Matter Element Model and Monte Carlo-Triangular Fuzzy Numbers Approach. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 10, 2019.

Biomonitoramento de trechos poluídos e não-poluídos do córrego Mumbuca, na cidade de Monte Carmelo – MG

Lucas Faria Noronha

Licenciado em Ciências Biológicas
Centro Universitário Mário Palmério – UNIFUCAMP
lucas.fnoronha@hotmail.com

Andressa de Fátima Faleiros Oliveira

Licenciada em Ciências Biológicas
Centro Universitário Mário Palmério – UNIFUCAMP
andressa.faleiros@hotmail.com

Edimar Olegário de Campos Júnior

Doutor em Genética
Universidade Federal de Minas Gerais
edimarcampos@yahoo.com.br

RESUMO: A exposição a poluentes induz uma série de eventos sobre o DNA, que podem causar mutagênese e sérias alterações genéticas. A indução de mutações em células germinativas pode resultar em um aumento das frequências de enfermidades genéticas. O trabalho objetivou avaliar por meio de estudos citogenéticos o potencial genotóxico e sua possível interferência nos peixes da espécie *Astyanax bimaculatus* utilizando o teste de micronúcleo Písceo. O incremento nas taxas de micronúcleo, assim como nos parâmetros químicos variáveis estão relacionados ao fato do Ponto 3 (localizado em área com potencial mutagênico alto) apresenta maior interferência para os peixes do sítio em questão. Sendo assim, a espécie *Astyanax bimaculatus* se demonstrou como bom indicador de genotoxicidade.

Palavras-chave: Micronúcleo, Biomonitoramento, *Astyanax bimaculatus*

Como citar este trabalho:

NORONHA, L.F.; OLIVEIRA, A.F.F.; CAMPOS JÚNIOR, E.O. Biomonitoramento de trechos poluídos e não-poluídos do córrego Mumbuca, na cidade de Monte Carmelo – MG. In: CAMPOS JÚNIOR, E.O. (Org.). **Biodiversidade e Preservação dos Recursos Naturais**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021, Cap.2, p. 14-24. doi: <http://dx.doi.org/10.51781/97865869201921424>

INTRODUÇÃO

A biota aquática está sofrendo um processo de poluição crescente, resultado da atividade antropogênica sobre o meio ambiente, o qual recebe gradualmente compostos xenobióticos (LIVINGSTONE, 1998). Tais substâncias tóxicas são derivadas de efluentes tóxicos industriais e domésticos, drenagem agrícola e compostos orgânicos que são lançadas de forma direta ou indireta nas águas (ARIAS, 2007).

Ambientes aquáticos são caracterizados pela intensa variação dos parâmetros físico-químicos da água, como pH, temperatura, Alcalinidade, as quais podem alterar a bioavaliação e subsequente toxicidade dos poluentes (WITTERS, 1998; MONSERRAT et al., 2007). Organismos em meio aquático quando expostos a poluentes sofrem alterações a nível operacional e estrutural de suas células, resultando em alterações, as quais podem afetar a integridade da população e do ecossistema (PARVEZ; RAISUDDIN, 2005).

Segundo White; Rasmussem (1998) qualquer elemento ou composto encontrado no ambiente em concentrações elevadas é chamado de contaminante, e quando este altera as características naturais do meio por sua utilização de forma negativa, torna-se um poluente. A exposição a esses poluentes induz uma série de eventos sobre o DNA, que podem causar mutagênese e sérias alterações genéticas (AL-SABTI; METCALFE, 1995). Uma das formas para detectar se os organismos estão expostos a xenobióticos é o estudo com espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas, conhecido como biomonitoramento (FERRARO et al., 2004).

O biomonitoramento é utilizado para identificar a situação do ambiente e de potenciais organismos contaminados, além de avaliar a relação dos xenobiontes e os fatores físicos que os organismos estão sujeitos, contribuindo de maneira positiva para se ampliar os estudos ecotoxicológicos e viabilizar diagnósticos de áreas impactadas (DA SILVA; HEUSER; ANDRADE, 2003).

Organismos-teste como algas, peixes, moluscos e macro invertebrados são frequentemente utilizados em bioensaios devido a suas características de sensibilidade e potencial reprodutibilidade (COTELLE; FERARD, 1999). Particularmente os peixes são considerados bons biomonitores por sofrerem bioacumulação de poluentes químicos e responderem a agentes mutagênicos, além de representar potencial de contaminação para os seres humanos que ingerem esses animais (AL-SABTI e METCALFE, 1995).

A indução de mutações em células germinativas pode resultar em um aumento das freqüências de enfermidades genéticas. Como resultado dessas considerações, os testes de toxicidade genética são utilizados, rotineiramente, para uma avaliação do espectro toxicológico de compostos químicos e medicamentos (RIBEIRO; FÁVERO SALVADORI; MARQUES, 2003).

Os primeiros testes de genotoxicidade surgiram nos anos 50 e 60, para observar as alterações estruturais e disposição de cromossomos de tipos celulares de organismos expostos a poluentes. Os testes têm como principal função avaliar o nível de degradação ambiental nos corpos hídricos, senso que os mais utilizados são o teste do Micronúcleo písceo e o Ensaio cometa (VILLELA et al., 2003).

O teste de micronúcleo em peixes foi adaptado por HOOFTMAN; RAAT (1982) para o estudo de células sanguíneas. É um teste citogenético utilizado com população de células em proliferação e eritropoiéticas que pode ser usado em qualquer espécie de peixe, levando em consideração os diferentes graus de sensibilidade de cada animal (FERRARO et al., 2004). A caracterização do teste ocorre na fase de mitose, em que os

cromossomos danificados ficam dispersos no citoplasma das células filhas, formando estruturas chamadas de micronúcleos (ARIAS et al., 2007). O surgimento de micronúcleos ocorre em curtos períodos de exposição a poluentes, no entanto, o dano citogenético de curto prazo pode ser revertido se as espécies forem removidas das condições de contaminação (RAMSDORF, 2007).

Os indivíduos do gênero *Astyanax* são peixes de escamas, de pequeno porte, raramente ultrapassando 10 cm de comprimento total e sua coloração é bastante variada, esses lambaris são altamente utilizados para consumo humano, porém apresentam médio valor comercial devido ao seu pequeno tamanho. Por outro lado, possuem grande valor ecológico como espécie forrageira (GODOY, 1975).

A deterioração do Córrego Mumbuca localizado na cidade de Monte Carmelo - Minas Gerais por agentes contaminantes, devido à ação antrópica acarreta danos fisiológicos e citológicos para alguns organismos presentes neste ecossistema. É importante averiguar por meio de biomonitoramento a qualidade ambiental, as condições de vida e a perpetuação das espécies de peixes deste corpo hídrico. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar por meio de estudos citogenéticos o potencial genotóxico e sua possível interferência nos peixes da espécie *Astyanax bimaculatus* utilizando o teste de micronúcleo Písceo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de Estudo

As coletas foram realizadas em 3 pontos (Figuras 1 e 2) pré-estabelecidos distintos (caracterizados por diferentes padrões de qualidade de água) no córrego Mumbuca na Região de Monte Carmelo - Minas Gerais, situado a 18°44'29.30" de Latitude Sul e 47°29'55.45" de Longitude a Oeste. A população na cidade de Monte Carmelo estimada pelo IBGE 2020 é de 47.931 pessoas. A principal atividade econômica da cidade é a produção de telhas, tijolos e artefatos cerâmicos e também é destaque na produção de curtume e de embalagens, além da produção de café.

Material biológico

Os organismos utilizados foram peixes da espécie *Astyanax bimaculatus*, de nome popular lambari. Foram coletadas amostras de peixes (bioindicadores) de ambos os sexos, identificando os parâmetros morfométricos como peso e o tamanho. As amostras foram capturadas utilizando isca com auxílio de anzol e isca viva. Os peixes foram mantidos em isopor com água do local e devida aeração, e em seguida transportados até o Laboratório do Centro Universitário Mário Palmério - UNIFUCAMP para posterior aclimatização e processamento.

Figura 1. Ponto 1 (Controle Negativo) - Caracterizado como local de rede da distribuição de água pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) em Monte Carmelo.



Figura 2: Pontos 2 (Região intermediária do Córrego Mumbuca, caracterizada pela ocorrência de efluentes residenciais) e 3 (Local à extremidade do Córrego Mumbuca, caracterizado pela ocorrência de efluentes residenciais, industriais).



Análise Química da Água

As características Físico-químicas da água recolhida do Córrego Mumbuca foram analisadas segundo os procedimentos de Boyd; Tucken (1992), com análise de taxa de oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, temperatura, pH, amônia não-ionizada, nitrito, dureza e alcalinidade.

Índice de Qualidade de Água (IQA)

A determinação do IQA deste trabalho foi realizada de acordo com a metodologia do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Os cálculos foram analisados com auxílio do Software IQADATA, disponibilizado pela Universidade de Santa Cruz do Sul - Rio Grande do Sul. O IQA é determinado pelo produto ponderado das qualidades estabelecidas para cada parâmetro (oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais). Os resultados para o índice final de qualidade de água (Tabela 1) podem ser Excelente, Bom, Médio, Ruim e Muito Ruim.

Tabela 1. Índice de qualidade de água (IQA-NSF).

CLASSIFICAÇÃO	PONDERAÇÃO
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 < IQA \leq 25$

Teste do Micronúcleo (MN)

O teste de micronúcleo foi realizado de acordo com os critérios validados por Countryman; Heddle (1976) e Fenech (1993). Após a coleta no período diurno e aclimatização dos animais por 12 horas os peixes foram anestesiados com 25ml de solução alcoólica de benzocaína 1,5% em um aquário com volume de 2 litros de água. Logo em seguida após 30 minutos de sedação os peixes foram submetidos à extração de uma amostra de sangue por meio de punção da veia caudal com auxílio de seringa heparinizada, para realização de esfregaço em lâminas (2 por peixe).

Em cada lâmina foi utilizado cerca de 40µl de sangue, as mesmas foram secas à temperatura ambiente e após 24 horas fixadas em metanol 100% por 20 min. Em seguida, as lâminas foram coradas com solução Giensa 4% diluída em tampão fosfato (60 mM KH₂ PO₄ e 60 mM Na₂HPO₄; pH 6.8) por 15 min. As lâminas foram lavadas com água destilada e secas em temperatura ambiente, e posteriormente preparadas pra

uso. A análise citológica foi realizada em microscópio óptico (magnificação de 1000x). Um total de 2000 células de eritrócitos mononucleadas foram examinadas por peixe em cada lâmina.

Análise Estatística

Foi utilizado o teste estatístico: Mann-Whitney. O teste foi analisado com auxílio do programa estatístico AnalySoft Biostat – Professional versão 2009. Todo o teste foi realizado com nível mínimo de significância de 0,01.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Conselho nacional do Meio Ambiente (CONAMA) sugere que o monitoramento das águas superficiais de corpos hídricos seja classificado de acordo com a tolerância de cada parâmetro químico, de acordo com limites já estabelecidos. Sendo assim a tabela 2 demonstra os valores médios e respectivo desvio padrão dos parâmetros químicos analisados no córrego Mumbuca nos três pontos determinados. É possível observar que os parâmetros apresentam variáveis de classe do tipo 1, 2 e 3, inferindo diferenças potenciais quanto ao padrão de qualidade da água.

Tabela 2. Classificação de parâmetros químicos nos pontos de amostragem do córrego Mumbuca de acordo com a resolução do Conama de 2005.

Parâmetros Químicos (Unidade)	Ponto 1 (MÉDIA E DESVPAD)	Ponto 2 (MÉDIA E DESVPAD)	Ponto 3 (MÉDIA E DESVPAD)
pH (UpH)	6,98 ±1,67 *	6,31 ±2,12 *	6,01 ±1,22 *
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,02 ±0,01 *	0,35 ±0,25 *	1,97 ±1,66 *
Surfactantes (mg/L)	0,05 ±0,01 *	0,08 ±0,03 *	0,42 ±0,13 *
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,0±0,98*	5,75 ±0,68 **	4,01 ±1,02 ***
Dqo (mg/L)	28,43 ±5,65 *	23,33 ±4,55 *	35,13 ±7,46 *
Dbo (mg/L)	1,5 ±1,13 **	4,8 ±2,15 **	10,0 ±2,16 ***
Coliformes Fecais (NMP/100 ml)	700 ±102 **	832 ±132 **	1632 ±126 ***
Nitrato (mg/L)	0,02 ±0,01 *	0,21 ±0,15 *	0,31 ±0,23 *
Sólidos totais (mg/L)	43 ±14 *	67 ±10 *	108 ±34 *
Turbidez (UNT)	5,98 ±3,44 *	8,95 ±3,12 *	18,65 ±7,25 *
Temperatura (°C)	23,1 ±1,5 *	22,46 ±2,5 *	23,35 ±1,56 *
Sulfetos (mg/L)	0,003 ±0,001 *	0,003 ±0,001 *	0,46 ±0,11 ***
Chumbo Total (mg/L)	0,011 ±0,009 **	0,026 ±0,017 **	0,034 ±0,052 **
Cromo (mg/L)	0,01 ±0 *	0,01 ±0 *	0,02 ±0,01 *
Manganês (mg/L)	0,050 ±0,008 *	0,063 ±0,004 *	0,066 ±0,011 *
cádmio (mg/L)	0,0018 ±0,0011 *	0,0058 ±0,0031 *	0,0059 ±0,0022 *

Os parâmetros apresentam variáveis de classe do tipo 1 (*), 2 (**) e 3 (***), inferindo diferenças potenciais quanto ao padrão de qualidade da água.

O ponto 1 foi determinado, como controle negativo, devido a sua normalidade, visto que para todos os parâmetros os índices aceitáveis foram preservados. O Ponto 2, caracterizado como intermediário, apresentou alguns índices fora do padrão de classificação de águas do tipo 1, evidenciado pela presença de parâmetros classificados pelos órgãos de controle como de classe 2. Já as coletas realizadas no ponto 3, demonstraram presença irregular de parâmetros químicos como a taxa de coliformes fecais, alta concentração da demanda potencial de oxigênio dissolvido (DBO), baixas taxas de oxigênio dissolvido, além de altos índices para sulfetos e sulfatos, determinando assim a ocorrência de parâmetros em classe 3. As análises complementares do ponto 3 apontaram a presença de compostos de alumínio e chumbo, derivadas de efluentes de atividades antrópica.

De acordo com os parâmetros estabelecidos pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), foi possível determinar um parâmetro qualitativo (Tabela 3), referente a cada Ponto amostrado no Córrego Mumbuca. Na Tabela referenciada é possível observar uma escala crescente de qualidade de água, sendo que o Ponto 1, representativo do trecho controle negativo apresenta qualidade de água do nível Bom, seguido do Ponto 2, que possui parâmetros do nível Regular, e o Ponto 3, que devido a seus desvios quanto aos limites regulamentares apresenta qualidade de nível Ruim.

Tabela 2. Índice de qualidade de água (IQA-NSF), de acordo com as resoluções estabelecidas pelo CONAMA.

LOCALIZAÇÃO	PONDERAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
PONTO 1	75.24	BOM
PONTO 2	55.32	REGULAR
PONTO 3	44.7	RUIM

As células micronucleadas foram assim caracterizadas quando o fragmento apresentava proporção menor que um terço do núcleo, completamente separadas do núcleo principal; não-refratária, com mesma forma, coloração e intensidade do núcleo da célula, além de estar dentro do citoplasma celular. De cada Ponto foram analisados 7 indivíduos, sendo que para cada indivíduo 2000 células foram avaliadas quanto à frequência de micronúcleo (Tabela 4). A frequência de micronúcleos no Ponto 2 apresentou índices diferenciais quanto ao ponto controle, mas sem relevância significativa. A frequência de micronúcleos (MN) no Ponto 3 representou taxa mais elevada quando comparado ao controle, o mesmo foi observado pelo número de células micronucleadas (CMN), expressas por mil. O teste estatístico Mann-Whitney, mostrou que houve diferença significativa entre os Pontos coletados ($F= 47.0607$). Portanto é possível observar que o ponto 3 difere de forma significativa do controle, evidenciando o potencial mutagênico do meio amostrado.

Tabela 4. Frequência de Micronúcleos (MN) e de células micronucleadas (CMN) em eritrócitos periféricos de *Astyanax bimaculatus* no Córrego Mumbuca, Cidade de Monte Carmelo- MG.

Locais de Coleta	Nº de indivíduos	Total de Células	Total de MN	Total CMN	X(%) ± SD	
					MN	CMN
Ponto 1	7	14000	25	25	0.035± 1,397	0.035± 1,397
Ponto 2	7	14000	64	64	0.064± 2,229	0,181± 2,229
Ponto 3	7	14000	139	135	0.198± 4,913*	0,193± 4,976*

*Diferença Significativa quando comparado com o Ponto controle (Sítio 1) de acordo com o teste U (Mann-Whitney), com nível de significância $\alpha = 0,01$.

Os corpos hídricos com finalidade para o abastecimento público, enquadrados em sistema de captação, necessitam de marcadores para estabelecer às condições mínimas de qualidade dessas águas. A ocupação descontrolada de uma bacia provoca alterações na qualidade desse recurso, devido às diversas atividades humanas, que normalmente desencadeiam processos de contaminação (GASPARINI, 2001).

De acordo com as características físico-químicas analisadas, houve variação em todos os parâmetros de um sítio para outro no mesmo período de coleta. No Ponto controle, o rio apresenta boa qualidade de água, visto que ainda não recebeu nenhuma variável de efluente. Já no Ponto 2, o rio recebe a contribuição dos esgotos domésticos de parte da cidade, mas em consideração ao valor de IQA intermediário, esse trecho do rio, referente ao sítio 2 apresenta qualidade regular, o qual de acordo com os resultados apresentados não interfere na significância de fatores potenciais Genotóxicos.

Entretanto o Ponto 3 está localizado em posição de fluxo direto de efluentes industriais, principalmente em atividades do tipo ceramista, e por tal localização é o trecho que mais sofre pela ação de agentes contaminante, e dessa forma apresenta parâmetros ponderáveis para IQA considerados como ruins. O despejo de efluentes domésticos e industriais, sobretudo de inúmeras indústrias cerâmicas, representa fontes de poluição dos recursos hídricos. Já outro pesquisador descreve que as substâncias contaminantes como corantes usados na esmaltação cerâmica, que contêm óxidos de Al, Co, Zr, Si, Cr, Zn, Ni, Ca e Sn; os esmaltes, que contêm SiO₂, B₂O₃, Na₂O e PbO; as resinas sintéticas, que contêm compostos orgânicos; e as tintas, que contêm Pb, Ca, Si, Al, Fe, Cr e Mn; presentes nestes efluentes podem causar danos aos organismos da biota associada (BERNARDINI, 2006).

O IQA reflete a contaminação por esgotos, além da interferência de outros compostos orgânicos, nutrientes e sólidos, sendo assim o Ponto 2 quando comparado ao ponto controle (Ponto 1) apresenta qualidade do tipo regular e não afeta de maneira intensa os indivíduos que ali vivem, como acontece no Ponto 3, o qual reflete alto potencial mutagênico. Além do potencial mutagênico, relacionado com misturas complexas que

acarretam problemas para os organismos presentes no habitat, outras variáveis como os altos índices de despejos de carga orgânica resultam na morte de várias espécies de peixes, visto que excedem a capacidade de autodepuração do corpo hídrico, com esgotamento da quantidade de oxigênio (DERISIO, 2000).

O Teste do Micronúcleo assim como os índices químicos de qualidade de água, demonstram que o Ponto 3 interfere na carga genética dos indivíduos que nele vivem, acarretando em incremento da taxa de micronúcleo para tais indivíduos e diferença significativa do ponto controle ($p < 0,01$), diferentemente do ponto 2 que mesmo em condições diversas não representou interferências válidas para os organismos testados. O aumento do nível de indução de Micronúcleos em eritrócitos nos Pontos tratados é determinado pela concentração da dose e o tempo exposto a compostos potencialmente mutagênicos, como o alumínio e os derivados do sulfato que compõe misturas tóxicas, que segundo Hoshina et al. (2009) podem agravar as condições ambientais e, conseqüentemente, afetar todos os organismos aquáticos da biota.

O Ponto 3, com maior índice de Mn ($0,198 \pm 4,913$) e células micronucleadas ($0,193 \pm 4,976$) corrobora com a relação entre a frequência de micronúcleos e a proximidade com a fonte presumida de poluição, suportando a adequação da espécie em questão (*Astyanax bimaculatus*), como bioindicador viável.

As características físico-químicas do ambiente afetam a composição da fauna de maneira direta e indireta, visto que os organismos-teste refletem a condição ambiental, pela qual estão submetidos (LYTLE; PECKARSKY, 2001).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O incremento nas taxas de micronúcleo, assim como nos parâmetros químicos variáveis estão associados ao fato do Ponto 3 (localizado em área com potencial mutagênico alto) apresentar maior interferência para os peixes do sítio em questão. Sendo assim, a espécie *Astyanax bimaculatus* se demonstrou como bom indicador de genotoxicidade, visto que organismos de trechos do Córrego Mumbuca recebem efluentes mutagênicos, sendo o sítio 3 o mais crítico, e o sítio 2 considerado intermediário e sem significância.

REFERÊNCIAS

AL-SABTI, K.; METCALFE, C.D. Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water. **Mutation Research**, v. 343, p. 121-135, 1995.

ARIAS, Ana Rosa Linde et al. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciênc. saúde coletiva [online]**, vol.12, n.1, 2007.

BERNARDIN, A.M.; FELISBERTO, D.S.; DAROS, M.T.; RIELLA, H.G. **Reaproveitamento de resíduos de polimento e de esmaltação para obtenção de cerâmica celular**. Cerâmica Industrial, Santa Gertrudes, v.11, p.31-34, 2006.

BOYD, C.E.; TUCKER, C.S, **Water Quality and pond Soil Analyses for aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station**, Auburn University, Alabama, USA, 183 p, 1992.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, 2005.

COTELLE, S.; FERARD, J.F. Comet assay in genetic ecotoxicology: a review. **Environmental and Molecular Mutagenesis** v. 34 p. 246-255, 1999.

COUNTRYMAN, P.I., HEDDLE, J.A. The production of micronuclei from chromosome aberrations in irradiated cultures of human lymphocytes. **Mutation Research** 41:321-332, 1976.

DA SILVA, J.; HEUSER, V.; ANDRADE, V. Biomonitoramento ambiental. **Genética toxicológica**, p.167-178, 2003.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2. ed. São Paulo: Signus Editora, 2000.

FENECH, M. The cytokinesis-block micronucleus technique: a detailed description of the method and its application to genotoxicity studies in human populations. **Mutation Research**, v. 285, p. 35-44, 1993.

FERRARO, M.V, FENOCCHIO, A.S, MANTOVANI. M.S, RIBEIRO, C.O, CESTARI, M. M. Mutagenic effects of tributyltin and inorganic lead (Pb II) on the fish *H. malabaricus* as evaluated using the comet assay and the piscine micronucleus and chromosome aberration tests. **Genetics and Molecular Biology** 27:103-107, 2004.

GASPARINI, V. A. **Repercussões econômicas da utilização incorreta das áreas de mananciais**. UFSC. Engenharia de Produção. Dissertação de Mestrado, 2001.

GODOY, M. P. **Peixes do Brasil**: subordem Characoidei; bacia do rio Mogi Guassu São Paulo, Franciscana, 1975.

HOOFTMAN, R. N.; de RAAT, W. K. Induction of nuclear anomalies (micronuclei) in the peripheral blood erythrocytes of the eastern mudminnow *Umbra pygmaea* by ethyl methane sulphonate. **Mutation Research**, v. 104, p.147-152, 1982.

HOSHINA, M.M.; MARIN-MORALES, M.A. Micronucleus and chromosome aberrations induced in onion (*Allium cepa*) by a petroleum refinery effluent and by river water that receives this effluent. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v.72, p.2090-2095, 2009.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais em 2000**. Belo Horizonte: FEAM, 200.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais em 2005**. Belo Horizonte: FEAM, 2000.

LIVINGSTONE, D.R. The fate of organic xenobiotics in aquatic ecosystems: quantitative and qualitative differences in biotransformation by invertebrates and fish. **Comp. Biochem. Physiol.** v. 120, p. 43-49, 1998.

LYTLE, D.A.; PECKARSKY, B.L. 2001. Spacial and temporal impacts of a dieses fuel spill on stream invertebrates. **Freshwater Biology** 46:693-704

MONSERRAT, J.M.; MARTINEZ, P. E.; GERACITANO, L.A.; AMADO, L.L; MARTINS, C.M.G.; PINHO, G.L.L.; CHAVES, I. S.; FERREIRA-CRAVO, M; VENTURA-LIMA, J.; BAINCHINI, A. Pollution biomarkers in estuarine animals: Critical review and new perspectives. *Comparative Biochemistry and Physiology. C, Toxicology & Pharmacology*, v. 146, p. 221-234, 2007.

PARVEZ, S., RAISUDDIN, S. Protein carbonyls: novel biomarkers of exposure to oxidative stress-inducing pesticides in freshwater fish *Channa punctata* (Bloch). **Environ. Toxicol. Pharmacol**, v. 20, p. 112-117, 2005.

RAMSDORF, W. **Utilização de duas espécies de *Astyanax* (*Astyanax sp B* e *A. altiparanae*) como bioindicadores de região contaminada por agrotóxico (Fazenda Canguiri – UFPR)**. Dissertação de Pós-Graduação em Genética, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

RIBEIRO, L.R., FÁVERO SALVADORI, D.M.; MARQUES, E.K. **Mutagênese ambiental**. Canoas: Ed. ULBRA, 356p, 2003.

VILLELA, I.V.; LAU, A.; SILVEIRA, J.; PRÁ, D.; ROLLA, H.C.; SILVEIRA, J.D. Bioensaios para o monitoramento de genotoxicidade ambiental. In: DA SILVA, J.; ERDTMANN, B.; HENRIQUES, J.A.P. In: DA SILVA, J.; ERDTMANN, B.; HENRIQUES, J.A.P. **Genética Toxicológica**. Porto Alegre: Alcance, 2003.

WHITE, P.A.; RASMUSSEN, J.B. The genotoxic hazards of domestic wastes in surface waters. **Mutation, Research**, v. 410, p.223-226, 1998.

WITTERS, H.E. Chemical speciation dynamics and toxicity assessment in aquatic ecosystems. **Ecotoxicol. Environ. Saf.** v. 41, p. 90-95, 1998.

Oficinas de Reciclagem e Coleta Seletiva como alternativas para a Educação Ambiental na cidade de Grupiara – MG

Lucas Faria Noronha

Licenciado em Ciências Biológicas
Centro Universitário Mário Palmério – UNIFUCAMP
lucas.fnoronha@hotmail.com

Edimar Olegário de Campos Júnior

Doutor em Genética
Universidade Federal de Minas Gerais
edimarcampos@yahoo.com.br

RESUMO: O aumento da produção, associado ao incremento da necessidade de produção de alimentos e bens de consumo, leva o ser humano a transformar cada vez mais a matéria-prima gerando maiores quantidades de resíduos. A coleta seletiva representa umas das alternativas para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos. Contudo, é necessário que em primeiro plano seja realizado um trabalho de Educação Ambiental. O trabalho objetivou realizar por meio de atividades em uma escola estadual a construção de dinâmicas contextualizadas, que rompem com o modo tradicional de ensino. A metodologia foi desenvolvida no decorrer de várias visitas à escola, com a realização de cursos para formação de agentes ativos e multiplicadores em Educação Ambiental, além da utilização de questionários. Os dados foram analisados por meio da caracterização quantitativa dos dados. Os profissionais de educação, estão distantes da realidade prioritária quanto aos objetivos da Educação Ambiental e, sendo assim, não possuem formação necessária para ministrar adequadamente esse tema tão diverso. Os alunos participantes do projeto após esclarecerem suas dúvidas conceituais, motivaram-se e trabalharam de maneira efetiva até alcançar o resultado final: um material reciclado ou mesmo reutilizado.

Palavras-chave: Gestão Ambiental; Resíduos Sólidos; Coleta Seletiva.

Como citar este trabalho:

NORONHA, L.F.; CAMPOS JÚNIOR, E.O. Oficinas de Reciclagem e Coleta Seletiva como alternativas para a Educação Ambiental na cidade de Grupiara – MG. In: CAMPOS JÚNIOR, E.O. (Org.). **Biodiversidade e Preservação dos Recursos Naturais**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021, Cap.3; p. 25-35. doi: <http://dx.doi.org/10.51781/97865869201922535>

INTRODUÇÃO

A problemática ambiental urbana, estabelece um tema bastante propício para salientar a demanda da população, em conhecer e atuar nas áreas afetadas pelos crescentes impactos socioambientais (JACOBI, 1998). O aumento da produção, associado ao incremento da necessidade de produção de alimentos e bens de consumo, leva o ser humano a transformar cada vez mais a matéria-prima gerando maiores quantidades de resíduos. Nesse sentido o gerenciamento dos recursos naturais e dos resíduos produzidos é negligenciado.

O mau gerenciamento dos resíduos traz danos irreversíveis ao meio ambiente e à saúde pública. Em vista das questões ambientais, o lixo é área de atuação de 496 ONGs ambientalistas brasileiras, representando um dos temas mais relevantes (VASCONCELOS, 1998).

Visto que a forma mais adequada quanto à destinação final e tratamento do lixo é o aterro sanitário, o Brasil não possui índices satisfatórios (EIGENHEER, 2003). Dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) indicam que 63,6% dos municípios brasileiros destinam de maneira inadequada o seu lixo, utilizando lixões; 18,4% aterros controlados e 13,8% aterros sanitários. (ARANTES; FEHR, 2012). Da mesma forma se comporta a disposição de resíduos em Grupiara-MG, objeto deste estudo, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos em Grupiara-Mg.

DESTINO DO LIXO	Domicílios	Moradores
Coletado por serviço de Limpeza	364	1147
Queimado	51	148
Enterrado	1	1
Jogado em terreno baldio	23	70
Outro destino	2	3
TOTAL	441	1369

Fonte: Secretaria Municipal de Serviços Urbanos - IBGE/SIDRA

No Brasil, indicadores mostram que entre 1992 e 2000 a população cresceu 16%, enquanto a geração de resíduos sólidos domiciliares cresceu 49%, ou seja, um índice três vezes maior. Uma alternativa para diminuir esta quantidade de lixo produzido é a coleta seletiva, que consiste na separação de materiais recicláveis, como plásticos, vidros, papéis, metais, outros, nas várias fontes geradoras – residências, empresas, escolas, comércio, indústrias, unidades de saúde – tendo em vista a coleta e o encaminhamento para a reciclagem (IBGE, 2001).

A coleta seletiva representa umas das alternativas para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos. Contudo, é necessário que em primeiro plano seja realizado um trabalho de Educação Ambiental, o qual deve ter realização contínua e permanente.

De acordo com Sato (2003) a Educação Ambiental é um processo de reconhecimento das habilidades buscando entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, resultando em tomada de decisões que conduzem para uma melhor qualidade de vida. Além disso, representa, em acordo com a Unesco (2005), a Educação Ambiental trata-se de uma disciplina que determina a relação dos homens com o ambiente natural, e as possíveis formas de conservá-lo e gerenciá-lo.

A Educação Ambiental deve ser trabalhada na escola não só em vista das exigências legais, mas sim

objetivando a manutenção do meio em que vivemos. Dentre várias formas possíveis de se trabalhar. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) afirmam que é essencial ao desenvolvimento de temas ligados ao Meio Ambiente. Dias (1998) afirma que a Educação Ambiental tem a função de definir valores capazes de conduzir comportamentos de preservação e melhoria do meio ambiente. Uma das alternativas para aplicação nas escolas é o trabalho nas oficinas, o qual é pautado na ampliação da compreensão do mundo, na construção de conhecimentos, nas relações entre as pessoas numa atitude dialógica. Nas Oficinas não há roteiro definido, mas um espaço onde a contribuição de cada um abre uma trilha para múltiplas realizações possíveis (SIEBERT et al., 1996).

A escola tem como principal função, usando o tema meio ambiente, contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos a decidir e atuar na realidade sócio-ambiental de um modo comprometido com a vida. Para isso é necessário que a escola se proponha a trabalhar com atitudes, formação de valores, relações interpessoais, hábitos de higiene pessoal e dos diversos ambientes, valorização a biodiversidade, alimentação e saúde (Brasil, 1998).

O objetivo desta pesquisa foi realizar por meio de atividades em escola a construção de dinâmicas contextualizadas que rompem com o modo tradicional de ensino, para que a Educação Ambiental (em especial os processos de coleta seletiva e destino final de resíduos sólidos) possa ser compreendida e tomada como importante pelos alunos e comunidades.

São poucas as cidades brasileiras que destinam seu lixo de maneira correta, menores ainda são os índices de cidades que realizam o reaproveitamento de materiais recicláveis. Dessa maneira a melhor forma de instituir esse dever para a população é desenvolver orientações em relação aos processos de reciclagem e coleta seletiva nas redes educacionais, garantindo a conscientização de jovens indivíduos, nesse período inicial da vida.

METODOLOGIA

A metodologia foi desenvolvida no decorrer de várias visitas à escola, com a realização de cursos para formação de agentes ativos e multiplicadores em educação Ambiental, além da utilização de questionários. Os dados foram analisados por meio de caracterização quantitativa.

Local de Estudo

Foram entrevistados 96 alunos do ensino fundamental de uma Escola Estadual da Cidade de Grupiara (Minas Gerais, região do Alto Paranaíba), que segundo dados do IBGE 2020 possui uma estimada população de 1.387 habitantes. O município de Grupiara apresenta graves problemas em relação ao destino de seus

resíduos sólidos, devido à falta de um Sistema de Gestão Integrado de Resíduos.

Procedimentos da pesquisa

A observação na escola e a realização das oficinas experimentais foram realizadas pelo pesquisador, no papel de agente de informação, o que lhe permitiu acompanhar mais de perto as variáveis da pesquisa, bem como a correção de seus rumos conforme Thiollent, (2000), além disso, é válido considerar que a abordagem metodológica foi baseada em Tavares e Freire (2003), e a pesquisa contou com três fases descritas a seguir:

1ª fase - Apresentação do Projeto: Contato inicial com a escola e seus respectivos administradores, apresentando o projeto que será desenvolvido na escola e disponibilização de termos de consentimento de pesquisa.

• **2ª fase - Visita ativa à escola e entrevista com alunos e comunidade:** A escola foi visitada pelo pesquisador, que realizou entrevista com os alunos por meio de questionário (Quadro 1) sobre a problemática de destino do lixo.

• **3ª fase - Ciclo de Seminários e realização da oficina experimental:** Alunos e professores receberam apoio técnico para realização do trabalho de reciclagem/ reutilização e posteriormente os resultados foram discutidos.

Quadro 1. Questionário utilizado no estudo.

1. A coleta de lixo em seu bairro é feita quantas vezes por semana?

- a) 1 vez b) 2 vezes c) 3 vezes d) 4 vezes

2. Você sabe para onde vai o lixo depois de recolhido pelo caminhão?

- a) Sim, onde? _____ b) não

3. Você costuma fazer coleta seletiva em sua casa?

- a) Sim b) não

4. Se sim:

4.1. Como você faz e para onde manda o lixo? Quando começou a fazer e por que começou a fazer?

5. Se não:

5.1. Quais as dificuldades encontradas para fazê-la?

- a) não sabe para onde mandar o lixo depois de separado;
 b) não sabe do que se trata;
 c) não tem interesse em fazer.

5.2. Se as dificuldades fossem sanadas, você faria a coleta seletiva?

- a) sim b) não

Aulas Teóricas

A apresentação teórica foi disponibilizada para os alunos através de Ciclo de Seminários que abordaram o papel da reciclagem na comunidade assim como questões relacionadas à exploração de matérias primas e insumos além da fabricação e a utilização dos mais diversos tipos de materiais.

Três temas associados ao conjunto de ações para Educação Ambiental foram aplicados em etapas distintas, para que os professores regulares de áreas relacionadas, como Ciências e Geografia pudessem trabalhar conteúdos interdisciplinares com cada tema específico com os alunos participantes.

1ª Semana: Caracterização dos tipos de resíduos e seu destino correto;

2ª Semana: Métodos para a reciclagem e reutilização de materiais não biodegradáveis;

3ª Semana: Metodologia Alternativa para o descarte de compostos orgânicos.

Aulas Práticas

Foi realizada uma oficina de reciclagem e reutilização de materiais diversos disponibilizados pela escola, para que tais participantes pudessem acompanhar todo o procedimento, assim como as dificuldades de produção. Além de revisar os conceitos teóricos vistos na etapa anterior, os estudantes agora inseridos na produção, colaboraram com a iniciativa que tinha como objetivo formar o estudante crítico e pesquisador, bem como ajudar a desenvolver a visão ambiental salientada pelo resultado do trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O lixão é caracterizado por simples disposição do lixo a céu aberto, desviando dos critérios sanitários estabelecidos de proteção ao ambiente, resultando na proliferação de vetores das doenças em contato com o lixo. Já o Aterro controlado segundo a ABNT/NBR-8849/85, descarrega o lixo em local específico, onde os resíduos sólidos recebem uma cobertura de solos ao final de cada deposição, mas geralmente tais espaços controlados não possuem impermeabilização dos solos nem sistema de dispersão para chorume e gases, resultando em potencial contaminação de águas subterrâneas (IPT/CEMPRE, 1995).

Na região de Grupiara / Minas Gerais o local utilizado para destinação final dos resíduos sólidos é um aterro controlado (Figura 1). Em anos anteriores os resíduos sólidos eram depositados em um lixão, que por assim ser caracterizado não destinavam de maneira correta os resíduos produzidos (BRASIL, 2005). Apesar dos dizeres aterro controlado na placa, não existem condições para que ele seja considerado assim, visto que as características de manejo se equiparam a de um lixão (Figura 2).

Figura 1: Caracterização do método de destino final dos resíduos sólidos em Grupiara-MG.

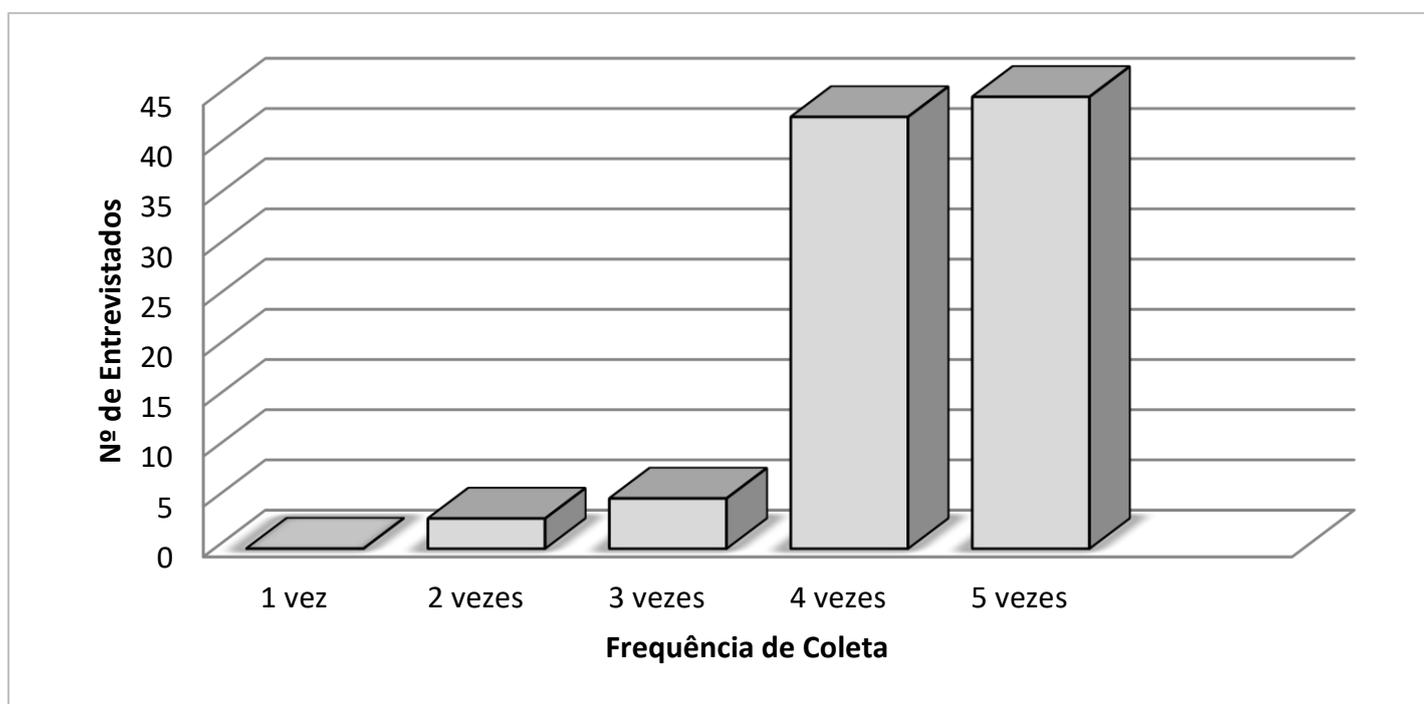


Figura 2. Representação do destino incorreto de resíduos sólidos em Grupiara-MG.



Foram entrevistados 96 alunos do Ensino Fundamental, residentes em pontos distintos da cidade de Grupiara - MG. De acordo com a Figura 3 é possível perceber que cerca de metade dos entrevistados conhecem o funcionamento de um dos processos de Gestão Residual, a frequência de coleta, que está associada ao sistema de transporte do serviço de limpeza Municipal, o qual segundo os responsáveis realizam a coleta em todos os pontos da cidade com frequência regular de 5 vezes por semana. A discrepância nas respostas obtidas expõe o desconhecimento por parte dos alunos sobre esta etapa do processo, remetendo a problemas, como o armazenamento/ alocação de lixo por tempo indevido.

Figura 3. Frequência de coleta de resíduos na cidade de Grupiara



De acordo com a Secretaria de Saúde a coleta diária seria o ideal, já que evitaria a proliferação de insetos e animais indesejáveis e mau cheiro, além de evidenciar aspecto ruim à cidade. Mas isso só é possível se a comunidade estiver ciente da regularidade de coletas do Sistema de Transporte.

Cerca de 90% dos entrevistados afirmaram saber qual o destino do lixo após sua coleta, entretanto a maioria significativa errou na designação do destino final, fato que mostra concordância com pesquisadores que revelaram que mesmo que a geração de resíduos esteja presente nas atividades humanas, a relação entre ambas não reflete proximidade. A sociedade sempre se relaciona com os resíduos que produz, com atitudes de afastamento, alienação e preconceitos.

A coleta seletiva representa uma ação de responsabilidade social, visto que tal processo auxilia para que os compostos segregados sejam destinados de forma particular para os respectivos processos de

tratamento. Infelizmente, apenas 25 entrevistados afirmaram realizar este procedimento e de acordo com a descrição de como era realizado (Tabela 2). É possível compreender que os ideais de coleta seletiva para tais alunos são totalmente inadequados, como por exemplo, a simples prática de acondicionar o lixo misturado na porta de casa para recolhimento do serviço responsável, ou mesmo, a queima de resíduos, que normalmente acontece com os moradores de áreas mais periféricas.

Tabela 2. Frequência de coleta de resíduos na cidade de Grupiara

DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO	Nº DE ENTREVISTADOS
Imaginam que destinar resíduos misturados para o caminhão de recolhimento de lixo é coleta seletiva	15
Imaginam que queimar os resíduos misturados é coleta seletiva	6
Separam corretamente, mas não há serviço de coleta especializado	4

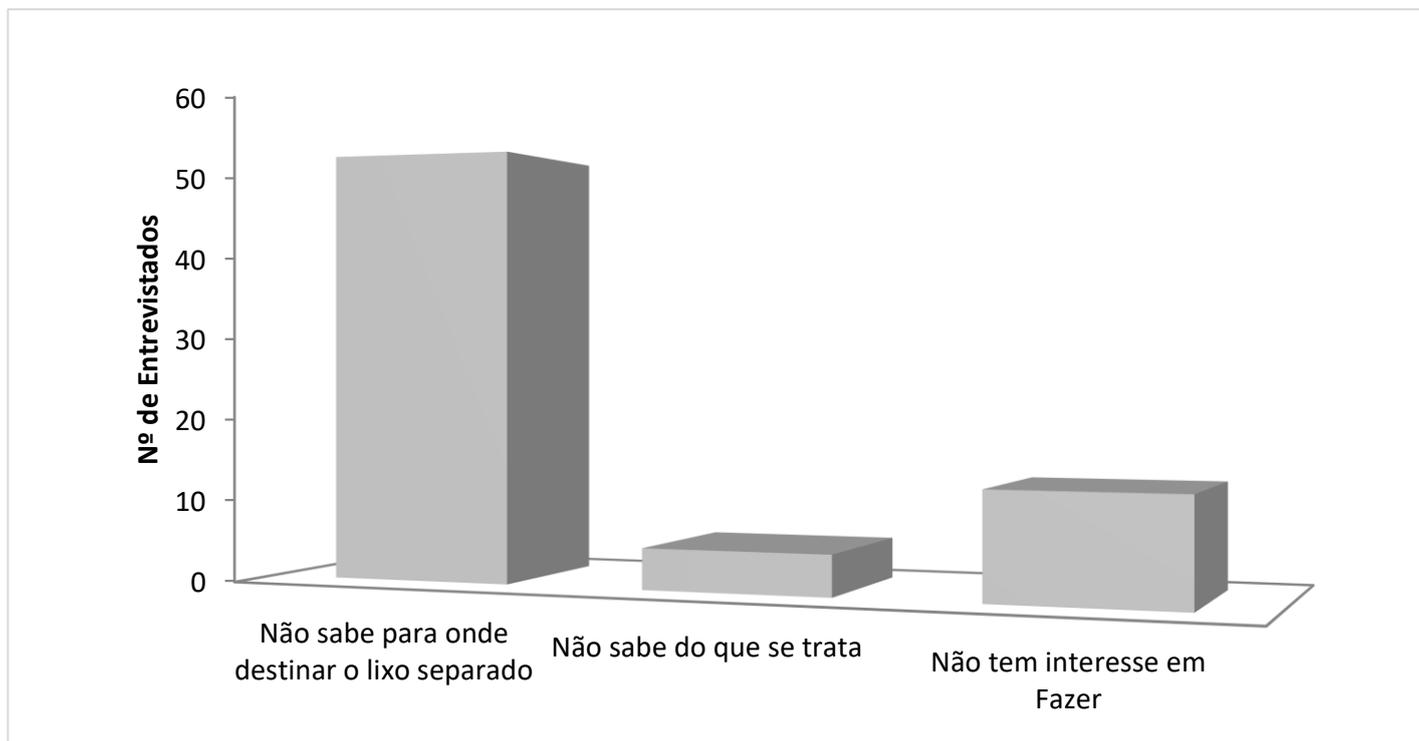
Dessa maneira, segundo a metodologia dos praticantes apenas 4% faziam o processo de separação correto, mas a iniciativa era barrada pela falta de uma empresa especializada para coleta dos resíduos selecionados. Em concordância com a pesquisa de Ribeiro; Lima (2000) ocorrem tentativas de coleta seletiva em algumas cidades, mas geralmente, com participação de pequena parcela da população, normalmente associada com a deficiência ou mesmo ausência de Programas de Gestão.

A coleta seletiva é uma ferramenta capaz de diminuir o desperdício de matéria prima e viabilizar a prática de um dos processos de Gestão de resíduos urbanos, a reciclagem, a qual tem papel de instruir e estreitar a relação com o Meio Ambiente (FÉLIX, 2007).

Como existe impedimento em realizar a prática de coleta seletiva, devido à falta de infraestrutura adequada no processo de recolhimento e posterior tratamento, os entrevistados em sua maioria, 70%, concordam que a grande dificuldade para a realização do processo é não saber para onde mandar o lixo separado. Alguns dos entrevistados não possuem interesse em fazer a coleta seletiva, mesmo com todos os meios sanados para que esta pudesse ser realizada de maneira satisfatória, e o restante respondeu que não sabia do que se tratava.

Tais índices revelados (Figura 4) demonstram uma realidade de desinteresse e desinformação por parte destes indivíduos (30%), os quais influenciam de maneira negativa os indivíduos dispostos a realizar uma atividade em prol de um bem socioambiental.

Figura 4. fatores que impedem a realização de Coleta seletiva



Os problemas de Gestão de resíduos, principalmente no que se refere à Coleta Seletiva normalmente são redundantes em diversas cidades, já que a responsabilidade para instalação de complexos de coleta e tratamento adequados deve acontecer pela ação integralizada da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos juntamente com a Secretaria Municipal de Agricultura e Secretaria Municipal de Meio Ambiente e o inter-relacionamento de tais órgãos normalmente é incomum. As considerações acerca dos impedimentos foram ratificadas pelos seguintes entrevistados:

Entrevistado 1: “Separo em casa o lixo, mas depois de todo o jeito o caminhão mistura todo o lixo”.

Entrevistado 2: “Separo o lixo, não mando para lugar nenhum, porque não sei para onde mandar, então tenho que juntar para o caminhão levar e mandar para o Lixão”.

Entrevistado 3: “Separo o lixo e coloco em recipientes diferentes, mas não tem nenhum responsável para pegar”.

Entrevistado 4: “Eu mesmo separo em casa e uso restos de alimentos pra fazer adubo para a horta, mas o resto vai para o lixão”.

A maioria das cidades brasileiras apresenta um serviço de coleta que não prevê a seleção dos resíduos na fonte, viabilizando descartes inadequados de lixo e potencializando a desordem, ao passo que materiais são jogados em locais indevidos como loteamentos baldios, margens de estradas, além de áreas

próximas a recursos naturais como encostas de lagos e rios. Segundo Tavares; Freire (2003), se todos degradam, compartilham responsabilidades por tais atos. Sendo assim, deveriam ser realizadas atividades de sensibilização comunitária para as questões ambientais. Segundo Travassos (2006) a Educação Ambiental deve ser aplicada de maneira prática, para todos que lidam com ambientes escolares estejam preparados. Portanto faz-se necessário a formação de programas de educação Ambiental nas escolas, para atender ao público jovem, que representa os empreendedores e administradores futuros, propiciando que tais indivíduos possam tornar-se formadores de opinião.

Em complementação a parte investigativa, foi realizado na Escola Estadual Coronel José Faleiros de Aguiar uma metodologia teórica associada a um processo prático, para proporcionar condições para uma atitude permanente de economia, reaproveitamento e reciclagem de objetos e/ou matérias primas associados com os processos criativos. As práticas realizadas foram importantes para esclarecer os erros conceituais observados nos questionários, assim como para fortalecer as relações de interdisciplinaridade que os professores respectivos de áreas incomuns puderam trabalhar com os alunos.

O projeto culminou em uma exposição dos trabalhos de reciclagem realizados pelos alunos, os quais foram auxiliados pelos pesquisadores. Assim foi disponibilizado aos alunos metodologias de reciclagem, principalmente associado a prática de reciclagem do papel, além do uso de alternativas para uso de compostos biodegradáveis, como por exemplo as atividades de compostagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os profissionais da educação estão distantes da realidade prioritária quanto aos objetivos da Educação Ambiental e, sendo assim, não possuem formação necessária para ministrar esse tema tão diverso. Os alunos participantes do projeto após esclarecerem suas dúvidas conceituais motivaram-se e trabalharam de maneira efetiva até alcançar o resultado final: um material reciclado ou mesmo reutilizado.

O processo de Gerenciamento de resíduos, assim como sua comunicação direta com a comunidade diz respeito a um Sistema integrado por parte do Município, que por lei deve atender às necessidades da população, a qual pode ser beneficiada com o planejamento e organização de Sistemas residuais, que compreendem: Seleção, Transporte e destino final adequado. Todo o processo de Gestão Municipal garante a diminuição de gastos de processos de produção, redução de contaminantes, e conseqüente diminuição de danos aos recursos naturais: ar, solo e água.

REFERÊNCIAS

- ARANTES, C. A; FEHR, M. Destino Final dos Resíduos sólidos na cidade de Monte alegre de Minas - MG; revista on-line **Caminhos de Geografia**; Uberlândia v. 13, n. 44; p. 239–248; 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Brasília: MEC/SEF, 1998. 436 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **INGEO – Informações Nacionais Georreferenciadas**. Brasília: 2005.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**: meio ambiente/saúde. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, vol. 9, 1998.
- DIAS, G. F. **Educação ambiental**: princípios e práticas. 5 ed. São Paulo: Gaia, 1998.
- EIGENHEER, E. M. Lixo e Vanitas: **Considerações de um observador de resíduos**. Niterói: Ed UFF, 2003.
- FELIX, R.A.Z. Coleta seletiva em ambiente escolar. **In: Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. Fundação Universidade federal do Rio Grande. ISSN 1517-1256, v.18, 2007.
- IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico** 2000. Rio de Janeiro, 2001. 431
- IPT/CEMPRE. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 1 ed. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, Publicação IPT 2163, 1995.
- JACOBI, P. **Educação ambiental e cidadania**. In: CASCINO, F.; JACOBI, P.; OLIVEIRA, J. F. (org.). Educação, meio ambiente e cidadania. São Paulo: SMA – CEAM, 120 p., 1998.
- RIBEIRO, T. F.: LIMA, S. C.: Coleta Seletiva de Lixo Domiciliar - Estudo de Casos. **In: Revista ON LINE Caminhos de Geografia**. Uberlândia MG, v.1, n.2, p.59-69, 2000
- SATO, Michele. **Educação Ambiental**. Editor: Santos, J.E., São Carlos, RIMA, 2003.
- SIEBERT, S. de Sá. et al. **Educação libertária**: textos de um seminário. Rio de Janeiro: Achiamé; Florianópolis: Movimento Centro de Cultura e Auto formação, 1996.
- TAVARES, C.: FREIRE, I. M. "Lugar do lixo é no lixo": estudo de assimilação da informação. **Revista Ciência e Informação**. Brasília, DF, v. 32, n. 2, p.125-135, 2003.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. 10 ed., São Paulo: Cortez, 2000.
- TRAVASSOS, Edson Gomes. A prática da educação ambiental nas escolas. Porto Alegre: Mediação, 2006
- UNESCO. **Década das Nações Unidas da Educação para um Desenvolvimento Sustentável**, 2005-2014: documento final do esquema internacional de implementação - Brasília: UNESCO, 2005. 120p.
- VASCONCELOS, C. R. de. **O papel das ONGs brasileiras na produção e disseminação de informação ambiental**. 1998. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - IBICT, UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

Avaliação da germinação de sementes de *Pterodon emarginatus* e *Bowdichia virgilioides* frente a diferentes tratamentos de quebra de dormência

Maria Abadia Resende de Castro

Licenciada em Ciências Biológicas
Centro Universitário Mário Palmério – UNIFUCAMP
mariaabadia380@hotmail.com

RESUMO: A *Pterodon emarginatus* destaca-se por sua importância comercial, medicinal e florestal, seu nome popular é sucupira-branca. Já, a *Bowdichia virgilioides* destaca-se pela abrangência no uso de recuperação em áreas degradadas, devido sua rapidez em cobrir o solo, e é popularmente conhecida como sucupira-preta. Ambas são encontradas nos ecossistemas do cerrado, portanto, as duas espécies possuem limitações quanto ao processo de formação de mudas devido à ocorrência de dormência tegumentar, com baixo índice populacional de indivíduos, fazendo-se necessário a superação de dormência para favorecer a germinação das espécies. Para esse fim, no delineamento experimental foi utilizado blocos inteiramente casuais (1, 2, 3 e 4), com 40 sementes para cada tratamento em cada espécie. Os tratamentos foram: i. controle sem escarificação; ii. escarificação (química) com ácido sulfúrico, iii. térmica com água quente em torno de 90°C, e iv. escarificação (mecânica) com uma lixa número 220. O tratamento que demonstrou maior eficiência em ambas espécies foi o processo de escarificação mecânica, portanto, o objetivo deste trabalho é sugerir novas pesquisas sobre o assunto, afim de melhor avaliar a germinação das sementes de *Pterodon emarginatus* e *Bowdichia virgilioides*, com foco na restauração de áreas degradadas no Bioma Cerrado.

Palavras-chave: Cerrado; Germinação; Restauração; Preservação.

Como citar este trabalho:

CASTRO, M.A.R. Avaliação da germinação de sementes de *Pterodon emarginatus* e *Bowdichia virgilioides* frente a diferentes tratamentos de quebra de dormência. In: CAMPOS JÚNIOR, E.O. (Org.). **Biodiversidade e Preservação dos Recursos Naturais**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021, Cap.4, p. 36-48. doi: <http://dx.doi.org/10.51781/9786586920193648>

INTRODUÇÃO

A preservação da biodiversidade encontra-se entre um dos maiores desafios deste final de século, devido elevado nível de perturbações antrópicas dos ecossistemas naturais, sendo que o Cerrado, é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de mais de mais 2 milhões km², cerca de 22% do território nacional. A área contínua incide sobre os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além de trechos no Amapá, Roraima e Amazonas. O bioma apresenta extrema abundância em biodiversidade, possuindo flora diversa e fascinante, que cresce marcada pelos contrastes biofísicos (GOTTSBERGER, 2006), abrigando um rico patrimônio de recursos naturais adaptados às condições climáticas, edáficas e hídricas que determinam sua

existência (MAROUELLI, 2003). Esse bioma estabelece uma diversidade de fitofisionomias que podem variar de campos abertos a florestas que atingem 30 metros de altura (AQUINO; OLIVEIRA, 2006).

Dentre essas fisionomias vegetais do Bioma Cerrado estão o Cerrado e suas subdivisões, as Matas de Galeria, as Matas Secas, o Cerradão, as Veredas, os Campos Rupestres e os Campos Úmidos, que juntos compõem a biodiversidade de animais e plantas, sendo catalogadas mais de 10 mil espécies de plantas, 159 espécies de mamíferos, 837 espécies de aves, 180 espécies de répteis, 1.200 espécies de peixes, e 67 mil espécies de invertebrados (AQUINO e OLIVEIRA, 2006). O fator determinante dentre a ocorrência da biodiversidade no Bioma Cerrado está associado com a diversidade dos ecossistemas ao longo do espaço, ou seja, neste bioma existe uma grande quantidade de fitofisionomias influenciadas por uma série de fatores como fogo, solo, clima que determinam à variedade de ecossistemas encontrados no mesmo território (MACHADO et al., 2004).

Do ponto de vista da diversidade biológica, este Bioma se tornou a savana mais rica do mundo, contendo inúmeras espécies, que correm o risco de extinção, pois ocorreram diversas alterações ambientais neste *hotspot* nas últimas décadas. O cerrado, é palco de exploração extremamente predatória, sem garantia de condições de vida para as gerações futuras, desarmonizando a relação homem-natureza (MYERS et al., 2000).

DESENVOLVIMENTO

O Cerrado é o bioma que ocupa a porção central do território brasileiro, onde se localiza a maior parte da população brasileira, bem como, os estados mais industrializados e, com isso, maior interferência do homem no que se diz respeito à degradação, com o uso indiscriminado do material lenhoso, a forte vocação para agricultura, com uso excessivo de fertilizantes e agrotóxicos e a pecuária extensiva. Esta última atividade, em particular, devido ao caminhar do gado para dessedentação - ocasionando compactação pelo pisoteio - e a mineração são ações que também contribuem decisivamente para a degradação do ambiente, modificando a área onde são implantadas, causando destruição ou alteração da vegetação natural e das características físico-químicas dos solos, interferindo nos cursos d'água, além de modificar o habitat da fauna e vários outros caracteres ambientais (ROCHA, 2008) podendo ser também alcunhada de "bioignorância" que significa, que estamos perdendo recursos genéticos importantes para a manutenção da biodiversidade do planeta e desenvolvimento sustentável humano, (WHEELER, 1995).

A exploração destes recursos tem provocado a extinção de várias espécies e como evidência desta exploração, no Distrito Federal e em outras cidades brasileiras, várias famílias vivem do comércio de plantas

nativas que estão ameaçadas de extinção, e outro fator de grande relevância no cerrado é o desmatamento, dando lugar às culturas anuais, às culturas perenes, às pastagens, com alterações que beneficiam o homem (KLINK; MACHADO, 2005).

Historicamente, a taxa de desmatamento tem ultrapassado o desmatamento da Floresta Amazônica, levando em conta que o esforço de conservação do bioma Cerrado é muito inferior ao da Amazônia e, assim, apenas 2,2% do domínio do Cerrado é protegido legalmente, e estima-se que cerca de 20% dessas espécies ameaçadas ou endêmicas não habitam áreas legalmente protegidas. Devido à sua alta biodiversidade, o Cerrado é um dos *hotspots* de espécies endêmicas, porém, é ameaçado pela degradação antrópica, sendo então considerado um bioma prioritário para conservação da biodiversidade (MYERS et al., 2000).

Os fragmentos de cerrado ainda existentes devem ser preservados, para cumprirem suas funções ecológicas, pois ainda existem milhares de espécies que precisam de abrigos para garantir a sua sobrevivência. Sabemos que a dinâmica da natureza sempre buscou uma forma de sobreviver às catástrofes naturais, mas, a intervenção humana no meio ambiente ocorre de forma sistemática e contínua não permitindo a recuperação espontânea por parte da natureza.

Neste sentido, a degradação em áreas de perturbação e desequilíbrio ocorrente no ambiente, vem causando uma cadeia de impactos ambientais, que passa pela impermeabilização do solo, alterações topográficas, erosão das margens, assoreamento dos cursos d'água, entre outros impactos, pois, embora já exista conhecimento sobre a importância mundial do Cerrado, os estudos pontuais que empregam informações fisiológicas, são ainda reduzidos, o que dificulta a execução de formas de manejos adequadas neste bioma (OLIVEIRA et al., 2006).

De acordo com Marangon et al. (2007), estes estudos são necessários para a avaliação e conhecimento dos parâmetros básicos da vegetação, aliados às técnicas de manejo para conservação e preservação da biodiversidade, ou mesmo, para subsidiar um processo de recuperação de áreas degradadas.

Assim, a utilização de espécies nativas para recuperação ou recomposição de áreas degradadas é de grande importância para reduzir o impacto ambiental e conservar a biodiversidade, além de possuir o potencial de absorver o excesso de água das chuvas que escorrem pela superfície do solo, evitando que cheguem até os córregos e rios e provoquem o assoreamento. Estas espécies absorvem e filtram a água das chuvas que foram contaminadas por resíduos de fertilizantes e agrotóxicos que escorrem pelo solo, contribuindo com a proteção das nascentes e evitando a contaminação, além de abrigar e alimentar a fauna garantindo sua diversidade, proporcionando a função primordial de equilíbrio ambiental e ecológico (LORENZI, 2002).

A melhor metodologia que envolve a à proximidade da composição e estrutura original do ecossistema degradado está relacionada ao estudo de seleção de espécies baseado no conhecimento

detalhado da composição florística e fitossociológica dos ambientes similares ao que se objetiva recuperar (ALMEIDA, 2000). Para que a recuperação de áreas degradadas obtenha êxito quanto ao estabelecimento de um ecossistema, devem-se empregar o maior número de espécies vegetais nativa priorizando a sucessão, aumentando a biodiversidade e proporcionando maiores e melhores condições, para retomar os aspectos e as características originais do ecossistema (OLIVEIRA, 2006). Devido à expansão das diversas modificações ambientais já ocorridas e à ameaça às inúmeras espécies, renovou-se a preocupação e o interesse dos governos, das Organizações Não Governamentais (ONGs), da academia e também do setor privado na busca da conservação do Cerrado (KLINK; MACHADO, 2005).

De acordo com Amador e Viana (1998), a conservação de fragmentos nativos impõe a necessidade de práticas aplicadas ao manejo conservacionista, e este, visa basicamente facilitar e aperfeiçoar as interações naturais da sucessão, favorecendo a regeneração natural arbórea, colaborando com a recuperação estrutural e funcional de áreas degradadas. Martins e Martins (2004) destacam que é urgente o emprego de medidas que busquem desacelerar ou interromper os processos de exploração, as quais sejam associadas a medidas reparatórias, como, produção de mudas para enriquecimento e recuperação de áreas perturbadas. Nesse contexto, viabiliza o banco de sementes, isto é, a reserva de sementes viáveis e não germinadas em determinado habitat, constituído por sementes produzidas localmente, estabelecendo importância para a dinâmica e restabelecimento das comunidades vegetais degradadas e manutenção da diversidade das espécies (GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2008). No entanto, a degradação ocorre por falta de ocupação de plantas nativas que perde a biodiversidade e a evolução das espécies, fragmentando o ecossistema e empobrecendo o meio ambiente.

A regeneração é definida como o conjunto de descendentes das plantas arbóreas, e consiste ainda em importante indicador de avaliação e monitoramento da restauração de ecossistemas degradados (RODRIGUES; GANDOLFI, 1998). A regeneração depende de vários mecanismos que viabilizem o ingresso e o estabelecimento de novos indivíduos e espécies. Entre estes, a chuva de sementes, banco de sementes do solo, o banco de plântulas, os meios de dispersão e o processo de escarificação, sendo que a quebra de dormência é a remoção do tegumento que contribuem para a permeabilidade da água, a sensibilidade à luz, a temperatura e gases, que são inibidores ou promotores da germinação, influenciando no metabolismo, portanto, dentre os gases que influenciam a germinação estão o O₂ e o CO₂.

A necessidade de oxigênio para a germinação varia de espécie para espécie, mas as plantas lenhosas que crescem em terra firme necessitam de solo bem aerado com boa disponibilidade de oxigênio e muitas plantas que suportam períodos de submersão só germinam durante períodos mais secos (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972). E quando ocorre germinação nas sementes que estão maduras e as condições ambientais

forem adequadas, é o processo de reativação do crescimento do embrião, culminando com o rompimento do tegumento da semente e o aparecimento de uma nova planta.

As condições básicas requeridas para a germinação das sementes são: água, oxigênio, temperatura e, para algumas espécies, luz. A adaptação das espécies quanto ao habitat e ao estágio sucessional tem forte relação quanto ao tipo de sementes que desenvolveram e ao período de duração da dormência. A maioria das espécies de clima árido desenvolveram sementes ortodoxas e poucas intermediárias, mas nunca recalcitrantes. Nos climas úmidos as espécies podem desenvolver qualquer tipo de semente; nos trópicos úmidos, há tendência para maior número de espécies com sementes recalcitrantes; nos temperados úmidos, são mais comuns as ortodoxas com período de dormência longo. Espécies pioneiras, geralmente, têm sementes ortodoxas que apresentam dormência irregular; e em geral, produzem uma enorme quantidade de sementes que germinam estrategicamente durante um período de tempo mais ou menos longo, variável de espécie para espécie, podendo chegar a vários anos. Espécies clímax, geralmente, têm sementes recalcitrantes; em geral, produzem sementes grandes que iniciam a germinação assim que caem ao solo, ou mesmo antes de cair, e o período de germinação dificilmente passa de 2 meses.

Espécies secundárias, geralmente, possuem sementes intermediárias, com diversos graus de dormência entre as espécies e mesmo variando o grau de dormência nas sementes de uma mesma árvore (SMITH et al., 2003; HONG; ELLIS, 2003; BERJAK; PAMMETER, 2003; NAPPO et al., 2001). O impedimento estabelecido pela dormência se constitui como estratégia benéfica, pela distribuição da germinação ao longo do tempo, aumentando a probabilidade de sobrevivência da espécie, através de três formas:

a) As sementes são dispersas da planta matriz, em diferentes estágios de dormência, fenômeno conhecido como polimorfismo ou heteromorfismo. Estas variações são caracterizadas morfológicamente através da cor, do tamanho, da espessura do tegumento das sementes, produzidas pelo ambiente, e por causas genéticas. Nas sementes polimórficas, a germinação é distribuída no tempo, representada pela emergência das plântulas em intervalos irregulares, aumentando a possibilidade de alguns indivíduos sobreviverem;

b) A dormência também pode proporcionar a distribuição da germinação ao longo do tempo, através da dependência de sua superação por fatores ambientais, os quais se distribuem no tempo sendo aquelas espécies cujas sementes amadurecem durante o inverno e que produzirão plântulas somente na primavera, pois o inverno as exterminaria;

c) As sementes de muitas espécies entram em estado de dormência chamada de embrionária, quando em presença de condições desfavoráveis para germinação, em altas ou baixas temperaturas.

Lacher (2000) destaca que muitas sementes são impedidas de germinar devido à existência de um tegumento externo duro. A duração da germinação é o tempo gasto entre a hidratação da semente e a emissão da radícula e esse processo de germinação se completa quando a plântula não mais depende dos materiais de reserva, realizando autotrofia. Segundo Hoppe et al. (2004), os conhecimentos de como os fatores internos e

externos influenciam na dormência e na germinação das sementes das espécies vegetais é importante para o controle do armazenamento e da germinação.

De acordo com Ferreira e Borghetti (2004), a dormência de sementes pode ser classificada como endógena e exógena. A dormência endógena ou embrionária é causada por algum bloqueio relacionado ao próprio embrião, e pode ser dividida em fisiológica, morfológica e morfofisiológica. A dormência exógena ou extra-embrionária é causada pelo tegumento, pelo endocarpo ou pelo pericarpo, normalmente com pouca ou nenhuma participação do embrião, os mecanismos ligados a essa modalidade de dormência estão relacionados à impermeabilidade, e pode ser dividida em física, química e mecânica, morfológica e fisiológica.

A obtenção de sementes é a parte essencial do processo de produção de mudas nativas, a fim de serem empregadas em uma atividade de recuperação de áreas degradadas, porém muitas sementes exigem uma preparação e tratamento especial antes da semeadura, para que ocorra um aumento do potencial de germinação, destaca-se ainda que muitas sementes devem ser escarificadas (mecânica, física ou quimicamente), para facilitar a absorção de água através do enfraquecimento do tegumento (LORENZI, 2002).

A *Pterodon emarginatus* é uma árvore do Cerrado e se destaca principalmente por suas propriedades farmacológicas (OLIVEIRA et al., 2010), tais como, redução de inflamações nas articulações, na garganta (amigdalite), cicatriza feridas na pele, eczemas, cravos nos pés e sangramento entre outros. O tronco da árvore é aromático, cilíndrico de 40 a 60 cm de diâmetro, revestido por casca lisa branco-amarelada que chega a atingir 8 a 12 m de altura. É uma planta nativa do Brasil, encontrada nas regiões de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo e Paraná. Suas raízes formam expansões ou túberas denominadas de “batata-de-sucupira”, constituindo-se em órgãos de reserva de planta. As folhas são compostas, pinadas, flores de cor rosada, dispostas em inflorescências paniculadas terminais. Possui frutos do tipo sâmara arredondada com uma única semente, fortemente protegida por uma cápsula fibrolenhosa e envolvida por uma substância oleosa. Laszlo (2017) salienta que a semente de sucupira-branca é adaptada em terrenos secos e pobres, sendo apropriada para regeneração de áreas degradadas.

A espécie *Bowdichia virgilioides* é uma planta arbórea de 8-16 metros de altura, com tronco de 30-50cm de diâmetro, com folhas compostas pinadas, 9-21 folíolos pubescentes, flores violeta, dispostas em panículas terminais, os frutos são pequenas vagens achatadas e indeiscentes (LORENZI, 2002). Pertence à família Leguminosae-Papilionoideae Fabaceae, sendo vulgarmente conhecida por sucupira-preta. Ocorre naturalmente no Pará, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo, em regiões de cerrados. É uma planta decídua, heliófita, seletiva xerófila, característica do cerrado. Sua distribuição é bastante uniforme, porém em baixa densidade populacional. Ocorre tanto em formações primárias como secundárias, sempre em terrenos altos de rápida drenagem. Floresce durante os meses de agosto a setembro e seus frutos amadurecem

nos meses de outubro a dezembro (LORENZI, 2002).

Lorenzi (2002) destaca que a espécie *Bowdichia virgilioides* apresenta característica pioneira se adapta facilmente a terrenos secos e pobres, destaca-se pela rusticidade, tendo um papel importante para recuperação de áreas degradadas. De acordo com Almeida (2000), dos diversos métodos utilizados de revegetação, destaca-se o emprego de espécies pioneiras e o uso de leguminosas, devido a sua rapidez em promover a cobertura do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com sementes maduras de sucupira-branca que foram coletadas manualmente, em três árvores próximas ao parque da Matinha na MG-190, no município de Monte Carmelo-MG, com coordenadas geográficas 18°45'14.28``S e 47°31'03.73``O. A coleta ocorreu em 30 de agosto de 2018, e as sementes foram armazenadas em um recipiente plástico por 10 dias, sendo que em 09 de setembro do ano seguinte, as sementes foram separadas aleatoriamente e com um alicate foi retirada a semente do fruto e plantadas nesse mesmo dia em copos descartáveis reutilizados com o intuito de preservação do meio ambiente. Os copos foram perfurados com 4 furos (2 cm de diâmetro).

O substrato que foi utilizado foi o vermelho do Cerrado e sem mistura química ou orgânica e o plantio observado durante 30 dias. Nogueira et al. (2012) relata que é importante conhecer os fatores que afetam a germinação e o desenvolvimento das espécies, como, o substrato, que exerce influência no desenvolvimento no sistema radicular e proporciona nutrição para as plantas. Já as sementes de sucupira-preta foram coletadas nas mesmas proximidades, em uma única árvore, com coordenadas geográficas 18° 45'11.66``S e 47°31'02.57``O no mesmo período. As sementes foram armazenadas em sacos plásticos até 31/10/18, sendo utilizadas os mesmos procedimentos citados para o plantio, de forma que as mesmas foram observadas durante 16 dias.

As condições de iluminação, umidade e temperatura foram controladas naturalmente. Os tratamentos foram expostos de forma natural em um tabuleiro de madeira para não sofrer influência do ambiente. A temperatura e luz são os principais fatores ambientais que afetam a germinação de sementes no solo, desde que haja disponibilidade de água e oxigênio (ROSA; FERREIRA 2001; VELTEN; GARCIA, 2005). De acordo com Pons (2000), a temperatura afeta a germinação e pode induzir a dormência de sementes. Algumas sementes, sob baixas temperaturas são indiferentes à luz, germinando tanto na luz como no escuro, porém, em temperaturas amenas, apresentam fotossensibilidade, germinando somente na luz e, quando em temperaturas mais elevadas, podem apresentar dormência ou mesmo a perda de viabilidade (TAKAKI 2005;

NOGUEIRA et al., 2012).

Os testes foram realizados com um lote de 160 sementes de *Pterodon emarginatus* e 200 sementes de *Bowdichia virgilioides*, com delineamento de 4 blocos de 40 sementes cada um, sendo que os tratamentos foram classificados como T1, T2, T3, T4 para a sucupira-branca e T1, T2, T3, T4, T5 para a sucupira-preta. Foi colocada uma única semente por copo, totalizando 40 sementes para cada tratamento. Estas foram plantadas a um centímetro de profundidade no substrato e irrigadas uma vez por dia, de forma artificial por volta das 23:00hrs, ou então de forma natural devido ocorrência de chuvas nesse período desde o início da realização do plantio.

A avaliação para constatar os efeitos germinativo frente aos tratamentos de quebra de dormência nas sementes foram: T1 sementes sem tratamento (Testemunha) ou (controle); T2 sementes imersas no ácido à 98 % (H₂SO₄) sem diluição por 30 minutos; T3 sementes imersas em água quente em torno de 90°C por 30 minutos; T4 sementes com ruptura na lateral com lixa 220 (mecânica); e T5 sementes imersas em H₂SO₄, diluídos durante 30 minutos. O tempo de imersão ocorreu de acordo com os protocolos disponíveis na literatura (FOWLER; BIANCHETTI, 2000).

Os tratamentos das espécies *Pterodon emarginatus* e *Bowdichia virgilioides* foram: T1(controle): as sementes foram colocadas para germinar no substrato, sem escarificação; T2: as sementes foram imersas em H₂SO₄ por 30 minutos sem diluição e também não foram lavadas em água corrente para remoção do produto e colocadas para germinação no substrato; T3: as sementes foram imersas em água quente em torno de 90°C (térmica) por 30 minutos, e colocadas para germinar no substrato; T4: as sementes sofreram rupturas na lateral tegumentar com uma lixa número 220 (mecânica), e logo após colocadas para germinar; e T5: as sementes foram imersas no H₂SO₄ por 30 minutos e diluído em água e lavada em água corrente para retirar resíduos do produto, em seguida colocada no substrato para germinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores para os parâmetros de eficiência de superação de dormência e porcentagem são apresentados na tabela 1, em função dos métodos contra dormência de sementes de sucupira-branca aplicados na cidade de Monte Carmelo-MG.

TABELA 1. Avaliação da taxa de germinação sucupira-branca frente a 4 tipos de métodos de escarificação das sementes, Monte Carmelo.

Tratamentos	N	N	Germinação %
T1	40	0	0% controle
T2	40	0	0% H2SO4
T3	40	1	2,5% térmica
T4	40	5	12,5% física

Em T2, as sementes foram imersas no ácido sulfúrico 98% concentrado sem diluição, e a taxa de germinação foi 0%. Segundo Ferreira (1989) um dos problemas mais sérios nos estudos de germinação é a grande contaminação fúngica das sementes, causando apodrecimento e dificultando o diagnóstico correto da qualidade fisiológica do teste, porém para Kobmoo et al (1997), esse resultado pode estar relacionado com os efeitos adversos do ácido sulfúrico sobre o embrião. Em T3, as sementes foram imersas em água quente em torno de 90°C (térmica) por 30 minutos. Segundo Salerno et al. (1960) o tratamento de imersão das sementes em água quente (térmica) apresenta maior eficiência para este propósito, portanto, o resultado demonstrou incompatibilidade ao relato literário, pois a taxa de germinação foi 2,5%. Em T4, as sementes sofreram rupturas na lateral tegumentar com uma lixa número 220 (mecânica), este método tem se mostrado bastante eficaz para a superação da dormência de algumas espécies florestais. O procedimento consiste, basicamente, em submeter as sementes ao desgaste de seu tegumento, proporcionando condições para que absorva água e inicie o processo. Esse tratamento apresentou maior eficiência e maior expressão na porcentagem de germinação (12,5%) comparando a os outros tratamentos. T4 determina que as sementes de *Pterodon emarginatus* possuem viabilidade.

Na tabela 2 são indicados os valores médios para os parâmetros de eficiência para superação de dormência e porcentagem, em função dos métodos contra dormência de sementes de sucupira-preta após coleta na região de Monte Carmelo MG.

TABELA 2. Avaliação da taxa de germinação sucupira-preta frente a 4 tipos de métodos de escarificação das sementes, Monte Carmelo.

Tratamentos	N	N	Germinação %
T1	40	0	0% controle
T2	40	0	0% H2SO4
T3	40	3	7.5% térmica
T4	40	13	37,5% física
T5	40	9	22,5% H2SO4

Pode-se determinar que a sucupira-preta demonstrou em T2 as sementes foram imersas em ácido sulfúrico concentrado a 98% H_2SO_4 sem diluição resultando em 0% de germinação, similar a T1 (sem tratamento).

Em T3, as sementes foram imersas em água quente em torno de 90°C por 30 minutos (térmica) apresentando um resultado de 7,5% de germinação. Já em T5, as sementes apresentaram resultado de 22,5% de germinação (Tabela 2), indicando maior eficiência quando comparado ao processo T2. Sampaio et al. (2001), destacam que a imersão de sementes da espécie *Bowdichia virgiloides* em ácido sulfúrico com o intuito de superar a dormência tegumentar apresenta-se eficiente. Declara também que a eficiência da escarificação química com ácido sulfúrico varia de acordo com o tempo de imersão.

Em T4 as sementes sofreram ruptura no tegumento com uma lixa de número 220 escarificação (mecânica) com índice de 37,5% de germinação, promovendo maior viabilidade germinativa. Outro fator que podemos observar, é que em relação à sucupira-branca, tem maior probabilidade de propagação da espécie devido ao maior número de indivíduos germinados.

Sendo assim, a escarificação mecânica acelera o processo de germinação com maior eficiência em relação a outros tratamentos na sucupira-branca e sucupira-preta, apesar de diferentes resultados. Também foi observado uma protrusão radicular nas duas espécies, sendo que, a primeira estrutura do embrião a imergir no tegumento, e a plântula fixou ao substrato. Esse tegumento é geralmente constituído de duas camadas, a testa, camada mais externa e a tegma camada mais interna.

O tegumento (principalmente a testa) mostra grande variação, podendo ser mole, gelatinoso ou piloso, porém o mais comum é ser duro como ocorre na sucupira-branca. Portanto, a sucupira-branca apresenta dificuldade de germinação e alguns estudos revelam que algumas sementes, nem sempre germinam quando colocadas em condições ambientais favoráveis, pois, apresentam um período de repouso persistente e são denominadas dormentes com condições intrínsecas, permanecendo em repouso, diz-se que estão em quiescência.

A sucupira é a mais comum dos vegetais na categoria de dormência, e está relacionada com a impermeabilidade do tegumento ou do pericarpo, com a presença de inibidores químicos. Estudos realizados com germinação, permitem levantar a hipótese de que as sementes de sucupira possuem dormência causada pela impermeabilidade dos tegumentos ao oxigênio e à água, possivelmente pela existência de inibidores químicos da germinação (REIS, 1976). O tegumento da semente além de restringir ou regular a entrada de água, age como uma barreira mecânica à sua difusão, que desempenha funções vitais necessárias para o bom desenvolvimento, manutenção, viabilidade e perpetuação da espécie (LOPES et al., 2006).

A água tem um papel-chave no processo de desenvolvimento e na medida em que a semente muda

de um estado metabolicamente ativo para um estado inativo após a maturação, por efeito da dessecação retorna ao estado metabolicamente ativo durante a germinação (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; PAULA, 2011). A dormência das sementes é um dos principais problemas para produção de mudas de espécies florestais nativas (BEWLEY; BLACK 1994; SOUSA et al., 2017).

Assim, foram conceituados alguns tipos de dormência em sementes:

- Dormência imposta pelo tegumento: são viáveis e não germinam, mesmo em condições favoráveis. Em muitos *casos, o embrião se isola e germina normalmente. Neste caso, a semente é dormente* porque o tecido que a envolve exerce um impedimento que não pode ser superado. É a dormência mais comum entre as espécies e está relacionada com a impermeabilidade do tegumento ou do pericarpo à água e ao oxigênio, com a presença de inibidores químicos no tegumento ou no pericarpo, tais como a cumarina ou o ácido parasórbico, ou com a resistência mecânica do tegumento ou do pericarpo ao crescimento do embrião.
- Dormência embrionária ou endógena: quando a remoção do tegumento de uma semente viável não permite que esta germine. Ocorre devido a causas que envolvem o embrião, podendo ser ocasionadas pela imaturidade do embrião, ou a deformidade fisiológica da semente.

Os inibidores são encontrados, nas sementes de muitas espécies. Inibidores químicos, localizados no tegumento e no embrião, são retidos pela semente embebida, ao invés de se dispersarem no meio, bloqueando a germinação. Faz-se ressalva que na família Fabaceae o tratamento mecânico é o mais eficiente, para germinação. A presença do estrato de células epidérmicas tegumentares, em forma de paliçada associada à camada cuticular cerosa, é a principal característica que confere a impermeabilidade do tegumento em sementes dessa família.

Em pesquisas realizadas com espécies da família Fabavea: Vivian et. al. (2005) com a espécie *Bauhinia forficata*, Silva et. al. (2007) com espécie *Erythrina velutina*, Santarém e Áquila (1995) com a espécie *Senna macranthera*, Garcia e Baseggio (1999) com a espécie *Desmodium incanum*, Azeredo et. al. (2003) com as espécies *Hymenaea courbaril*, *Schizolobium parahyba* e *Enterolobium contortisiliquum* e por Lima et. al. (2006) com a espécie *Caesalpinia férrea* faz-se destaque para a escarificação mecânica, que consistiu-se como método mais eficiente para superação de dormência das sementes, assim como, nas espécies *Bowdichia virgiloides* e *Pterodon emarginatus*, empregadas neste trabalho.

CONCLUSÃO

As sementes de sucupira-branca e sucupira-reta possuem dormência exógena, e impermeabilidade de água tegumentar. Os tecidos impermeáveis que circundam o embrião limitam sua capacidade de trocas gasosas, não permitindo a entrada do oxigênio, inibindo a germinação, causando a dormência. Na espécie da

sucupira-branca, o processo germinativo encontra-se com maior teor de dificuldade, comparando a germinação da sucupira-preta. O tratamento mecânico apresentou-se como o mais eficiente frente a quebra de dormência e para regeneração de áreas degradadas. Devido ao baixo valor de germinação apresentado com tais métodos sugere-se que novos trabalhos sejam realizados com tais espécies (*Peterodon imarginatus*, *Bowdichia virgilioides*) para viabilizar a utilização destas plantas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. P. Germinação, crescimento inicial e anatomia foliar de plantas jovens de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. sob diferentes níveis de radiação. 2001. 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- BEBAWI, F.F.; MOHAMED, S.M. The pretreatment of seeds of six Sudanese Acacias to improve their germination response. **Seed Science and Technology**, v.13, p.111-119, 1985.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum, 1994. 445p.
- BIANCO, S., COSTA, C., BERGAMASCHINE, A.F. et al. Escarificação de sementes de leucena (*Leucena leucocephala* (Lam.) de Wit). Efeitos de diferentes métodos na germinação.: In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 4, 1984, Jaboticabal. Anais. Jaboticabal: UNESP, p.143-149, 1984.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Esalq, 2005. 495p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS - Métodos de Quebra de Dormência de Sementes: disponível em > <http://www.ipef.br/tecsementes/dormencia.asp> acessado em 22 de novembro de 2020.
- KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa-SP: Plantarum, 1998.
- LORENZI, H, 1949 - **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil**, vol. 1 / 4ª edição - Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum 2002.
- LOPES, J.C. et al. Germinação de espécies florestais de *Caesalpineia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachia Benth.* *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamentos para superar a dormência. **Revista Brasileira de**

Sementes, v. 20, n.1., p.80-86, 1998.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Oxford: ergamon, 1989.

NOGUEIRA Francisco Carlos Barboza; SILVA, José Wêndney Lima; BEZERRA, Antônio Marcos Esmeraldo; MEDEIROS-FILHO, Sebastião Medeiros: Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Departamento de Biologia, Fortaleza, CE, Brasil.

PONS, T.L. 2000. **Seed responses to light**. Pp. 237-260. In: Fenner, M. (Ed.) The ecology of regeneration in plant communities. Wallingford, CABI Publishing.

REIS, G.G. dos. Estudos sobre a dormência de sementes de sucupira (*Pterodon pubescens* Benth). Viçosa: UFV, 1976.

ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, v.44, p.365-396, 1978.

ROSA, S.G.T.; FERREIRA, A.G. 2001. Germinação de sementes de plantas medicinais lenhosas. **Acta Botanica Brasilica**, 15: 147-154.

SAMPAIO, L. S. V.; PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P.; COSTA, J. B.; GARRIDO, M. S.; MENDES, E. N. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira preta (*bowdichia virgilioides* H.B.K. - Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, nº 1, pp. 184-190, 2001.

SALERNO, A. R.; SHALLENBERGER, T. C. H.; STUKER, H. Quebra de dormência em sementes de Canafístula. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) –Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

TAKAKI, M. **A luz como fator de estresse na germinação de sementes**. Pp. 243-248. In: Nogueira, R.J.M.C.; Araújo, E.L.; Willadino, L.G. & Cavalcante, U.M.T. (Ed.). Estresses ambientais, danos e benefícios em plantas. Recife, MXM Gráfica e Editora, 2005.

OLIVEIRA, M. M. de; Campos, A. R. N.; Gomes, J. P.; Silva, F. L. H. da. Isotermas de sorção do resíduo agroindustrial de casca do abacaxi (*Ananas comosus* L. Mer). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.565-569, 2005.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. **Teste de condutividade elétrica**. In:KRZYZANOWSKI, F.C. VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES. p.41-4, 1999.

WELTEN Simone Batalha and Garcia, Queila Souza Variation between three *Eremanthus* (Asteraceae) species in their ability to form a seed bank. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.4, p.713-719, 2007.

Recuperação de área degradada no Bioma Cerrado

Maria Abadia Resende de Castro

Licenciada em Ciências Biológicas
Centro Universitário Mário Palmério – UNIFUCAMP
mariaabadia380@hotmail.com

RESUMO: Dados recentes revelam que nos últimos anos o Bioma cerrado vem sofrendo de forma progressiva o desequilíbrio ambiental, estudos ecológicos e fisiológicos de espécies arbóreas sob condições de plantio para regeneração ou recomposição ainda são escassos e fragmentados. Desta forma, a falta de conhecimento sobre o comportamento ecofisiológico das espécies nativas vem crescendo e dificultando a implementação de projetos sustentáveis de recuperação de áreas degradadas. Portanto, o cerne deste estudo foi a utilização de espécies nativas do cerrado para recuperação destas áreas. Como exemplos, são listadas as seguintes espécies: *Peterodon emarginatus*, *Bowdichia virgilioides*, *Strvphnodendron adstringens* e *Dimorphandra wilsonii* Rizz, as quais, são conhecidas pela sua ação medicinal e comercial com alto potencial para recomposição em áreas de perturbação, por serem espécies que possuem limitações, devido baixo índice populacional de indivíduos. Desta maneira, tornam-se importantes os estudos a respeito destas espécies, principalmente aqueles que correm o risco de extinção, devido ao grande potencial de degradação por ocorrência das ações do homem e da própria debilidade do ambiente. Este trabalho traz como sugestão a listagem de quatro espécies, para que sejam utilizadas na recomposição ou restauração de áreas degradadas no bioma cerrado.

Palavras-chave: Cerrado; Restauração; Preservação.

Como citar este trabalho:

CASTRO, M.A.R. Recuperação de área degradada no Bioma Cerrado. In: CAMPOS JÚNIOR, E.O. (Org.). **Biodiversidade e Preservação dos Recursos Naturais**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021, Cap.5, p. 49-60. doi: <http://dx.doi.org/10.51781/9786586920194960>

INTRODUÇÃO

O Bioma Cerrado ocupa cerca de 25% do território brasileiro, é o segundo maior bioma em extensão, ocupando aproximadamente um quarto do seu território, com mais de 200 milhões de hectares. É o segundo maior bioma da América do Sul, com ocupação de mais de 2 milhões km², representa 23% do território nacional, e nele concentra-se um terço da biodiversidade nacional e 5% da flora e fauna mundial (MAROUELLI, 2003).

O Cerrado é comumente utilizado para designar o conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) que ocorrem no Brasil Central (EITEN, 1977; RIBEIRO et al., 1981). O cerrado abriga 30% dos diversos seres vivos identificados no Brasil, de forma que, alguns cientistas afirmam que sua flora é composta por 12.385 espécies de plantas, e destas, 4.400 são endêmicas, pois, são plantas simples originárias e restritas de uma região, como o pequi (*Caryocar brasiliense*), barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*),

faveiro-de-Wilson (*Dimorphandra wilsonii*) e tantas outras.

Nas formações florestais do cerrado predominam as espécies arbóreas do dossel contínua e subdivide em mata ciliar, mata de galerias mata seca e cerradão. Também as savânicas, que se subdividem em cerrado sentido restrito, parque do cerrado, palmeira, vereda, campestre, campo limpo, campo sujo e rupestre. Na área coberta do bioma encontramos muitas nascentes de rios. Por isso o bioma cerrado é considerado o berço das águas do Brasil, pois suas nascentes alimentam oito das 12 regiões hidrográficas do país, com destaque para três: as bacias dos rios Araguaia/ Tocantins, do rio São Francisco e do rio Paraná. De acordo com a densidade arbóreo-arbustiva, o cerrado sentido restrito apresenta quatro subtipos: babaçual, buritizal, guerobal e Macaubal (FERREIRA, 2009).

O meio ambiente é composto de fatores abióticos, (clima, hidrologia geologia, geomorfologia, etc.), fatores bióticos (microrganismos, fauna flora) e outros fatores antrópicos ou socioeconômicos (cultura, religião, nível social, etc.), sendo que o meio ambiente, deve ser tratado como patrimônio coletivo e ao mesmo tempo individualizado para práticas de conservação e bem estar comum. A Política Nacional do Meio Ambiente, conforme a lei 6938/83, definiu meio ambiente como conjunto de condições, leis, influências e interações, física, química, e biológica que permite abrigar e reger a vida em todas as formas. Esta lei abrange o desenvolvimento sustentável, e neste aspecto, esclarece que a população deve estabelecer um princípio de equilíbrio, para não comprometer o meio ambiente (AGRA-FILHO, 2008).

Um grande revés que este bioma encontra é manter-se protagonista da preservação da biodiversidade, pois encontra-se entre um dos maiores inspiradores de proteção ambiental do século atual, culminando entre os mais elevados níveis de perturbações antrópicas dos ecossistemas naturais. A literatura tem indicado a necessidade de ampliar e aprofundar o conhecimento científico disponível, sobre a recuperação dos desastres ecológicos neste bioma, amplificando e denotando suas riquezas naturais, assim como a avaliação de danos causados pela interferência humana. Exemplos dos danos causados são: impermeabilização e compactação dos solos, contaminação das águas com metais pesados, disposição incorreta de resíduos sólidos, resíduos de pesticidas, e outras ações que interferem negativamente para a sanidade do meio ambiente.

Toda transformação começa pela mudança de pensamentos e ações e nesse sentido o despertar da consciência ambiental vai muito além de coletas seletivas, reciclagem, destino correto de resíduos, reaproveitamento e economia de recursos naturais e outros mecanismos que rotineiramente estamos preocupados e acostumados a exercer. É importante afirmar que tais medidas são de suma importância, mas, o despertar da consciência para preservação dos ecossistemas estão diretamente ligadas à educação, assim como afirma Kant (1996, p. 19) quando retrata que "o homem é aquilo que a educação faz dele".

Infelizmente, o desenvolvimento desta bandeira de proteção, caminha a passos lentos, pois, a problemática ambiental nasce dos conflitos de múltiplas demandas sociais que acarretam em alterações e desastres ecológicos e para chegar a um desenvolvimento sustentável e uma melhor qualidade de vida para todos os povos, o estado deve reduzir e eliminar sistemas insustentáveis de produção e de consumo e promover políticas adequadas, inclusive políticas relacionadas à participação direta da população, sem que haja comprometimento para as futuras gerações. As palavras do pensador Victor Hugo esclarecem essa temática: “Primeiro foi necessário civilizar o homem em relação ao próprio homem. Agora é necessário civilizar o homem em relação à natureza e aos animais”.

DESENVOLVIMENTO

O Bioma Cerrado está entre os biomas mais ameaçados do Brasil. Em cinco décadas, reduziu cerca de 59% da sua área original, e segundo o Ministério do Meio Ambiente, as transformações ocorridas no Cerrado trouxeram grandes danos ambientais, fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e possivelmente modificações climáticas locais/regionais (REATTO et al., 2008).

Embora o Cerrado seja um ecossistema adaptado ao fogo, as queimadas utilizadas para estimular a rebrota das pastagens e para abrir novas áreas agrícolas, causam perda de nutrientes, compactação e erosão dos solos agravando e atingindo várias áreas, principalmente nas regiões montanhosas do leste de Goiás e oeste de Minas Gerais. A eliminação total pelo fogo pode também causar degradação da biota nativa pois, devido ao acúmulo de material combustível (biomassa vegetal seca) e à baixa umidade, as queimadas tendem a gerar temperaturas extremamente altas que são prejudiciais à flora e à fauna do solo (KLINK; MOREIRA, 2002).

O homem vem exercendo diversas atividades devastadoras, e conseqüentemente resulta em impactos ambientais que comprometem a vida atual e as gerações futuras. Dentre as principais atividades degradadoras, destaca-se: alta incidência de queimadas, profundidade do lençol freático, pastejo, retirada seletiva de madeira, manejo incorreto de pastagens, mineração, extração de plantas para comércio, uso desenfreado de fertilizantes e agrotóxicos, ocupação extensiva para culturas agrícolas e monoculturas de subsistência.

Assim, inúmeras espécies de plantas e animais correm risco de extinção. Estima-se que 20% das espécies nativas e endêmicas já não ocorram em áreas protegidas e que pelo menos 137 espécies de animais que ocorrem no Cerrado estão ameaçadas de extinção. Depois da Mata Atlântica, o Cerrado é o bioma

brasileiro que mais sofreu alterações com a ocupação humana. Com a crescente pressão para a abertura de novas áreas, visando incrementar a produção de carne e grãos para exportação, tem havido um progressivo esgotamento dos recursos naturais da região. Nas três últimas décadas, o Cerrado tem sido degradado pela expansão da fronteira agrícola brasileira. Além disso, o bioma Cerrado é palco de uma exploração altamente predatória de seu material lenhoso para produção, apesar do reconhecimento de sua importância biológica e de suas riquezas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018).

O cerrado tornou um desafio ambiental e político de desenvolvimento sustentável, já que o Brasil visa conciliar seu papel de grande produtor de alimentos e defensor do meio ambiente. O surgimento do Bioma cerrado permite ilustrar as novas representações da biodiversidade e da conservação impostas frente aos interesses econômicos, como: relações de poder Norte-Sul, movimentos sociais e o avanço das tecnologias para a produção em diferentes áreas e demandas. Para que seja possível validar os mecanismos protetivos é necessário empenhar conhecimentos em um espaço geográfico e político, e viabilizar áreas dedicadas à conservação e a produtividade (MELO, 2006).

Segundo Parrota (1992) áreas degradadas são aquelas caracterizadas por solos empobrecidos e erodidos com instabilidade hidrológica, produtividade primária e diversidade biológica reduzidas. Blum (1998) propõe que ambiente degradado é aquele caracterizado pela perda de energia, referenciando a energia gravitacional que é controladora de grande parte do movimento dos sólidos, líquidos, gases que são determinantes para os fenômenos da erosão e sedimentação. Mas em várias literaturas, são consideradas áreas degradadas aquelas que, após distúrbio, eliminam, juntamente com a vegetação, os seus meios de regeneração biótica como banco de sementes, banco de plântulas, chuvas de sementes e rebrota. O termo reflete, portanto, baixa resistência ao seu retorno ao estado anterior, ou correção extremamente lenta.

Outro fator que vem chamando a atenção de estudiosos e a comunidade científica do meio ambiente são as pragas invasoras que o próprio ambiente não consegue controlar. Porém, estratégias de manejo e de sustentabilidade vem crescendo consideravelmente nos últimos tempos, tais como: sistemas florestais, manutenção de plantas espontâneas, barreiras vegetais entre talões de cultivo, áreas vegetativas de paisagens diversas e recomposição em áreas degradadas. A proteção dos cultivos contra pragas e doenças precisam de metodologias inovadoras que apliquem efetiva sustentabilidade econômica, social e ambiental (EPAMIG, 2019).

Muitas espécies de predadores utilizam os recursos do meio ambiente para complementar a falta de nutrientes e outras substâncias importantes para sua sobrevivência e reprodução. É imperativo a presença de cultivos arbóreos e outras vegetações, porque interagem com inseto-planta e toda dinâmica sustentável pode estar comprometida sem o controle das pragas. Portanto, precisamos de práticas compatíveis e recursos ambientais que potencializam a biodiversidade (EPAMIG, 2019).

O manejo sustentável de pragas e doenças, são combinações de estratégias que consolidam e equilibram os ecossistemas. Em grande maioria usam-se o controle químico em grande escala, porém, os impactos ambientais que são causados pelo uso indiscriminado de agrotóxicos deixando traços negativos, corroborando para incidência de pragas e novas patogenias, estudos relatam sobre as possíveis ocorrências de intoxicações no ambiente, nas águas e posteriormente na saúde humana (EPAMIG, 2019).

O Cerrado é um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade (MYERS ET AL., 2000; SILVA; BATES, 2002) e suas riquezas estão ameaçadas, O modelo de desenvolvimento atual, desigual, excludente e esgotante dos recursos naturais, tem levado à produção de níveis alarmantes de poluição do solo, ar e água, a destruição da biodiversidade animal e vegetal e ao rápido esgotamento das reservas minerais e demais recursos não renováveis em quase todas as regiões.

O processos de degradação têm sua origem complexa e predatório de exploração e uso dos recursos disponíveis, de preservação, desenvolvimento sustentável, igualdade ,acessibilidade e manutenção da diversidade das espécies vegetais e animais, estão fora dos parâmetros dos princípios básicos do homem e por isso a natureza ecoa que seus fragmentos devem ser preservados, para cumprirem suas funções ecológicas, pois ainda existem milhares de espécies que precisam de abrigos para garantir a sua sobrevivência, sabemos que a atuação da natureza, sempre foi apta a sua forma de perdurar às intempéries naturais, mas a interposição do homem no meio ambiente decorre de maneira sistêmica e retomada não permitindo a recuperação espontânea por parte da natureza. Por sua vez, a degradação em áreas de perturbação e desequilíbrio ocorridos no ambiente, vem causando uma cadeia de impactos ambientais sendo notório que nos últimos anos, o desmatamento do Cerrado em termos absolutos, foi duas vezes maior do que o Bioma da Amazônia.

É urgente difundir o conceito de conservar e preservar a biodiversidade, mas, é preciso subsidiar um processo de recuperação em áreas degradadas, uma organização que envolva a proximidade da estrutura originária dos ecossistemas, baseado em similares conhecimentos concretos em recuperação (ALMEIDA 200). Para Durlo e Sutili (2005) o conhecimento das exigências e características biológicas da vegetação, especialmente sua capacidade para a solução de problemas técnicos, de estabilização, de margens e encostas, recombina com condições, aspectos e as características originais dos ecossistemas. Porém neste contexto os autores demonstram que é necessário a promoção de técnicas para equilibrar e equiparar as áreas degradadas. A utilização de espécies nativas para recuperação ou recomposição destas áreas é de grande importância para reduzir e recompor áreas de grande impacto, conservando assim a biodiversidade e além de possuir o potencial de tornar-se mais sólido e eficaz no cumprindo de sua função primordial de equilíbrio ambiental e ecológico (LORENZI, 2002).

De acordo com Amador e Viana (1998), a conservação de fragmentos nativos e a fragmentação de habitats representa a maior ameaça para a biodiversidade do planeta basicamente facilitando e aperfeiçoando as interações naturais da sucessão, favorecendo a regeneração natural arbórea, colaborando com a recuperação estrutural e funcional de áreas degradadas. Para Martins e Martins (2004) é urgente e necessário o emprego de medidas que busquem desacelerar ou interromper os processos de exploração, as quais sejam associadas a medidas reparatórias, como, produção de mudas para enriquecimento e recuperação de áreas perturbadas, e distribuição de plantio é a forma como as espécies selecionadas vão estar posicionadas uma em relação a outra, mas podendo ser também a distribuição aleatória, nesse intuito seguiremos algumas espécies baseados nos estudos florísticos e fitossociológicos, para recompor ou recuperar áreas perturbadas ou altamente degradadas dentro do Bioma Cerrado, são espécies nativas que estão sendo ameaçadas de extinção devido baixo índice populacional.

ESPÉCIES LISTADAS

A *Pterodon emarginatus* é uma árvore do Cerrado que se destaca principalmente por suas propriedades farmacológicas (OLIVEIRA et al., 2010). A planta auxilia e diminui as inflamações nas articulações, na garganta (amigdalite), cicatrizando feridas na pele, eczemas, cravos, sangramentos entre outros. O tronco da árvore é aromático, cilíndrico de 40 a 60 cm de diâmetro, revestido por casca lisa branco-amarelada, podendo atingir 8 a 12 m de altura.

É uma planta nativa do Brasil, encontrada nas regiões de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo e Paraná. Suas raízes formam expansões ou túberas denominadas de "batata-de-sucupira", constituindo-se em órgãos de reserva da planta. As folhas são compostas pinadas, flores de cor rosada, dispostas em inflorescências paniculadas terminais. Seus frutos são do tipo sâmara arredondada com uma única semente, fortemente protegida por uma cápsula fibra lenhosa e envolta por uma substância oleosa, a maturação de seus frutos ocorre de junho a julho, com a planta quase despida de folhagem. A semente de sucupira branca é adaptada em terrenos secos e pobres sendo apropriada para regeneração de áreas degradadas (LASZLO 2017, LORENZI 2001).

A espécie *Bowdichia virgilioides* é uma planta arbórea de 8-16 metros de altura, com tronco de 30-50cm de diâmetro, com folhas compostas pinadas, 9-21 folíolos pubescentes, flores violeta, dispostas em panículas terminais, os frutos são pequenos, vagens achatadas e indeiscentes (LORENZI, 2002), que apresenta característica pioneira sendo encontrada particularmente no cerrado brasileiro. Pertencente à família Leguminosae-Papilionoideae Fabaceae, é vulgarmente conhecida por sucupira-preta. Ocorre naturalmente no

Pará, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo, em regiões de cerrados.

É uma planta decídua, heliófita, seletiva xerófila, característica do cerrado. Apresenta ampla dispersão por todo o Cerrado do Brasil Central e sua transição para a floresta semidecídua. Sua distribuição é bastante uniforme, porém em baixa densidade populacional. Ocorrendo em formações primárias como secundárias, sempre em terrenos altos de rápida drenagem. Floresce durante os meses de agosto a setembro e seus frutos amadurecem nos meses de outubro a dezembro (LORENZI, 2002).

Lorenzi (2002) destaca que a espécie *Bowdichia virgilioides* apresenta característica pioneira se adapta facilmente a terrenos secos e pobres, destaca-se pela rusticidade, tendo um papel importante para recuperação de áreas degradadas. De acordo com Almeida (2000), dos diversos métodos utilizados de revegetação, destaca -se o emprego de espécies pioneiras e o uso de leguminosas, devido a sua rapidez em promover a cobertura do solo.

A espécie de *Strvphnodendron adstringens*, popularmente conhecido como barbatimão verdadeiro, barbatimão vermelho, casca da mocidade, chorãozinho roxo, casca da virgindade e diversos nomes variando de acordo com cada região, é uma planta nativa do cerrado, seus frutos vagem cilíndrica, comprida, marrom quando madura, que se abre em duas partes liberando as sementes, a época da floração é de setembro a novembro, e de frutificação de novembro a junho, com rebrota lenta e que regenera naturalmente em pastos e em solos degradados.

Podendo rebrotar raízes e rizomas, com bastante vigor, após queimada ou corte, isso depende de cada região. Quando oriunda de sementes, o crescimento da planta é lento. É amplamente usada na medicina popular e sua madeira de grande utilidade na construção, é pertencente à família Fabaceae encontrada nos estados da Bahia, Distrito Federal, Goiás, São Paulo e Tocantins (ALMEIDA et al., 1998; LORENZI; MATOS, 2002).

Em relação ao uso medicinal da planta, a literatura cita diversas aplicações populares, podendo destacar seu uso contra leucorréia, inflamação em geral, hemorragias cicatrização de ferimentos, conjuntivite e pele excessivamente oleosa (MELO et al., 1993, MELO et al., 1996; LORENZI; MATOS, 2002).

A casca do tronco é o principal órgão utilizado no extrativismo, sendo que essa ação quando realizada de forma desordenada gera deformações estruturais, tornando os indivíduos sensíveis a ação dos ventos ou pragas, contribuindo também para menor tolerância aos danos causados pelo fogo, principalmente nos indivíduos mais jovens, uma vez que a casca age como um isolante térmico, protegendo as estruturas, como o câmbio vascular das elevadas temperaturas (FIEDLER et al., 2004). Em maioria das vezes a atividade de coleta dessas plantas é realizada indiscriminadamente por leigos, aumentando assim a possível extinção dessa planta. (CORREA-JUNIOR, 1991)

A casca do barbatimão vem sendo explorado, causando vários danos às suas populações, sem

nenhuma prática ou adoção sustentável, levando muitos desses indivíduos a morte, parece não haver preocupação da população quanto a preservação da espécie, portanto práticas assim tem trazido ao longo dos tempos, grandes prejuízos a natureza, além de colocar a espécie em risco (FELEILI; BORGES-FILHO, 2004).

A espécie de *Dimorphandra wilsonii* Rizz, conhecida popularmente como faveiro de Wilson, é uma leguminosa arbórea endêmica, encontrada na região de Paraopeba e Caetanópolis, no Estado de Minas Gerais, com poucos indivíduos populacionais citados em literatura, isolados no meio da braquiária sem sinais de propagação, diante dessa situação foi criado o Projeto de Conservação do faveiro de Wilson, com vários estudos para melhoramento e conhecimento da espécie e ações contundentes, incluindo Educação Ambiental. Este projeto teve abrangência no Jardim Botânico da EZB_BH, IEF, UFMG e de toda comunidade local.

Após toda essa demanda foi realizado um novo levantamento revelando que a população é de 50 indivíduos adultos. O faveiro de Wilson possui boas propriedades medicinais, apresentando em seus frutos alto potencial para extração de glicosídeos flavonoides, especialmente a rutina. Entretanto, o faveiro de Wilson se encontra na Lista vermelha das espécies ameaçadas e com vulnerabilidade de extinção (MENDONÇA; LINS, 2000). Desde a época de sua descrição, em 1969 sendo considerada uma espécie rara (FERNANDES et al., 2007).

Estudos envolvendo a morfologia de sementes podem auxiliar no entendimento do processo de germinação, vigor, armazenamento, viabilidade e métodos de propagação das espécies. Além disso, a caracterização morfológica de sementes fornece subsídios para diferenciar espécies e caracterizar aspectos ecológicos da planta, como a dispersão, estabelecimento de plântulas e fase da sucessão ecológica. Para Piña-Rodrigues et al. (1990) o potencial de estabelecimento de uma população em um habitat é essencialmente controlado pelo fluxo de propágulo, sabe-se que o tamanho dos frutos e sementes, além de outras formas de atração, como cheiro e coloração, são um dos fatores que podem influenciar na dispersão dos propágulos, uma vez que o tamanho do fruto e da semente está diretamente relacionado com a quantidade de reservas armazenadas nos tecidos e sua atratividade e funcionalidade em relação aos agentes dispersores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espécies pertencentes a vários estados brasileiros, com risco de extinção, viabilizar possível introdução para recuperação e recomposição em áreas degradadas no Bioma Cerrado foram apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Listagens de quatro espécies para introdução em área degradada no Bioma Cerrado.

Nome popular	Nome científico	USO
Sucupira branca	<i>Peterodon emarginatus</i>	farmacológico
Sucupira preta	<i>Bowdichia virgiliodes</i>	medicinal e comercial
Barbatimão	<i>Strvphnodendron adstringens</i>	medicinal e comercial
Faveiro de Wilson	<i>Dimorphandra wilsonii</i> Rizz	Medicinal

Fonte: Autores (2021)

As espécies nativas apresentadas neste trabalho, tem como potencial de recomposição e recuperação em áreas degradadas dentro do Bioma Cerrado, essas espécies são pertencentes a vários estados brasileiros, e devido fatores antrópicos, correm o risco de extinção. As espécies listadas mostram potencialidade para introdução nessas áreas, decorrente da sua baixa taxa germinativa e baixo índice de populações de indivíduos.

Espécies de sucupira branca e sucupira preta tem em suas formas medicinal e comercial, além de possuir flores ornamentais, são decíduas, nativas de terreno secos e pobres, com maior indecência de extinção no estado de são Paulo. Para Almeida (2000), dos diversos métodos utilizados de revegetação, destaca-se o emprego de espécies pioneiras e o uso de leguminosas, devido a sua rapidez em promover a cobertura do solo e para Laszlo (2017) é adaptada em terrenos secos e pobres sendo apropriada para regeneração de áreas degradadas.

O barbatimão, como é popularmente conhecido, também está na lista de extinção, devido a exploração de sua casca, que contém tanino que é um excelente cicatrizante, (SANTOS; MELO, 2003). Taninos são os componentes majoritários do barbatimão, sendo que estes compostos têm sido associados com efeitos antimicrobianos. E outra atividade é a extração do material lenhoso indiscriminadamente, que é transformado em carvão para ser comercializado. Em 2000 Minas Gerais ocupou o segundo lugar em nível nacional pelo extrativismo vegetal, um índice de 77% concentrado em Curvelo (MAYER, 2000).

A espécie do faveiro de Wilson é endêmica de minas gerais, planta rara e está na lista vermelha na Instituição Internacional que acompanha as espécies em risco de extinção em todo mundo. Existem estudos aprofundados sobre a biologia e ecologia da espécie para fornecer subsídios essenciais para seu manejo e conservação. A espécie do faveiro de Wilson possui boas propriedades medicinais, apresentando em seus frutos alto potencial para extração de glicosídeos flavonoides, especialmente a rutina (FERNANDES, et al., 2007).

CONCLUSÃO

As espécies de *Pterodon emarginatus*, *Bowdichia virgilioides*, *Strvphnodendron adstringens* e *Dimorphandra wilsonii* Rizz, são evidenciadas como espécies que se encontram em extinção em estados brasileiros, com maior incidência nos estados de São Paulo e de Minas Gerais, devido ao baixo índice populacional e em decorrência da ação antrópica.

As espécies de sucupira branca e preta, encontram-se com baixo índice de ocorrência em todo bioma cerrado, portanto ameaçada de extinção no estado de São Paulo. A espécie do barbatimão, encontra -se ameaçada de extinção devido ao extrativismo. A espécie do faveiro de Wilson é criticamente ameaçada, consta na lista vermelha do Instituto Internacional, devido a raridade da planta. Portanto, as espécies apresentadas são sugestivas para recompor e restaurar áreas degradadas dentro do Bioma cerrado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D.S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus: Editus, 2000. 130p.

AMADOR, D. B.; VIANA, V.M. Sistemas agroflorestais para recuperação de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, nº 32, pp. 105-110, dezembro 1998.

CORREA-JUNIOR, C, et al. **Cultivo de plantas medicinais condimentares e cromáticas**. Curitiba: Emater, 1991.151p.

DURLO, M.A.; SUTILI, F.J. **Bioengenharia: manejo de cursos de água**. EST Edições, Porto Alegre/RS, 2005, 189p.

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

EPAMIG. Informe Agropecuário. sistema Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA), pela EPAMIG em parceria. MG), Instituto Estadual de Florestas (IEF), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional, v.33, n.271, p.12-25, 2017.

FELFIL, J, M.; BORGES FILHO, H.C. **Extrativismo racional da casca do barbatimão (*Strvphnodendron adstringens* (MART.))** Brasília Universidade de Brasília /Departamento de Engenharia Florestal,2004. 32p.

FERNANDES, F, M, et al. **Tentando evitar mais uma extinção: o caso do "Faveiro de Wilson" (*Dimorphandra Wilsonii*)**. IN: MAYER, M. M. M. Ministério do Planejamento, orçamento e gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007.

FERREIRA, I. M. Aspectos conceituais sobre paisagens do Cerrado. **Espaço em Revista**, Catalão, v. 11, p. 150-168, 2009.

GRIFFITH, J. J.; DIAS, L. E.; JUCKSCH, I. Novas estratégias para a revegetação de áreas mineradas. In: II Simpósio Internacional de Áreas Degradadas, Curitiba, FUPEF, 135-140, 1994.

JESUS, R. M. Revegetação: da teoria à prática técnicas de implantação. In: II Simpósio Internacional de Áreas Degradadas, Curitiba, FUPEF, 123-134, 1994.

KANT, Emmanuel. **Crítica da Razão Prática**. Tradução de Artur Mourão. Lisboa: Edições 70, 1986.

KLINK, C.A. & A.G. MOREIRA. **Past and current human occupation and land-use**. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.). The Cerrado of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. V. 1. 2002. 381p.

MARQUELLI, R. P.; BEEKMAN, G. B. **O desenvolvimento sustentável da agricultura no cerrado brasileiro**. Brasília, DF: Programa de Pós-Graduação em nível de especialização Lato Sensu, modalidade MBA, em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada com Área de concentração em Planejamento Estratégico, ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL, 2003.

MARTINS, R. C. C.; MARTINS, S. V. Germinação e crescimento inicial de três espécies pioneiras do Bioma Cerrado no Distrito Federal, Brasil. Viçosa, MG: Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de Doctor Scientiae, Universidade Federal de Viçosa, 2004.

MELO, C. M. Estudo da atividade antiinflamatória e antinociceptiva da lactona do ácido hawtriwaico, diterpeno de *Egletes viscosa* Less, em camundongos: possíveis mecanismos. 2006. 104 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Convenção sobre Diversidade Biológica Disponível em: Acesso em 25 de maio 21.

MYERS, N., R.A. MITTERMEIER, C.G. MITTERMEIER, G.A.B. DA FONSECA & J. KENT. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403: 853-858.savanna. pp. 69-88, 2000.

OLIVEIRA FILHO, A.T. & RATTER, J.A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, 52:141-194, 1995.

PARROTTA, J. A The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. *Agriculture Ecosystems and Environment*, **USA**, v. 41, n. 2, p. 115-133, 1992.

PEREIRA, T, S; COSTA, M.L.M.N; P.W.(ORGS). Recuperando verde para as cidades: a experiencia dos jardins botânicos brasileiros. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de jardins Botânicos /Instituto de Pesquisas jardins Botânicos do Rio de Janeiro/BGCI, p.87-98, 2007.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. & SILVA, M. C. Sistema de plantio adensado para a recuperação de áreas degradadas na Reserva Biológica de Poço das Antas. In: II Seminário de Pesquisas, 1990.

SANTOS, S. C.; MELO, J, C.P.de Taninos, In: SIMÕES Et al.; **Farmacognosia**: da planta ao medicamento.5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; FLORIANOPÓLIS, Editora da UFSC, p. 124-146, 2003.

SAPORTA, L.A.C.; YOUNG, C.E.F. Créditos de carbono e o reflorestamento do entorno da REBIO de Poços das Antas, Brasil. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 12: 17-32, 2009.

ÍNDICE

aterro sanitário	26
biodiversidade	27, 36, 37, 38, 39, 49, 50, 51, 52, 53, 54
células sanguíneas.....	7, 11, 15
Cerrado.....	36, 37, 38, 39, 41, 42, 49, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59
desmatamento.....	38, 53
Educação Ambiental.....	5, 25, 26, 27, 29, 34, 35, 56, 62
marcadores	7, 21
micronúcleos	7, 9, 11, 16, 20, 22
Parâmetros Curriculares Nacionais	27, 35
qualidade de água.....	6, 7, 10, 16, 18, 20, 21, 22
recursos hídricos	6, 7, 21, 62
recursos naturais.....	4, 25, 34, 36, 50, 52, 53, 62
resíduos.....	23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 43, 50
Sustentabilidade	6, 14, 25, 36, 49
xenobióticos	7, 14, 15

SOBRE O ORGANIZADOR E AUTORES

|Organizador|

Edimar Olegário de Campos Júnior|

Doutor em Genética pela Universidade Federal de Uberlândia. Tem experiência na área de Genética aplicada ao Biomonitoramento Ambiental (especialmente de recursos hídricos), Mutagênese Animal/Vegetal, com atuação na área de citogenética, Gestão do Território, ecologia aplicada e atividades de extensão. Atuou em estudos práticos de Vigilância, com ênfase em saúde ambiental e humana. Atualmente trabalha com Geociências..

 **Orcid iD:** <https://orcid.org/0000-0001-9987-9091>

 **Currículo Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/4134268880865735>

|Autores|

Andressa de Fátima Faleiros Oliveira|

Licenciada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Mário Palmério, UNIFUCAMP, Brasil. Atua na área de preservação de recursos naturais e projetos de Educação Ambiental.

 **Currículo Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/9626993910098821>

Lucas Faria Noronha|

Licenciado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Mário Palmério, UNIFUCAMP, Brasil. Pós-graduado em Análises Clínicas e Microbiologia pela mesma instituição. Tem experiência na área de educação, vigilância em saúde e monitoramento ambiental.

 **Currículo Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/1740143435996659>

Maria Abadia Resende de Castro|

Licenciada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Mário Palmério, UNIFUCAMP, Brasil. Desenvolve pesquisa na área de educação, com ênfase em educação alimentar e nutricional.

 **Currículo Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/8808264381498508>



Prefixo editorial ISBN 978-65-86920



contato@editoracolab.com



www.colab.com.br



(31) 99686-8879



@editoracolab

