

Revinter

Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade

Volume 12 Número 2



Intertox

V.12, N2, JUN 2019 - ISSN 1984-3577



ISSN 1984-3577

São Paulo, v. 12, n. 2, Jun.
2019

Periódico científico de acesso aberto, quadrimestral e arbitrado.

Meses: (2) fevereiro, (6) junho e (10) outubro.

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida desde que citada a fonte.

As opiniões e informações veiculadas nos artigos são de inteira e exclusiva responsabilidade dos respectivos autores, não representando posturas oficiais da empresa Intertox Ltda.

Seções

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS II; FARMÁCIA (ANÁLISE TOXICOLÓGICA); CIÊNCIAS AGRÁRIAS I (AGRONOMIA); MEDICINA; SAÚDE COLETIVA; BIODIVERSIDADE; INTERDISCIPLINAR

Idiomas de Publicação

Português e Inglês

Contribuições devem ser enviadas para <a.camera@intertox.com.br>.

Disponível em: <<http://www.revinter.intertox.com.br>>.

Normalização e Produção Web site

João Osvaldo da Silva Araújo

Capa

Caroline Araújo da Silva

Projeto Gráfico

Caroline Araújo da Silva

R61i

Revinter: Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade – Intertox – v. 12, n. 2 (jun. 2019) - . São Paulo: Intertox, 2019.

Quadrimestral

ISSN 1984-3577

1.Toxicologia. 2. Risco Químico. 3. Meio Ambiente I. Intertox II. Título

Rua Turiassú, 390 – cj. 95 – Perdizes – 05005-000 – São Paulo – SP Tel.: (11) 3868-6970

<http://www.intertox.com.br> / intertox@intertox.com.br

EXPEDIENTE

Editor Coordenador

Fausto Antônio de Azevedo

Mestre em Toxicologia pela USP, Diretor Executivo de Expansão Internacional.

Bibliotecária Responsável

Andrezza Catharina Camera

Bacharel em Biblioteconomia e Ciência da informação pela FESPSP.

Comitê Científico (2011-2013)

Irene Videira Lima

Doutora em Toxicologia (USP), Perita Criminal Toxicologista do IML-SP por 22 anos.

Ricardo Baroud

Farmacêutico-Bioquímico Toxicólogo, Editor Científico da PLURAIS Revista Multidisciplinar da UNEB e da TECBAHIA Revista Baiana de Tecnologia.

Comitê Editorial (2011-2013)

Eduardo Athayde

Coordenador no Brasil do WWI - World Watch Institute

Eustáquio Linhares Borges (*In Memoriam*)

Mestre em Toxicologia (USP), ex-Presidente da Sociedade Brasileira de Toxicologia, ex-Professor Adjunto de Toxicologia da UFBA.

Isarita Martins

Doutora e Mestre em Toxicologia e Análises Toxicológicas (USP), Pós-doutorado em Química Analítica (UNICAMP), Farmacêutica- Bioquímica Universidade Federal de Alfenas MG.

João S. Furtado (*In Memoriam*)

Doutor em Ciências (USP), Pós-doutorado (Universidade da Carolina do Norte, Chapel Hill, NC, EUA).

José Armando-Jr

Doutor em Ciências (Biologia Vegetal) (USP), Mestre (UNICAMP), Biólogo (USF).

Sylvio de Queiroz Mattoso (*In Memoriam*)

Doutor em Engenharia (USP), ex-Presidente do CEPED-BA.

Gilberto Santos Cerqueira

Laboratório de Anatomia Universidade Federal do Piauí, CSHNB e Professor Adjunto do curso de Nutrição do Campus Senador Helvídio Nunes de Barros – Universidade Federal do Piauí. CSHNB Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Piauí.

EDITORIAL

Quando a Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade foi criada – há mais de 10 anos – os objetivos eram simples: levar ao Brasil, e quem sabe ao mundo, mais sobre a produção científica da área química, farmacêutica e biológica. Havia (e ainda há) um sonho de uma sociedade livre, ou pelo menos mais segura, do risco químico, toxicológico e ambiental. Havia (e continua havendo) uma necessidade em se partilhar o conhecimento científico no país, dando voz a pesquisadores de universidades e empresas para a divulgação de seus trabalhos, estes, muitas vezes desprezados pela grande parte da nossa sociedade, mas que possuem um impacto gigantesco no nosso dia-a-dia, na nossa segurança, e na construção do nosso futuro.

Com o passar dos anos, a Revinter passou por muitas mudanças, seja em seu corpo editorial, em sua gestão, em seus avaliadores, e até mesmo em seus suportes. Porém, o que jamais mudou foi essa visão que construiu e moldou a revista.

Vivemos em uma era tecnológica, assustadora e bela, que nos recompensa com maravilhas, e nos castiga com as mesmas bençãos modernas. Muitos, outrora, disseram que a ciência estava fadada ao esquecimento, ou pelo menos a reclusa com a popularização dos mecanismos de busca. Para que periódicos científicos, quando tudo se descobre ao alcance de um clique?

Porém, iniciativas como a Revinter, carregadas de sonhos com um mundo mais informado e seguro, com as crenças nos pesquisadores nativos, e com a visão de expansão para outros países é o que faz com que Brasil continue mostrando-se relevante perante as outras grandes nações.

Somos um país em constante crescimento (há hora de parar?) que muitas vezes tropeçamos, caímos, damos volta, andamos para trás, corremos para frente, mas o que nunca ninguém pode dizer é que desistimos. Somos persistentes - inclusive - sendo até nosso maior defeito: o quanto jamais largamos o osso, insistimos, resistimos, e somos honrados com vitórias graças a essa teimosia (mesmo que as derrotas também venham junto).

Com mais de dez anos de publicação a Revinter se honra de ser uma mistura de tudo isso: do Brasil, da ciência, de seus pesquisadores e dos sonhos que traçamos. Não somos grandes, mas somos honrosos, determinados e ambiciosos; com *baby steps* indo em direção a dias gloriosos onde a pesquisa (e seus heróis) serão valorizados por todas as noites sem dormir nos laboratórios e bibliotecas.

Nos orgulhamos de sermos quem somos, da nossa revista, de nossos autores, de nossos avaliadores e nossos leitores. Vocês, que permanecem conosco, ansiosos pelos novos conhecimentos que se desdobram dessas páginas.

Sem saber qual futuro nos espera, persistimos e sonhamos, porque foi isso que nos trouxe até aqui, e é o que continuará nos levando.

Andrezza Catharina Camera,

29 de junho de 2019.

Avaliação da citotoxicidade e da genotoxicidade do antisséptico bucal gluconato de clorexidina 0,12% em células meristemáticas de raízes de *Allium cepa*

Eduardo Lopes Carreito de Alencar

Ítalo Araújo Rios Brandão

Jackson de Sá Sousa

Tássyo Alax Nascimento Sampaio de Oliveira

Talvany Luís de Barros

Rosemarie Brandim Marques

Débora de Alencar Franco Costa

Registro DOI: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol12ed2.442>

Resumo

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito citotóxico e genotóxico do antisséptico bucal gluconato de clorexidina por meio do teste de *Allium cepa*. As soluções utilizadas foram 0,03%, 0,06% e 0,12%, além do controle positivo e negativo. Observou-se 1.000 células por tratamento. Os efeitos citotóxicos e genotóxicos foram avaliados pelo índice mitótico e aberrações cromossômicas e os dados submetidos à comparação por meio do teste ANOVA considerando I.C. 95% $3p < 0,05$. Os resultados evidenciaram um decréscimo no índice mitótico nas células meristemáticas das cebolas submetidas às soluções de gluconato de clorexidina em todas as concentrações, diferindo-se estatisticamente do controle. Em todas as concentrações aconteceram alterações numéricas referentes às aberrações cromossômicas e presença de micronúcleos. Contudo, estatisticamente não houve significância no que se refere à citotoxicidade, evidenciando-se apenas significância nos parâmetros genotóxicos sobre as raízes de *A. cepa*.

Palavras-chave: Micronúcleos. Índice mitótico. Clorexidina.

Evaluation of cytotoxicity and genotoxicity of antiseptic mouth chlorhexidine gluconate 0,12% in meristematic cells of *Allium cepa* roots

Abstract

The objective of this work was to verify the cytotoxic and genotoxic effect of oral antiseptic chlorhexidine gluconate by means of the *Allium cepa* test. The solutions used were 0.03%, 0.06% and 0.12%, in addition to the positive and negative controls. 1000 cells were observed per treatment. The cytotoxic and genotoxic effects were evaluated by mitotic index and Revinter, v. 12, n. 02, p. 05-13, jun. 2019.

chromosomal aberrations and the data submitted to the comparison using the ANOVA test considering $p < 0.05$. The results evidenced a decrease in the mitotic index in the meristematic cells of the onions submitted to chlorhexidine gluconate solutions at all concentrations, differing statistically from the control. In all concentrations, there were numerical changes regarding chromosomal aberrations and the presence of micronuclei. However, there was no statistically significant cytotoxicity, evidencing only the significance ingenotoxic parameter on the roots of *A. cepa*.

Key-words: Micronucleus. Mitotic Index. Chlorhexidine.

Recebido em 13/05/2019 Aceito em 07/06/2019

1 INTRODUÇÃO

O câncer bucal é considerado um problema de saúde pública em todo o mundo. A última estimativa mundial apontou que ocorreriam cerca de 300 mil casos novos e 145 mil óbitos, para o ano de 2012, por câncer de boca e lábio (INCA, 2014).

Embora as neoplasias malignas possam ter origem em todos os tecidos que compõem a boca, aproximadamente 94% de todas as malignidades da boca são oriundas do tecido epitelial de revestimento por sua maior exposição à ação de agentes potencialmente carcinogênicos por meio de inalação, ingestão ou bochecho (FENECH, 2000; INCA, 2014).

Alguns tipos de câncer podem ser prevenidos pela eliminação da exposição aos fatores de risco como fumo, álcool, medicamentos, mate e alimentos (DIETZ, et al., 2000).

A clorexidina é uma bis-guanidina que possui propriedades hidrofílicas e hidrofóbicas. Geralmente é utilizada na forma de sal de gluconato. O gluconato de clorexidina é uma droga amplamente utilizada em protocolos médicos e odontológicos (MUÑOZ-SOLARTE; GUERRERO-PEPINOSA, 2013), principalmente na odontologia como enxaguante bucal nas áreas de periodontia, cirurgia e implantodontia (LABBATE et al., 2003).

Antissépticos a base de clorexidina são utilizados em odontologia há muitos anos como padrão-ouro no controle químico da placa bacteriana. A ação dessa substância também tem sido preconizada em protocolos de diversos campos da medicina, sendo eles invasivos ou não, e até mesmo em áreas consideradas delicadas e/ou de difícil manipulação, e seu bom desempenho bactericida e bacteriostático é comprovado através de diversos estudos, principalmente pelas

suas propriedades de amplo espectro de ação, substantividade, seu fácil acesso e baixo custo, atribuindo à clorexidina uma abordagem mais criteriosa (AMORAS, 2013).

Os colutórios a base de gluconato de clorexidina têm sido alvos de diversos estudos epidemiológicos de câncer bucal. Entretanto, o potencial genotóxico do gluconato de clorexidina a 0,12% ainda não foi esclarecido (DANTAS et al., 2010).

Silva et al. (2012) avaliaram a mucosa oral de 30 indivíduos que realizaram bochecho com o gluconato de clorexidina a 0,12% e os resultados deste estudo mostraram que a clorexidina a 0,12% induz mutagenicidade e citotoxicidade, e pode ocasionar apoptose tanto por fragmentação como também por dissolução nuclear.

Allium cepa (cebola) é um vegetal superior muito utilizado por pesquisadores em ensaios toxicológicos por meio da avaliação de parâmetros macroscópicos como alteração de cor, formato, tamanho da raiz e deformidade e ainda microscópicos como aberrações cromossômicas e micronúcleos (LONGHIN, 2008).

A grande vantagem do uso de plantas superiores sobre os outros sistemas se dá, sobretudo, pelo fato de seus cromossomos serem grandes e das plantas responderem aos mutágenos de maneira similar aos mamíferos e outros eucariotos (FREYRE, ESTRADA, BOLAÑOS, 2009). Especificamente para *Allium cepa*, a vantagem encontra-se em ser uma espécie com pequeno número de cromossomos ($n=8$), ter um ciclo celular relativamente curto e controlável em condições estáveis (de cerca de 14 horas a 25°C), envolver um método barato, rápido, de fácil manuseio e o ano inteiro (FISKEJO, 1985; TEDESCO; LAUGHINGHOUSE IV, 2012) e sobretudo, por fornecer boa concordância com outros bioensaios de genotoxicidade (MATSUMOTO et al., 2006). Consequentemente, resultados positivos no teste de *Allium cepa* devem ser considerados como um alerta e também um indicativo de que o fator químico testado pode ser um risco para a saúde do homem (FISKESJÖ, 1985).

Com intuito de proteger a saúde de pacientes que usam de forma prolongada os colutórios à base de clorexidina a 0,12%, o presente trabalho teve como objetivo estudar por meio do teste *Allium cepa* os possíveis efeitos citotóxicos e genotóxicos do enxaguante bucal à base de gluconato de clorexidina em diferentes concentrações, investigando o índice mitótico (citotoxicidade) e a frequência de aberrações cromossômicas e de micronúcleos (genotoxicidade) que podem causar instabilidade no material genético podendo levar ao aparecimento de neoplasias malignas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Aspectos Éticos

Como o presente estudo foi realizado em vegetais não foi necessário o encaminhamento desta pesquisa para a aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da FACID/DeVry.

Delineamento e amostra do estudo

Tratou-se de um estudo experimental e comparativo. A pesquisa foi realizada no Laboratório Multidisciplinar na sede da Faculdade Integral Diferencial-FACID/DEVRY na Rua Veterinário Bugyja Brito, Nº 1354, Bairro Horto Florestal, em Teresina-PI.

Foram utilizados 04 frascos de 250 mL do colutório de gluconato de clorexidina 0,12% sem álcool (Periogard®), diluídos e divididos em três concentrações diferentes (0,03%, 0,06% e 0,12% mg/L), e 25 cebolas (*Allium cepa*) para realizar o teste citotóxico e genotóxico, colocando 5 cebolas para cada concentração, 5 cebolas para o grupo controle negativo com água sem cloro e 5 cebolas para o grupo controle positivo com solução de sulfato de cobre 0,03%.

Teste *Allium cepa*

Este trabalho seguiu o protocolo sugerido pela Sociedade Brasileira de Mutagênese Carcinogênese e Teratogênese Ambiental (SBMCTA) elaborado por Medeiros et al. (2007).

Para cada concentração 05 bulbos foram colocados em contato com água sem cloro por 70 horas e nas soluções testes por 2 horas, como estabelecido no protocolo para substâncias químicas, além de controle negativo com água sem cloro e controle positivo utilizando a solução de sulfato de cobre 0,03%. Após 72 horas as raízes foram medidas com o auxílio de régua e cortadas. Os critérios de inclusão foram: bulbos com raízes de aproximadamente 1 a 2 cm. E os critérios de exclusão definem-se por: raízes de 01 cm e maiores que 2 cm, bem como aquelas deformadas. Logo após, houve exposição à solução fixadora-Carnoy (etanol/ácido acético – 3:1) por 24 horas. Em seguida, as raízes foram retiradas do fixador, colocadas em etanol 70% e mantidas na geladeira para conservação até o momento da preparação histológica das lâminas. Para o preparo das lâminas, selecionaram-se duas a três pontas de raízes retiradas do etanol 70% e colocadas sobre uma Placa de Petri, em seguida as raízes passaram por três lavagens com água destilada de 5 minutos cada; por uma lavagem com ácido clorídrico (HCl) 1N por 11 minutos e novamente por uma lavagem com água destilada, depois as raízes foram

coradas com Reativo de Schiff por 2 horas. As raízes foram colocadas sobre uma lâmina onde a região meristemática foi separada, logo em seguida adicionou-se sobre os materiais seccionados, uma gota de carmin acético 2% e cobrindo com lamínulas pressionando para que as células ficassem bem dispostas facilitando a visualização ao microscópio. Imediatamente após a confecção, as lâminas foram analisadas ao microscópio ótico, mil células para cada lâmina, totalizando 5 mil células por concentração.

O preparado levado ao microscópio para observação foi fotografado para melhor e mais eficiente leitura.

3 ANÁLISE DE DADOS

A análise mutagênica constou da determinação do índice mitótico (citotoxicidade), da frequência de aberrações cromossômicas (AC) e de micronúcleos (genotoxicidade) em 1000 células por lâmina.

O Índice Mitótico (IM), que corresponde à relação do número de células em divisão e total de células observadas, em porcentagem, analisou a presença de metáfase, anáfase e telófase. Para contagem de AC quantificaram-se as seguintes anormalidades de anáfase-telófase: Ponte, cromossomos retardatários, e quebra cromossômica, sendo todos os registros reunidos em uma só categoria para possibilitar a avaliação das AC como um único “endpoint”.

O teste dos micronúcleos foi realizado comparando o número de micronúcleos dos grupos com diferentes concentrações de gluconato de clorexidina com os do grupo controle.

Para a comparação entre os resultados do grupo controle e das diferentes concentrações das substâncias teste, foi utilizado o teste ANOVA considerando Intervalo de Confiança de 95% e $p < 0,05$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gluconato de clorexidina é amplamente utilizado na saúde bucal como controlador da placa bacteriana e com potencial bactericida e bacteriostático. No entanto, o mesmo princípio ativo capaz de melhorar aspectos específicos da saúde, também pode interagir no organismo, levando à instabilidade genética em virtude de danos agregados ou não no DNA.

O resultado da citotoxicidade e genotoxicidade do gluconato de clorexidina pelo teste *Allium cepa* esta apresentado na Tabela 1. A citotoxicidade, através da inibição da divisão celular, em meristemas de raízes de *Allium cepa*, foi observada, após exposição ao gluconato de clorexidina, mostrada pela inibição do índice mitótico. Na maior concentração, a inibição foi acima de 62%, em relação ao controle negativo. Apesar da maior inibição observada para a concentração de 0,12%, não ocorreu significância entre as concentrações, como se observa em relação ao valor de p na Tabela 1.

Tabela1 – Mutagenicidade do gluconato de clorexidina em de raízes de *Allium cepa*, avaliada através da presença de MN, AC e Índice mitótico no sistema *Allium cepa*

Teresina, 2017

ÍNDICES	TRATAMENTO					P
	Controle negativo	Clorexidina 0,03%	Clorexidina 0,06%	Clorexidina 0,12%	Controle Positivo	
Índice mitótico (%)	6,30±1,90	4,70±1,03	3,20±0,98	2,40±0,76	1,40±0,50	0,3861
Índice de AC (%)	3,10±1,00	2,76±0,99	25,00±0,53	33,33±0,88	50,00±5,01	<0,001***
Índice de frequência de MN (%)	0,3±0,01	0,30±0,04	0,80±0,02	0,90±0,00	2,50±1,98	0,4920

Legenda: MN, micronúcleos; AC, aberrações cromossômicas; p para ANOVA, com Intervalo de Confiança em 95% e significância em $p < 0,05$.

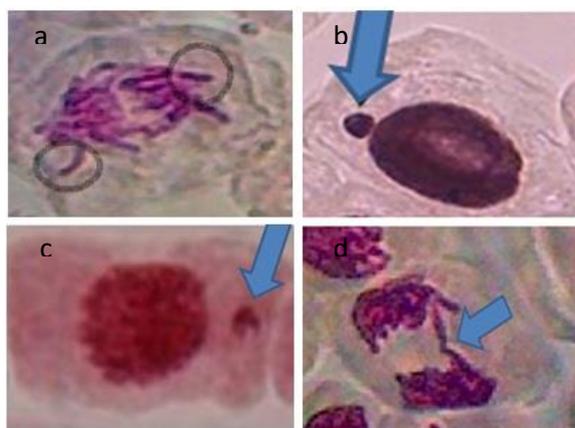
A avaliação da mutagenicidade, obtida pela frequência de micronúcleos no gluconato de clorexidina, exposto a diferentes concentrações. A frequência de micronúcleos não apresentou significância estatística em nenhuma concentração, apesar de ter manifestado variações numéricas (Tabela 1).

Para Salvadori et al., (2008), a presença de micronúcleos, apesar de ser um processo natural e orgânico, podem funcionar como indicadores de mutagenicidade, pois quando há

aumento do número de micronúcleos após exposição a agentes mutagênicos, os mesmos funcionam como marcadores biológicos de danos genéticos.

O perfil fotomicrográfico de micronúcleos e aberrações cromossômicas nas concentrações 0,03%, 0,06% e 0,12% do gluconato de clorexidina exposto ao *Allium cepa* está apresentado na Figura 01.

Figura 1 – Perfil fotomicrográfico de micronúcleos e aberrações cromossômicas



Legenda: b/c – micronúcleo; d-aberração cromossômica

No aspecto das aberrações cromossômicas houve significância do grupo controle negativo em relação ao grupo controle positivo ($p < 0,001$), e também nas concentrações de clorexidina 0,03% ($p < 0,0151$), 0,06% ($p < 0,001$) e 0,12% ($p < 0,001$), como se pode observar na Tabela 1.

Dados esses que, de forma similar, foram encontrados por Silva et al. (2012), o qual identificou danos à mucosa oral de 30 indivíduos que realizaram bochecho com gluconato de clorexidina 0,12%, constatando o aumento do risco de mutagenicidade e genotoxicidade provocada pela substância em estudo.

5 CONCLUSÃO

Em síntese, o presente estudo evidenciou que o gluconato de clorexidina, nas concentrações testadas, pode sim apresentar atividades citotóxicas e mutagênicas, pela

frequência de micronúcleos e de aberrações cromossômicas em meristemas de raízes de *Allium cepa*, devido a efeitos clastogênicos e aneugênicos.

Assim, diante dos resultados apresentados, sugere-se mais cautela para o uso indiscriminado do gluconato de clorexidina, em benefício da saúde pública da população, bem como, para a prevenção de instabilidades genéticas e desenvolvimento do câncer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORAS, L. S.. Uso da clorexidina na Medicina: Revisão de Literatura. 2013. 36 f. Monografia (Especialização em Endodontia)- Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2013.

DANTAS, S.M.M.M. et al. Mutagenicidade do gluconato de clorexidina em células esfoliadas da mucosa oral. In: 56º Congresso Brasileiro de Genética, 2010, Guarujá. **Anais eletrônicos**. Guarujá: Sociedade Brasileira de Genética, 2010. Disponível em :<<http://web2.sbg.org.br/congress/sbg2008/pdfs2010/MU059-33022.pdf>>. Acesso em : 27out.2015.

DIETZ, J. et al. Pesquisa de micronúcleos na mucosa esofágica e sua relação com fatores de risco ao câncer de esôfago. **RevAssMed Brasil**, v. 46(3), p. 207-211, 2000.

FENECH, M.; The *in vitro* micronucleus technique. **Mutation Research**, v.455, p.81-95,2000.

FISKESJÖ, G. The *Allium* test: a standard in environmental monitoring. **Hereditas**, v.102, p.99-112, 1985.

FREYRE, S., ESTRADA, M., BOLAÑOS, H. Estudio preliminar de lácitotoxicidad y lagenotoxicidad de unextracto de origen vegetal conocido como palmo rosado en células meristemáticas de *Allium cepa*. **Revista Memorias**, v.5(12), p.12-17, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DO CANCER. **Estimativa da incidência e mortalidade por câncer no Brasil**. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br/estimativa2014/>>. Acesso em: 26. out.2015.

LABBATE, R.; LEHN, C. N.; DENARDIN, O. V. P. Efeito da clorexidina na mucosite induzida por radioterapia em câncer de cabeça e pescoço. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, v. 69(3), p. 349-54.2003.

LONGHIN, S. R. Estudo da degradação dos antibióticos beta-lactâmicos amoxicilina e ampicilina e avaliação da toxicidade e biodegradabilidade dos seus produtos. Tese (Doutorado em Química) -Universidade de Brasília, 2008.

MEDEIROS, R. M. T. et al .Teratogenicityof Mimosa tenuiflora seedstopregnantrats. **Toxicons**, v. 51,p.316-319, 2007.

MUÑOZ-SOLARTE, D. M.; GUERRERO-PEPINOSA, N.. Allium test para evaluar el efecto citotóxico y genotóxico de extractosnaturalesen células meristemáticas de *Allium cepa*. **Memorias**, v. 11(19), p. 83-86, 2013.

SALVADORI, D. M. F. et al. Effect of beta-carotene on clastogenic effects of mitomycin C, methyl methanesulfonate and bleomycin in CHO cells.**Mutagenesis**. London, v. 9, n. 1, p. 53-57, jan. 2008.

SILVA, T. C..et al. **Efeitos genotóxicos do gluconato de clorexidina a 0,12% em epitélio de mucosa oral**. Iniciação científica-UFPI, 2012, Teresina. Disponível em: <<http://www.ufpi.br/21sic/Documentos/RESUMOS/Modalidade/Vida/Thaise%20Cardoso.pdf>> . Acessoem : 27out.2015.

TEDESCO, S. B.; LAUGHINGHOUSE IV, H. D. (2012).**Bioindicator of Genotoxicity: The Allium cepa Test, Environmental Contamination,Dr. Jatin Srivastava**. Disponível em: <http://cdn.intechopen.com/pdfs/29315/InTechBioindicator_of_genotoxicity_the_allium_cep_a_test.pdf> .Acesso em: 26.out. 2015.

Análise comparativa dos comportamentos do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) em cativeiro: Uma proposta de enriquecimento ambiental

Esther Lopes Ricci

Adriele Eunice da Silva Queiroz

Larissa Leite Bueno

Maria Marta Bernardi

Helenice de Souza Spinoza

Maria Aparecida Nicoletti

Juliana Weckx Peña Muñoz

André Rinaldi Fukushima

Registro DOI: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol12ed2.449>

Resumo

Conhecido como a savana brasileira, o Cerrado é considerado o mais rico do mundo em biodiversidade, por não possuir uma fisionomia única e uniforme. Este bioma apresenta extrema abundância de espécies nativas, contudo inúmeras espécies de plantas e animais correm risco de extinção, como no caso do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), maior canídeo da América do Sul. Segundo a The IUCN Red List, o lobo-guará está classificado como quase ameaçada (*Near Threatened*), tendo como principais ameaças a fragmentação de seu habitat natural, atropelamentos, perda de variabilidade genética e introdução de espécies exóticas no seu habitat. A espécie fica alarmada à aproximação humana apresentando reações típicas de animal territorialista. Para que não entre em extinção, é necessário ampliar o conhecimento sobre o lobo-guará, permitindo sua preservação na natureza e manutenção em cativeiro, visando o bem-estar desse animal. O enriquecimento ambiental é uma das soluções para combater o *stress* de animais em cativeiro, assegurando um ambiente que lhes proporcionem tranquilidade e segurança. Este trabalho teve o objetivo de analisar os comportamentos da espécie *Chrysocyon brachyurus* em parques zoológicos, considerando seus recintos com o intuito de uma proposta de enriquecimento ambiental. Foram realizadas observações em quatro zoológicos da região do Estado de São Paulo com ênfase na relação entre comportamento e recinto. Foram observados dez lobos, havendo diferenças nas frequências comportamentais com comportamentos territorialistas em taxas mais altas. Os dados foram analisados e comparados segundo a literatura. Para o tratamento dos dados, foi utilizada estatística descritiva como média, desvio padrão, erro padrão e coeficiente de variação. Para mostrar o efeito que o recinto exerce sobre o comportamento dos animais, foi utilizado o tamanho de efeito do Cohen's (*effect size*, *Cohen's D*). A partir dos dados analisados, é possível observar que os recintos podem afetar alguns comportamentos dos lobos-guará. Logo, esse trabalho sugeriu um recinto adequado para os lobos, possuindo características de enriquecimento social, alimentar, cognitivo, físico,

sensorial, além da fundação estrutural. De forma que garanta a preservação e o bem-estar da espécie.

Palavras-chave: Lobo-guará. Enriquecimento ambiental. Comportamento. Zoológico. Recinto.

Comparative analysis of maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) behaviors in captivity: A proposal for environmental improvement

Abstract

The Brazilian savanna is considered the world's richest in biodiversity for not having an only and uniform physiognomy. This biome presents extreme fullness endemic species, but many species of plants and animals are in danger of extinction, as in the case of the maned wolf *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1815), the biggest canid of South America. According to The IUCN Red List, the maned wolf is classified as Near Threatened, having threats such as habitat fragmentation, trampling, loss of genetic variability and introduction of exotic species in its natural habitat. The species become alarmed at the human approach presenting typical reactions of territorialism animal. To avoid extinction, it's necessary more knowledge about the maned wolf, enabling the preservation in nature and maintenance in captivity aiming the welfare of this animal, being the environmental enrichment solution to combat stress, assuring an environment of tranquility and safety. This study had the purpose of analyzing the behaviors of *Chrysocyon brachyurus* in zoos considering its enclosure with the intention of environmental enrichment propose. The observations were made at four zoos of the region of state of São Paulo with emphasis on the relation between behavior and enclosure. Ten maned wolves were observed, having differences in behavior frequencies with territorialism behaviors in high rate. The data was analyzed and compared according to the literature. From the analyzed data is possible to verify that the enclosure could affect the behaviors of maned wolves. Therefore, this work suggested a suitable enclosure for the wolves, possessing characteristics of social, food, cognitive, physical and sensorial enrichment, besides the structural foundation. In a way that guarantees the preservation and well-being of the species.

Key-words: Maned wolf. Environmental enrichment. Behavior. Zoo. Enclosure.

Recebido em 23/05/2019 Aceito em 20/06/2019

1 INTRODUÇÃO

O lobo-guará é o maior canídeo nativo da América do Sul, medindo cerca de 147cm de comprimento, sendo 45cm apenas de cauda, e pesando por volta de 23kg (DIETZ, 1984). Diferentemente dos outros canídeos, o lobo-guará (Figura 1) possui patas longas e finas, pelagem laranja-avermelhada com uma crina negra no dorso, assim como seu focinho, patas

dianteiras e a porção inferior das patas traseiras, apresenta também orelhas grandes com pelagem interna branca (BIASI, 2014).



Figura 1. Lobo-guará em cativeiro. Fonte: fotografado pelas autoras

Além do Cerrado, o lobo-guará habita as campinas e trechos do Pantanal, com distribuição original que abrange o nordeste do Brasil, exceto a caatinga e áreas costeiras, o norte da Argentina, Paraguai, leste da Bolívia e oeste dos Pampas *del Chaco* no Peru, uma área de aproximadamente 5 milhões de km² (RODDEN, RODRIGUES, BESTELMEYER, 2004), como é possível observar na figura 2.



Figura 2. Distribuição da espécie *Chrysocyon brachyurus* na América do Sul. Fonte: IUCN, 2018.

São animais onívoros e oportunistas, mudando sua dieta de acordo com a disponibilidade de alimento. A partir da análise das fezes realizadas no trabalho feito por Dietz

(1984), observou-se que o lobo pode alimentar-se de ovos de aves, pequenos mamíferos, répteis, artrópodes, gastrópodes e frutos como a lobeira (*Solanum lycocarpum*), fruta produzida durante o ano todo na região do cerrado. Ainda segundo o autor, a presença de restos de mamíferos de grande porte nas fezes, como o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), não comprova que os lobos-guará tenham predado estes, já que eles também se alimentam de animais mortos (Quadro 1). Por consumir grandes quantidades dos frutos lobeiras, o lobo é capaz de eliminá-las intactas nas fezes, por isso é considerado um importante dispersor de sementes (Quadro 2) (RODRIGUES, 2002).

Quadro 1. Matéria animal identificada em 740 parcelas de esterco do lobo-guará

Itens Alimentícios	N*	Proporção de Ocorrência**
Pequenos mamíferos	524	0,255
Ossos e penas (aves)	230	0,112
Tatus	63	0,031
Insetos	43	0,021
Besouros	31	0,015
Gafanhotos	28	0,014
Coelhos	23	0,011
Formigas	10	0,005
Galinhas	10	0,005
Casca de ovos (aves)	7	0,003
Cobras	6	0,003
Tamanduá-Bandeira	6	0,003
Pelos de Lobo-Guará	5	0,002
Peixes	3	0,002
Abelhas/Vespas	2	0,001
Tamanduá-Mirim	2	0,001
Pacas	1	0,001

Carrapatos	1	0,001
Aranhas	1	0,001
Cupins	1	0,001
Não Identificado	7	0,003
Total	997	0,491

*Itens encontrados nas 740 parcelas de esterco examinados.

**Expresso em função do total de ocorrências de todos os itens (2056) em todos os esterco examinados.

Fonte: Dietz, 1984.

Segundo Bento (2013) a área de vida de um lobo-guará varia de 70 m² a 137.160.000 m², essa variação se dá pela disponibilidade de alimento, o autor relata ainda que existe sobreposição dos territórios dos machos e das fêmeas o que aumenta possibilidade de encontros reprodutivos.

Quadro 2. Matéria vegetal identificada em 740 parcelas de esterco do lobo-guará.

Itens Alimentícios	N	Proporção de Ocorrência*
Lobeira	670	0,326
Gramma	228	0,111
Gravatá	44	0,021
Coquinho	25	0,012
Casaco	16	0,008
Melancia do Campo	12	0,006
Goiaba	10	0,006
Guanandi	6	0,003
Graviola	6	0,003
Gabiroba	5	0,002
Milho	5	0,002
Araçá	4	0,002
Aperta-mão	3	0,002
Limãozinho	2	0,001

Amourici	2	0,001
Amora	2	0,001
Cega olho	1	0,001
Pitanga	1	0,001
Araçá Grande	1	0,001
Graviola Grande	1	0,001
Não Identificado	20	0,010
Total	1044	0,510

*Itens encontrados nas 740 parcelas de esterco examinados.

**Expresso em função do total de ocorrências de todos os itens (2056) em todos os esterco examinados.

Fonte: Dietz, 1984.

Rodden, Rodrigues e Bestelmeyer (2004), afirmam que os lobos-guará atingem a maturidade sexual por volta de um ano de vida, mas foi observado que geralmente não se reproduzem até o segundo ano. A temporada de reprodução ocorre de abril a junho, com duração de aproximadamente 5 dias, período em que a fêmea permanece em estro. Durante a semana anterior ao estro, a frequência de vocalizações e marcação de território com fezes e urina aumentam, porém, o macho faz suas marcações por cima das marcações da fêmea, para esconder o odor evitando assim aproximação e competição com outros machos. Também se iniciam os momentos de corte, caracterizado por abordagens frequentes, investigação anogenital mútua e interações lúdicas (RODDEN, RODRIGUES, BESTELMEYER, 2004).

A gestação dura por volta de 65 dias, ocorrendo nos meses de junho a setembro, podendo gerar de 1 a 3 filhotes. As tocas que abrigam os filhotes são feitas acima do solo, a partir de copas de arbustos, fendas em rochas, ravinas e em áreas pantanosas, de grama alta. Segundo Rodden, Rodrigues, Bestelmeyer (2004), um dos aspectos desconhecidos do comportamento do lobo-guará é o papel que o macho desempenha na criação de filhotes, pois os estudos em relação ao cuidado paterno são escassos e contraditórios.

A maior parte dos estudos referente à comportamentos reprodutivos são feitos a partir de observações realizadas em cativeiro devido a ineficiência de dados sobre reprodução em vida livre visto que, segundo Paula et al. (2012), a alteração de seu habitat vem ocasionando uma drástica redução de ambientes ideais para que encontros reprodutivos ocorram, dificultando a manutenção desta população.

Segundo a The IUCN Red List (2015) o lobo-guará está classificado como *Near Threatened* (quase ameaçada), tendo, no Brasil, população estimada em 21.746 espécimes (PAULA et al., 2012). As principais ameaças enfrentadas pela espécie estão associadas à fragmentação de seu habitat natural, atropelamentos, perda de variabilidade genética e introdução de espécies exóticas no seu habitat (FERNANDES, 2016). Apesar das ações humanas relacionadas ao Lobo-Guará ocorrerem de forma indireta, não são raras as vezes que o homem age diretamente contra a espécie por retaliação, visto que o animal pode, algumas vezes, predar animais domésticos tais como galinhas (DIETZ, 1984).

Os lobos-guará são animais de hábito noturno, podendo ter atividades crepusculares, são solitários com comportamento introvertido e se relacionando apenas durante o período de reprodução (SOUSA, 2000). De acordo com Fernandes (2016), o lobo-guará possui alguns comportamentos em vida livre que aqui foram organizados em 5 categorias: forrageando, atividade, territorialidade e defesa, reflexos e auto-manutenção. Cada uma é dividida, de acordo com sua especificidade.

As categorias forrageando e reflexo estão relacionadas com a alimentação do animal. Sendo na primeira inseridos os seguintes comportamentos: forragear, comer, esconder, lambe e cheirar o alimento, e deixa-lo cair. E na categoria reflexo, observa-se engasgo e regurgito. E a automanutenção que está relacionada ao ato de limpeza do animal, a partir de lambidas pelo próprio corpo (FERNANDES, 2016).

Na atividade são observadas as posições em que o animal se encontra como andar e correr. Quanto ao comportamento de territorialidade e defesa, observa-se vocalização, alerta, farejamento, demarcação, agonismo e inatividade (FERNANDES, 2016).

Segundo Dietz (1984), a espécie é arredia e busca abrigo em arbustos ou deita-se na folhagem diante da presença humana. Se a aproximação humana persiste, próximo dos 2 a 3 metros, o lobo-guará apresenta reações típicas de animal territorialista como defecação, urinação e vocalização, além do comportamento de alerta como olhar fixo em um ponto e movimentação das orelhas.

A interação homem-lobo tem modificado a vida dos animais, alterando características da sua ecologia, fisiologia e comportamento. Para que essa espécie não entre em extinção, é necessário ampliar o conhecimento sobre o lobo-guará, permitindo sua preservação na natureza e manutenção em cativeiro, visando o bem-estar desse animal (FIGUEIRA, 2014).

Para o Conselho do Bem-Estar de Animais de Produção do Reino Unido (*Farm Animal Welfare Council – FAWAC*) e a Comissão de Ética de Bem-estar animal do Brasil, todo animal em cativeiro deve ser: livre de fome e sede; livre de desconforto; livre de dor, ferimentos e doenças; livre para expressar comportamento natural; livre de medos e angústias (SILVA; MACÊDO, 2013).

Porém, mesmo com acesso aos itens citados acima, animais em cativeiro, como o lobo-guará, podem apresentar alterações comportamentais e cabe aos profissionais da instituição, compreender a causa dessas mudanças de comportamento e proporcionar soluções para garantir melhorias na qualidade de vida do animal (NOLASCO; PAGLIA, 2014).

Segundo Portella (2000), o enriquecimento ambiental é a solução proporcionada por jardins zoológicos, para combater o *stress*, comportamentos estereotipados, letargidade e psicose dos animais, causado pela falta de estímulos consequentes da vida em cativeiro. Esta prática consiste em um conjunto de alterações e especificações no nicho ecológico dos indivíduos que buscam assemelhar a vida livre com o cativeiro desse animal. De acordo com Bloomsmith, Brent e Schapiro (1991), o enriquecimento pode ser dividido em cinco grupos: alimentar, cognitivo/ocupacional, físico, sensorial e social.

O enriquecimento alimentar procura alterar a alimentação do animal, fornecendo novos alimentos ou de novas formas de disponibiliza-lo, podendo ser escondido em objetos ou espalhado pelo recinto com a finalidade de instigar o animal a procura-lo e não esperar que o alimento seja fornecido para ele. Enquanto que o enriquecimento físico modifica o recinto em si, proporcionando espaço adequado para a mobilidade do animal, conjuntamente com objetos que torne sua estadia menos estressante, como abrigo e acessórios para que o animal se exercite (BROOM; FRASER, 2007).

O enriquecimento cognitivo tem como objetivo estimular o animal a partir da introdução de desafios para o animal manusear e explorar, podendo receber uma recompensa, geralmente alimentar, após resolver o desafio. Para Brent e Eichberg (1991), esse tipo de enriquecimento leva à diminuição de comportamentos agonísticos. Já o enriquecimento sensorial tem a função de estimular os sentidos do animal por meio da introdução de novos odores, sons, texturas ou imagens, aumentando seu comportamento exploratório (YOUNG, 2003).

Ainda segundo Young (2003), o enriquecimento social, promove o contato entre indivíduos da mesma espécie ou de espécies diferentes, sendo que estas devem compartilhar

habitats semelhantes, e não pode haver relação de predação. Esses indivíduos são enriquecidos compartilhando o mesmo espaço ou estando em recintos próximos. Por meio desse contato, é possível reproduzir encontros casuais de machos e fêmeas, como o que aconteceria em vida livre.

É necessário salientar que os lobos-guará estão caminhando para a extinção, sinalizando que esforços de conservação são necessários e os parques zoológicos desempenham um papel fundamental na manutenção de populações (COELHO; AZEVEDO; YOUNG, 2011). Segundo o plano de manejo para a sobrevivência do Lobo-Guará (*Maned Wolf Species Survival Plan – MWSSP*, 1984), é necessário manter uma população cativa auto-sustentável viável, melhorar a saúde e bem-estar dos indivíduos que vivem em zoológicos e promover a conservação desta espécie através da educação e iniciativas de conservação de campo. Algumas instituições têm participado ou fornecido suporte financeiro para gerenciamento de estudos de nutrição, gestão médica, comportamento e biologia reprodutiva, proporcionando condições melhores para a vida dessa espécie (*Maned Wolf Species Survival Plan – MWSSP*, 1984).

Portanto, para que seja possível manter lobos-guará em cativeiro para fins de conservação, pesquisa e ensino, é necessário que seja assegurado um ambiente que lhes proporcionem tranquilidade e segurança, a partir de técnicas de enriquecimento, viabilizando meios de promover a perpetuação da espécie.

Esse trabalho objetivou analisar os comportamentos da espécie *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) em parques zoológicos, considerando seus recintos com o intuito de uma proposta de enriquecimento ambiental, analisando os comportamentos da espécie *Chrysocyon brachyurus* em cativeiro e comparar com animais de vida livre, segundo a literature, relacionando as características dos recintos com os comportamentos observados no lobo-guará e propondo um recinto novo com mudanças estruturais e técnicas de enriquecimento ambiental a partir do observado nos recintos dos zoológicos analisados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As observações do lobo-guará foram realizadas em quatro parques zoológicos na região do Estado de São Paulo durante os meses de junho e julho de 2018, no período das 11 horas da manhã até às 17 horas da tarde, horário em que fecham os zoológicos. Cada recinto foi

observado por um dia, durante 6 horas seguidas, totalizando trinta horas de observações. Durante as sessões de observações procurou-se não haver interação dos animais com as pesquisadoras.

Os comportamentos foram registrados por meio de imagens gravadas com câmeras e a latência de cada comportamento foi cronometrada e marcada em segundos. Foram realizados registros no etograma adaptado de Fernandes (2016) apresentado na tabela 1. Também foram anotados os momentos em que o lobo não estava visível, ou seja, quando permanecia fora do campo de visão das pesquisadoras. Os recintos foram representados por meio de desenhos posteriormente digitalizados com auxílio do aplicativo *Deep Art Effects* v 1.2.7.

Os dados foram organizados, por tempo ou frequência e categoria comportamental e diferentes zoológicos sendo tabelados seguindo os mesmos critérios. Para apreciação da diferença entre os parâmetros comportamentais observados, foi utilizado o teste de tamanho de efeito, utilizando o parâmetro D de Cohen para calcular o tamanho do efeito do recinto sobre o comportamento, o cálculo deste teste foi realizado pelo programa *G*Power* v 3.1.9.3. De acordo com Cohen, o valor do tamanho de efeito (*effect size*) será considerado: Pequeno quando estiver entre 0,2 e 0,5 ($0,2 \leq d < 0,5$); Médio quando estiver entre 0,5 e 0,8 ($0,5 \leq d < 0,8$); Grande quando for maior ou igual a 0,8 ($d \geq 0,8$). Os gráficos foram feitos a partir do programa *Microsoft Excel*. E foram analisados de acordo com a literatura.

Tabela 1. Etograma do lobo-guará.

Categoria Comportamental	Comportamento	Abreviação	Descrição
Atividade	Andando	AND	Mudando de posição: andando
	Correndo	COR	Mudando de posição: correndo ou trotando
Territorialidade e Defesa	Alerta	AL	Olhar fixo em um ponto; movimentação das orelhas; interrupção da atividade anterior
	Vocalizando	VOC	Aule; ronado; latido

	Farejando	FAR	Reconhecer objeto/local
	Demarcando	DEM	Urinar; defecar, esfregar-se
	Inativo	IN	Sem movimentação
	Agonismo	AG	Piloereção; dorso e cauda arqueado
	Fingindo caçar	FC	Olhar e investigar olfativamente, sem presença de alimento
FORAGEIO	FORAGEIO	FRG	Cavar buracos; Mastigar vegetação
COMPORTAMENTO PARENTAL	COMPORTAMENTO PARENTAL	COP	Limpeza e proteção do filhote
AUTO-MANUTENÇÃO	LIMPANDO-SE	LIM	Friccionar patas; lamber-se
SOCIABILIDADE	BRINCANDO	BRI	Interação entre dois indivíduos
	CHEIRANDO	CHE	Dois indivíduos cheirando em reconhecimento

Fonte: Adaptado de FERNANDES (2016).

3 RESULTADOS

As observações foram realizadas em quatro zoológicos na região do Estado de São Paulo, sendo estes nomeados Zoológico 1, 2, 3 e 4. O estudo foi realizado com dez lobos-guará, sendo quatro no Zoológico 1, um no Zoológico 2, três no Zoológico 3 e dois no Zoológico 4.

Os recintos observados apresentam diferenças em tamanho, tipo de vegetação, configuração do espaço, tipos de abrigo e presença de água.

Foram observados nos animais catorze comportamentos como: demarcação, vocalização, fingir caçar, forragear, comer, andar, alerta, inativo, limpar-se, correr, comportamento parental, brincar e não visível.

Zoológico 1 – Observação realizada no dia 05.07.2018

O zoológico 1 está localizado em um fragmento de Mata Atlântica e possui quatro espécimes de lobo-guará, sendo um casal de adultos e um casal de jovens nascidos dentro do zoológico, nomeados de Lobos 1, 2, 3 e 4, sendo Lobos 1 e 2 os machos e Lobos 3 e 4 as fêmeas.

As observações realizadas neste zoológico foram divididas em duas partes, pois os lobos-guará estavam separados por sexo em recintos diferentes.

Descrição do recinto dos machos: Configuração trapezoide, com um ponto de visualização abaixo do nível do recinto que está caracterizado em duas porções, uma superior na qual o animal tem uma visão panorâmica dos visitantes e uma inferior na qual o lobo-guará encontra-se no mesmo nível que o visitante. A zona de recuo encontrava-se na porção superior do recinto, cercada por bambus e árvores de grande porte. O substrato era recoberto por vegetação rasteira com uma demarcação de caminho, vegetações arbustivas com folhas largas e compridas, uma rocha de grande porte, um abrigo na porção lateral direita e um lago artificial (Figura 3).



Figura 3. Representação visual do recinto dos lobos machos do Zoológico 1. A, zona de recuo; B, lago artificial; C, abrigo. Fonte: Elaborado por Larissa Leite

Foram contabilizados os seguintes comportamentos: 5 demarcações de território com fricções na vegetação e urinação; 3 forrageio com mastigação de grama e o ato de cavar buracos; 2 momentos de alimentação com carne crua e ratos, nos seguintes horários: meio-dia e quinze horas e sete minutos; momentos de caminhadas pelo recinto; 2 horas e 5 minutos não visível; 1 comportamento de brincar (Figuras 4 e 5).

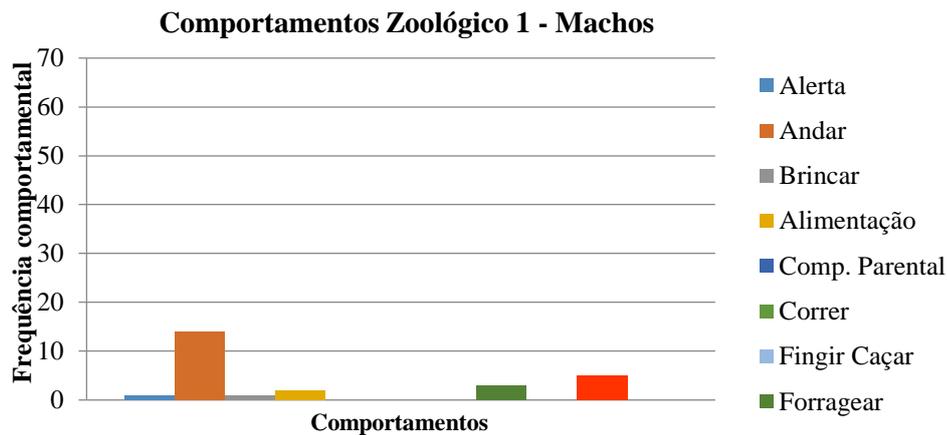


Figura 4. Gráfico da frequência comportamental dos lobos machos do Zoológico 1.

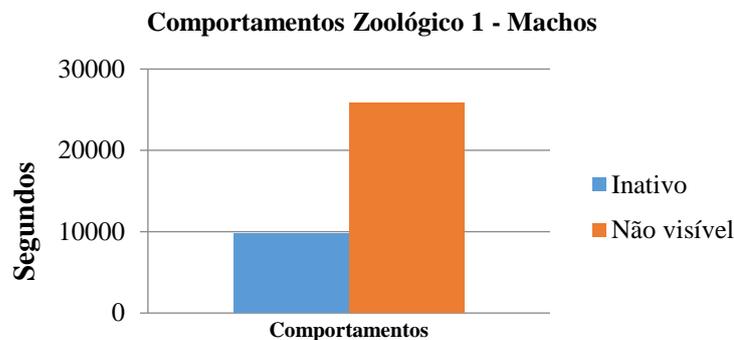


Figura 5. Gráfico dos comportamentos marcados em segundos dos lobos machos do Zoológico 1.

Descrição do recinto das fêmeas: Configuração trapezoide, com um ponto de visualização na mesma altura dos observadores, o recinto era cercado por grades e vegetação densa, exceto no ponto de visualização, no qual pequenas plantas ornamentais cercavam a porção inferior da grade de proteção. A zona de recuo encontrava-se na lateral do recinto. E o substrato era recoberto por terra, arbustos de médio porte, árvores de grande porte e copas com pouco diâmetro, além de uma piscina branca sem água. No fundo do recinto havia uma área com vegetação mais densa árvores de grande e médio porte e bambus (Figura 6).



Figura 6. Representação visual do recinto dos lobos fêmeas do Zoológico 1. A, zona de recuo; B, piscina. Fonte: Elaborado por Larissa Leite.

Foram observados os seguintes comportamentos da Lobo 3: 2 momentos forrageio com mastigação de plantas; 1 momento de alimentação com carne crua e ratos, além de uma isca jogada pela tratadora; 2 momentos de limpeza; 1 momento de demarcação; 6 momentos de caminhada; 4 horas e 55 minutos de inatividade; 4 momentos de alerta com elevação das orelhas e olhar fixo em direção aos recintos do lado, recinto do Emu e atração dos dinossauros. Lobo 4 se manteve não visível durante todo período de observação (Figuras 7 e 8).

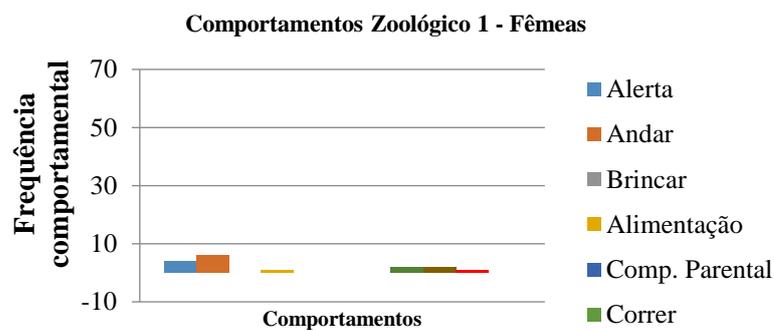


Figura 7. Gráfico da frequência comportamental dos lobos fêmeas do Zoológico 1.

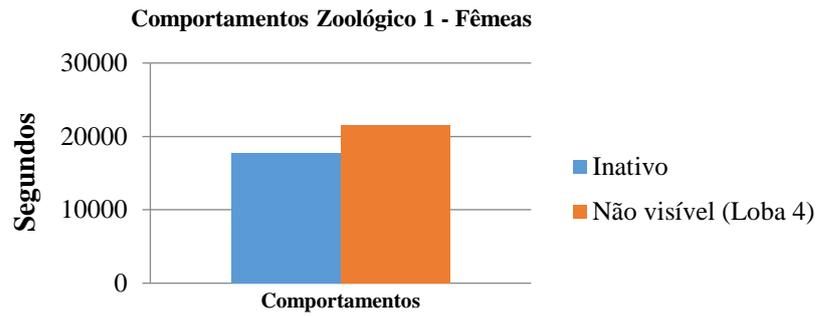


Figura 8. Gráfico dos comportamentos marcados em segundos dos lobos fêmeas do Zoológico 1.

Zoológico 2 - Observação feita no dia 18.07.2018

O zoológico 2 está localizado em parque de acesso gratuito ao público em um bairro residencial e inclui um único exemplar de lobo-guará, nomeado de Lobo 5.

Descrição do recinto: configuração trapezoide com grade em dois lados do recinto e os outros dois lados com muro, permitindo visualização do lobo-guará apenas quando de frente para o recinto. A zona de recuo encontra-se no fundo do recinto, junto do abrigo, ambos recobertos por bastante vegetação. O solo do recinto apresentava relevo pouco irregular com vegetação rasteira e arbustiva, bambus e árvores de grande porte com copa escassa e palmeiras. (Figura 9).



Figura 9. Representação visual do recinto dos lobos fêmeas do Zoológico 2. A, zona de recuo; B, abrigo. Fonte: Elaborado por Larissa Leite.

Os comportamentos observados foram: 13 demarcações de território; 2 vocalizações; 8 momentos de forrageio com mastigação; 1 momento de alimentação às treze horas e quinze minutos; 10 momentos de caminhada; 4 minutos inativo; 1 momento de limpeza e 3 horas e 27 minutos não visível (Figura 10 e 11).

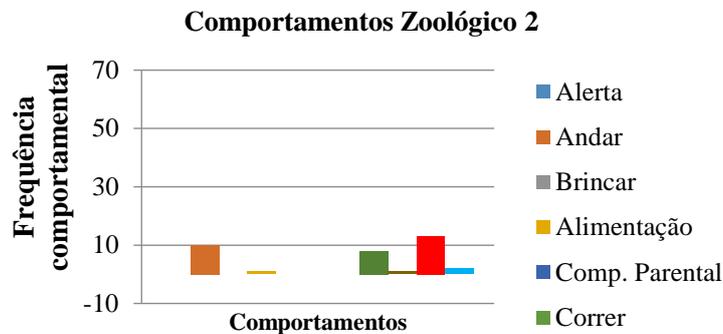


Figura 10. Gráfico da frequência comportamental dos lobos do Zoológico 2.

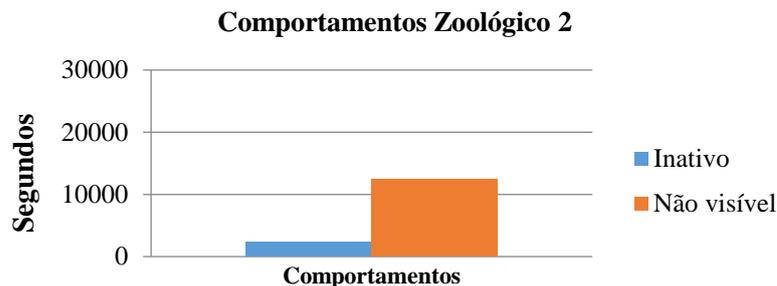


Figura 11. Gráfico dos comportamentos marcados em segundos dos lobos do Zoológico 2.

Zoológico 3 - Observação feita no dia 23.06.2018

O zoológico 3 está localizado em um fragmento de Mata Atlântica, apresenta três espécimes de lobo-guará machos, nomeados de Lobos 6, 7 e 8.

Descrição do recinto: Configuração retangular, com dois pontos de visualização, sendo um com uma visão superior do recinto e outro, uma visão lateral. Os outros dois lados eram fechados por muros de tijolos e a zona de recuo localizada no fundo do recinto. O substrato era composto em sua maioria por terra vermelha com demarcações de caminhos, alguns pontos com vegetação rasteira, uma árvore de pequeno porte e sem folhagem, alguns troncos no chão

e um pequeno lago artificial. O recinto ainda possuía uma elevação em direção à zona de recuo (Figura 12).



Figura 12. Representação visual do recinto dos lobos do Zoológico 3. A, zona de recuo; B, lago artificial. Elaborada por Larissa Leite.

No início das observações somente o Lobo 6 e o Lobo 7 estavam visíveis e ambos apresentavam comportamento inativo, mesmo quando um funcionário estava limpando a parte interna do recinto.

Foram contabilizados os seguintes comportamentos: 11 demarcações com fricções nos troncos presentes no recinto; 1 alimentação às dezesseis horas; 15 momentos de caminhadas com locomoção repetitiva pelo caminho demarcado e deslocamentos até a zona de recuo; 11 momentos de alerta; 3 horas e 59 minutos de inatividade; 4 momentos de limpeza; 1 interação caracterizada como brincadeira (Figura 13 e 14).

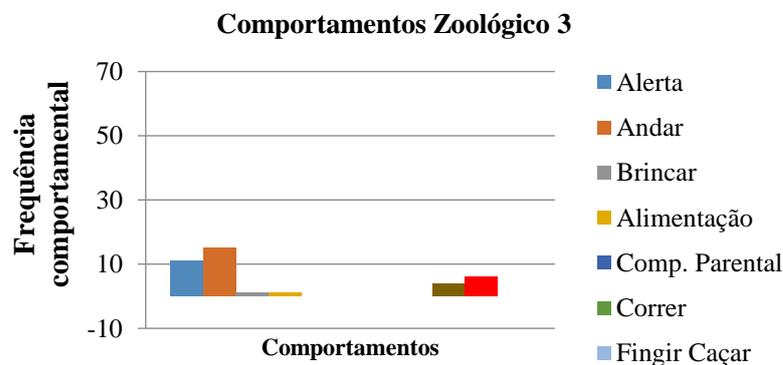


Figura 13. Gráfico da frequência comportamental dos lobos do Zoológico 3.

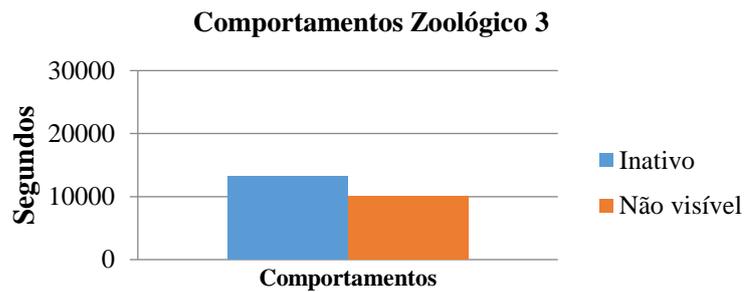


Figura 14. Gráfico dos comportamentos marcados em segundos dos lobos do Zoológico 3.

Zoológico 4 – Observação feita no dia 30.06.2018

O zoológico 4 está localizado em uma reserva municipal e apresenta um casal de adultos e dois filhotes, nascidos no mês de setembro de 2017 e junho de 2018. Os espécimes foram nomeados como Lobos 9, 10 para o casal de adultos, e 11 e 12 para os dois filhotes.

Descrição do Recinto: Configuração retangular de 1.100m², com apenas um ponto de visualização fechado por vidros, sendo que os animais se encontravam abaixo do ponto de vista do observador, e tendo os outros lados cercados por uma densa vegetação arbórea e arbustiva. O substrato estava recoberto por gramíneas, árvores de grande porte, troncos no chão, arbustos e partes sinteticamente elevadas, demarcadas por ripas de madeira, próximos da parede de vidro. Além de ter uma zona de recuo, localizada na lateral direita do recinto, haviam dois abrigos de madeira e um lago artificial (Figura 15).



Figura 15. Representação visual do recinto dos lobos do Zoológico 4. A, zona de recuo; B, lago artificial; C, abrigos. Fonte: Elaborada por Larissa Leite.

Durante as observações apenas os comportamentos do casal de lobos-guará adultos foram contabilizados para o estudo e estes podem ser vistos no gráfico...

Os comportamentos observados foram: 20 demarcações com fricção sobre troncos e arbustos, e urinação em árvores e nos abrigos, 3 momentos de vocalização, 6 momentos de forrageio tais como, o ato de cavar buracos e mastigar grama; 60 momentos de caminhada pelo recinto; houve constante comportamento de alerta, como movimento das orelhas, piloereção e olhar fixo; outro comportamento constante foi a inatividade por parte da fêmea que passou 4 horas e 10 minutos deitada junto do filhote, e o macho teve 2 horas e 53 minutos de inatividade; 4 momentos de limpeza; 2 momentos em que o macho correu, sendo em um deles com investida; constante comportamento parental, exceto em momentos de forrageio. Não houveram momentos de alimentação durante as horas de observação (Figuras 16 e 17).

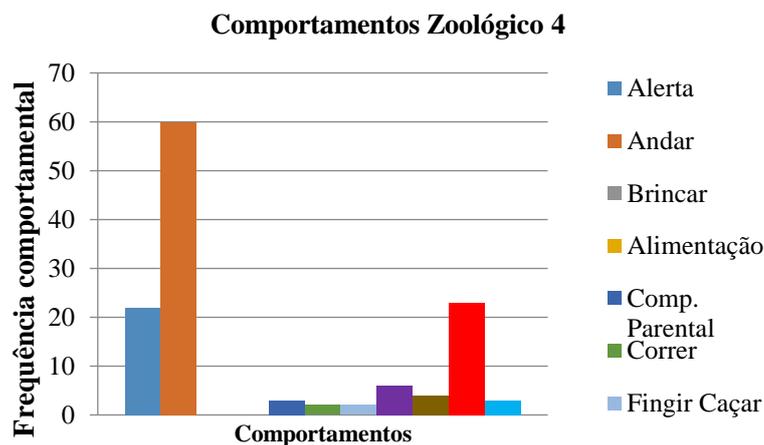


Figura 16. Gráfico da frequência comportamental dos lobos do Zoológico 4.

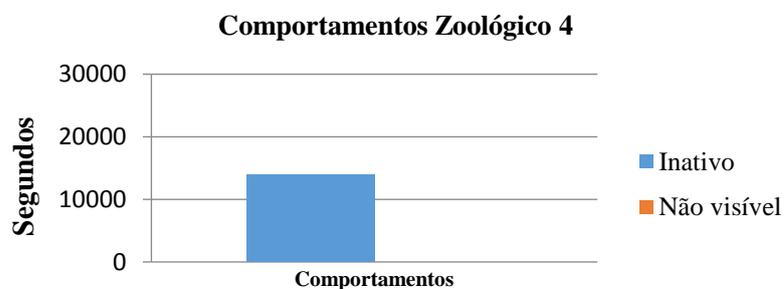


Figura 17. Gráfico dos comportamentos marcados em segundos dos lobos do Zoológico 4.

Os comportamentos presentes em todos os recintos foram comparados para facilitar a compreensão dos dados entre os mesmos (Figuras 18 e 19), além do teste de tamanho de efeito do D de Cohen que analisou o efeito do recinto sobre cada comportamento (Quadro 3). Esse quadro foi apresentado na forma de um *Heat map* (ou mapas de calor), que são relatórios que fornecem indicadores qualitativos das correlacionando os efeitos a uma cor, variando a cor, mostra a variação de efeito. O *Heat map* foi a forma mais clara de apresentar os resultados obtidos. Para montar esse *Heat map* foram realizados os cálculos e os parâmetros utilizados para verificar o tamanho do efeito foram os valores abaixo.

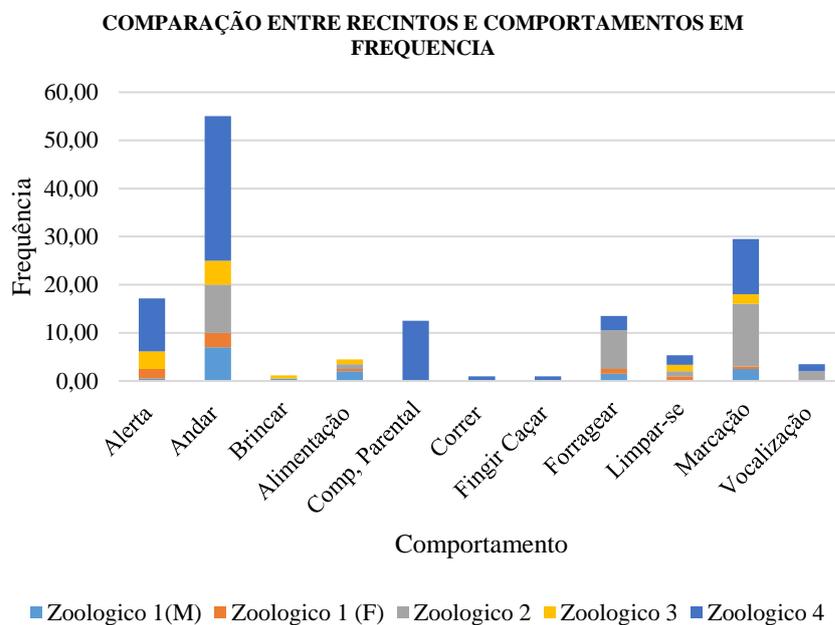


Figura 18. Gráficos de comparação entre os recintos e comportamentos de todos os zoológicos por frequência.

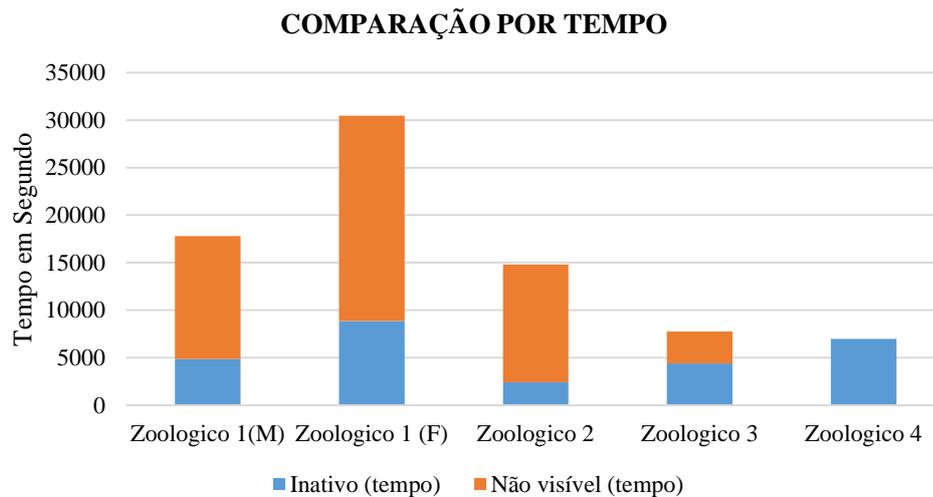


Figura 19. Gráfico de comparação entre os recintos e comportamentos de todos os zoológicos por tempo.

Quadro 3. Resultados da análise do efeito do recinto sobre os comportamentos.

Clusters de Effect Size					
Cohen'D					
Parâmetro	Zoologico1 (M)	Zoologico1 (F)	Zoologico 2	Zoologico3	Zoologico4
Alerta	Médio Efeito	Médio Efeito	Médio Efeito	Médio Efeito	Médio Efeito
Andar	Baixo Efeito	Baixo Efeito	Baixo Efeito	Baixo Efeito	Baixo Efeito
Brincar	Médio Efeito	Baixo Efeito	Baixo Efeito	Médio Efeito	Médio Efeito
Alimentação	Médio Efeito	Médio Efeito	Baixo Efeito	Médio Efeito	Médio Efeito
Correr	Médio Efeito	Médio Efeito	Médio Efeito	Médio Efeito	Médio Efeito
Fingir Caçar	Médio Efeito	Médio Efeito	Médio Efeito	Médio Efeito	Médio Efeito
Forragear	Alto Efeito	Alto Efeito	Baixo Efeito	Alto Efeito	Alto Efeito
Limpar-se	Médio Efeito	Médio Efeito	Baixo Efeito	Médio Efeito	Médio Efeito
Marcação	Alto Efeito	Baixo Efeito	Baixo Efeito	Baixo Efeito	Alto Efeito
Vocalização	Baixo Efeito	Baixo Efeito	Médio Efeito	Baixo Efeito	Médio Efeito
Inativo	Médio Efeito	Médio Efeito	Baixo Efeito	Alto Efeito	Alto Efeito

4 DISCUSSÃO

Os lobos-guará são animais comuns nos zoológicos brasileiros e habitam recintos que, aos olhos dos visitantes, são considerados apropriados. Porém, é possível perceber que estes espaços têm se mostrando inadequados ao considerar que 71% dos filhotes nascidos em cativeiro não sobrevivem devido a alteração dos cuidados parentais ocasionada pelas restrições estabelecidas em cativeiro (MAIA; GOUVEIA, 2002).

Embora seja uma espécie ameaçada, há poucos estudos de campo com o lobo-guará, fato este que prejudica a manutenção da espécie em parques zoológicos. Para que ocorra manejo adequado, faz-se necessário um compilado de informações baseadas em estudos feitos em cativeiro e vida livre. (VASCONCELLOS, 2009).

Parte das informações obtidas nos resultados são devido a levantamentos feitos no período das observações, a partir de conversas informais com funcionários dos zoológicos, porém muitos se recusaram a responder os formulários enviados por falta de interesse ou por questões empregatícias.

Durante as observações, os visitantes presentes nestes períodos interferiram na rotina dos lobos-guará, podendo ter alterado seus comportamentos ao oferecer alimentos industrializados aos animais, batendo no vidro do recinto e assustando-os com gritos ou batidas de pé. Além de danificar os materiais audiovisuais ao produzir ruídos externos nas capturas de vocalizações.

No recinto das fêmeas do Zoológico 1 e no gráfico de comportamento (Figura 8), observamos que o comportamento "Não visível" foi predominante, por causa da Loba 4, pois esta não esteve presente durante os momentos de observações, porém segundo os funcionários do zoológico a Loba 4 estava no recinto.

No Zoológico 3, foi possível notar grande inatividade por parte dos lobos (Figura 14), provavelmente causada pela fadiga de ação específica, gerada pelo aumento do limiar de resposta aos estímulos, o que diminuiu a prontidão dos animais diante dos mesmos, fazendo com que os lobos não exercessem atividades durante o período de observação. Porém a grande frequência de alerta e andar (Figura 13) pode ser explicada pelo aumento da intensidade do estímulo, alcançando o limiar de resposta para que os lobos entrassem em prontidão (LORENZ, 1993), isso foi percebido em momentos em que alguns visitantes tentaram interagir com os lobos, batendo nas grades ou gritando.

Diferente dos outros zoológicos, o Zoológico 4 não teve momentos de "Não visível" (Figura 17), devido ao fato de não haver nenhum tipo de barreira que escondesse os animais do público. A grande taxa de inatividade, dá-se pela dificuldade em separar os momentos em que a fêmea estava exercendo os comportamentos parentais anotados, dos em que ela apenas estava inativa.

A partir das observações, foi possível notar algumas diferenças nos comportamentos e suas frequências entre os recintos, como observado no gráfico de relação comportamento e recinto (Figura 18).

Os comportamentos mais frequentes foram andar e marcação, o que era esperado devido as características territorialistas dos lobos, assim como vocalização, alerta e correr que se destacaram no Zoológico 4, indicando aumento de atividades relacionadas com a dominância de território que pode estar relacionada com a presença do filhote no recinto (DIETZ, 1984). Igualmente, o comportamento parental apareceu apenas neste recinto por ser o único zoológico com recém-nascido.

Os comportamentos de brincar, fingir caçar e correr foram os menos frequentes, provavelmente à falta de estímulos proporcionados pelos recintos. Nos zoológicos 1 e 3 foi possível observar o comportamento de brincar, por conter indivíduos jovens que praticam esse tipo de atividade, que gera prazer além de ser um treino para comportamentos de adulto, como por exemplo caça e atividade sexual. (BRADSHAW; PULLEN; ROONEY, 2015).

O Lobo 5 foi o único lobo que estava sozinho dentre os recintos analisados e que apresentou comportamentos de maneira diferenciada em relação aos outros (Figuras 18 e 19). E não apresentou nenhum sinal de incômodo na presença de humanos, sejam funcionários ou visitantes, o que contradiz Dietz (1984), isso pode ser percebido pelo fato dele não ter apresentado momentos de alerta (Figura 10).

Outro comportamento bastante diferenciado neste lobo foi a marcação, pois está exacerbada em comparação aos outros lobos (Figura 18). Esse tipo de comportamento contradiz Dietz (1984) em relação ao incômodo com a presença humana, já que este lobo não possui esses sinais. Para Kleiman (1972), em relação à dominância, pois mesmo estando sozinho, ele é um animal caracterizado como submisso.

Os episódios de vocalização ocorreram nos zoológicos 2 e 4, tendo objetivos diferentes. No Zoológico 2, o Lobo 5 emitiu "rosnado", na presença da veterinária que o acompanha há

treze anos, desde sua chegada ao zoológico, junto com a vocalização, o lobo apresentou postura de reverência, orientando seu corpo para a veterinária e mantendo as orelhas baixas em um sinal de submissão, o que ocorre geralmente em fêmeas (ROCHA, 2011; YEON, 2007). Porém, segundo Kleiman (1972), ainda há possibilidade de machos demonstrarem submissão seja ela entre machos ou, em alguns casos, entre canídeo e humanos, como demonstrado no trabalho de Bradshaw, Blackwell e Casey (2016).

O Lobo 5 ainda emitiu "aulido", vocalização de amplitude alta, graves e curta duração, aparentemente com bastante ruído da região faringal, semelhantes à um latido estendido de cão doméstico, em um determinado momento em que havia número maior de visitantes, tendo algumas pessoas "uivando" para o lobo. De acordo com Kleiman (1972), ele pode ter utilizado essa vocalização como mecanismo de separação espacial e defesa, mantendo a postura sobre as quatro patas e com a cabeça erguida, para provavelmente manter-se maior que a ameaça (ROCHA, 2011).

No Zoológico 4, o Lobo 9 emitiu um "latido", vocalização semelhante ao aulido, porém emitidos isoladamente, quando houve aumento no movimento de visitantes e aproximação de funcionários no recinto, segundo Brady (1981), essa forma de vocalização é típica de um comportamento agressivo, podendo ter ocorrido devido a presença de um filhote no local. Durante os "latidos", o Lobo 9 manteve-se alerta sobre as quatro patas na direção dos visitantes e funcionários (ROCHA, 2011).

Durante as observações, houve apenas um momento de alimentação, exceto no Zoológico 1, no recinto dos machos, no qual houveram dois momentos, sendo que no primeiro momento, o Lobo 1 recebeu o alimento e no segundo, o Lobo 2 recebeu o alimento e o Lobo 1 recebeu um rato. Essa diferença nos horários de alimentação pode ser justificada pela dominância que os lobos exercem quando há mais de um no mesmo recinto com idades diferentes e sendo do mesmo sexo (KLEIMAN, 1972). No caso do Zoológico 1, o Lobo 1 é o dominante por ser o mais velho e o Lobo 2, seria submisso ao primeiro.

Houveram momentos de forrageio em todos os zoológicos, exceto no Zoológico 3, possivelmente devido a ausência de vegetação no substrato, diferente dos outros recintos que possuíam gramíneas, pequenos arbustos e herbáceas, possibilitando o aumento de atividades exploratórias, como foi visto no período de estudo.

Segundo os dados apresentados no quadro 3, juntamente com as observações feitas, é possível constatar que houve algum grau de influência dos recintos sobre os comportamentos avaliados. Justificando a importância de ter um recinto que supra as necessidades para o bem-estar e preservação do animal.

Para o bem-estar dessa espécie em cativeiro, são necessárias adaptações na infraestrutura e manejo dos recintos dos zoológicos, juntamente com o que é sugerido no Manual de Manejo do Lobo-guará (RODDEN, 2007), possibilitando o planejamento de um recinto que garanta qualidade de vida para a espécie. A partir do que foi observado nesse estudo, para elaboração de um recinto adequado são necessários considerar as seguintes características: tamanho, exposição, vegetação, topografia, cor do substrato, quantidade de espécimes por recinto, abrigo, forrageio, localização e atividade.

Segundo Bento (2013), um lobo-guará de vida livre pode ocupar entre 700 m² a 137.160.000 m², já para Rodden (2007), o tamanho médio é de 900 m² para um casal ou trio de animais em cativeiro. Mediante a análise dos zoológicos contidos neste estudo, o tamanho próximo do ideal para o recinto de um casal de lobos-guará seria correspondente ao presente no Zoológico 4.

Segundo Dietz (1984) e Sousa (2000), os lobos-guará são territorialistas, tem comportamentos introvertidos e ficam alarmados à presença de humanos, tornando a localização do recinto um elemento importante para preservar o bem-estar do animal. Diferente do observado no recinto das fêmeas do Zoológico 1, o qual se encontrava muito próximo de outros recintos e exposições, aumentando os episódios de alerta da loba 3.

Essas características defensivas (DIETZ, 1984; SOUSA, 2000), torna as barreiras visuais um dos requisitos necessários nos recintos que impedem o contato com humanos e com outros animais nos recintos próximos (RODDEN, 2007). Pois como observado no Zoológico 4, a ausência dessa proteção resultou em comportamento agressivo, como vocalização e bote, e territorialista, como demarcação exacerbada, por parte do lobo 9 (Figura 10). Segundo Rodden (2007), essas barreiras visuais podem ser tanto antrópicas como paredes e cercas, quanto barreiras naturais como vegetações densas e de grande porte, como visto no Zoológico 2, no qual o lobo 5 escondia-se atrás de uma barreira de bambus (Figura 9).

Além de facilitar o isolamento do animal, a vegetação também promove sombra. Para a escolha da vegetação usada no recinto, é necessário levar em consideração sua sobrevivência

às mudanças climáticas da região onde se encontra o parque zoológico, e sua toxicidade em razão do lobo-guará mastigar, consumir e demarcar território esfregando-se na vegetação (RODDEN, 2007).

A topografia do recinto deve conter áreas de platô com pontos de alto e baixo relevo para simular as variações de relevo presente no Cerrado, juntamente com a presença de rochas naturais ou artificiais, troncos e outras estruturas nas quais o lobo possa se exercitar, se esconder e encontrar abrigo (RODDEN, 2007).

Por possuir uma coloração laranja-avermelhada (BIASI, 2014), faz-se necessário a utilização de um substrato com cor próxima ao da pelagem do animal, pois a partir das observações realizadas no Zoológico 3, foi possível perceber que, quando deitados no chão de terra batida, a visibilidade dos lobos ficava reduzida, evitando a exposição do animal aos visitantes (Figura 20).



Figura 20 - Lobos do Zoológico 3 deitados no chão de terra batida. Fonte: Fotografado pelas autoras.

Os Lobos-guará, quando em cativeiro, podem ser mantidos em casais ou em pares do mesmo sexo, tendo ao menos um desses lobos na idade jovem, por volta de um ano de vida (RODDEN, 2007), como observado nos recintos presentes no Zoológico 1, no qual os recintos estavam divididos por sexo contendo um indivíduo adulto e um indivíduo jovem.

Segundo Rodden (2007), recintos com trios de irmãos adultos do mesmo sexo deve ser evitado, pois como são animais territorialistas, podem haver conflitos entre os indivíduos, como ocorre quando indivíduos adultos, não parentes do mesmo sexo, são mantidos em um mesmo

local. Diferentemente do encontrado na literatura, os lobos presentes no Zoológico 3, não apresentaram características de territorialidade. Uma possibilidade para explicar a ausência desse comportamento seria o fato dos lobos apresentarem comportamentos letárgicos, não manifestando reação entre si, assim como na presença de funcionários dentro do recinto, o que contradiz a sensibilidade ao contato com humanos como dito por Dietz (1984).

Ainda segundo o autor, quando um par de macho e fêmea são mantidos em um mesmo território, as quantidades de comportamentos agressivos vão decaindo e o casal se tornará permanente, aumentando as chances de reprodução anual, como visto no Zoológico 4, no qual o casal de Lobos presente está junto há quatro anos e já se reproduziu duas vezes.

Outra forma de enriquecimento social é a partir da inserção de outras espécies junto com o lobo, como ocorre em um zoológico da Alemanha (RODDEN, 2007). Esses animais precisam ter nichos ecológicos semelhantes, como por exemplo os tamanduás, as antas e as capivaras. É válido ressaltar que esses animais necessitam conviver no mesmo recinto desde filhotes e o ambiente deve ser apropriado para as espécies escolhidas.

Segundo Rodden (2007), é importante que cada animal tenha uma área reclusa da exibição, por volta de 1.4 a 2.3m² de área por lobo. No Zoológico 4, a zona de recuo estava ocupada pelo Lobo 11, pois segundo Songsasen e Rodden (2010), quando há filhote no recinto é indicado que o filhote jovem seja separado dos pais para evitar comportamentos agressivos para com o recém-nascido. Consequentemente, a Loba 10 e o filhote não puderam se esconder do público, o que proporcionou comportamentos repetitivos na fêmea, como carregar o filhote na boca pelo recinto, que é descrito por Dietz (1984) como comportamento materno de proteção.

Apesar do Zoológico 4 ser o mais próximo de um recinto adequado para o lobo-guará, este ainda possui características que podem ser melhoradas, pois além do que foi observado, houve relatos dos funcionários afirmando que a Loba 10 matou um dos filhotes após o último evento reprodutivo.

Por ser um animal generalista e onívoro, os lobos possuem hábitos exploratórios de forrageio, procurando sua própria comida e para reconhecer e defender seu território (FERNANDES, 2016). Segundo Vasconcellos (2009), os animais possuem preferência em buscar o alimento ao invés de comer em um local demarcado, com isso o uso de técnicas de enriquecimento alimentar nos recintos se fazem necessárias para aumentar os hábitos

exploratórios, como a utilização de bolas de cipó preenchidas com o alimento e vegetação, e alimento distribuído pela vegetação do recinto. Por ser um animal onívoro, é válido destacar a importância de uma dieta variada, contendo frutas, roedores, aves e insetos (DIETZ, 1984). Essa variação não foi encontrada em nenhum dos zoológicos observados.

Para Portella (2000), faz-se importante o uso de estímulos que evitem o stress, comportamentos estereotipados, letargia e psicose dos animais, causado pela falta de estímulos consequentes da vida em cativeiro, como enriquecimento social a partir da inserção de animais que pertençam ao mesmo nicho ecológico do lobo-guará (RODDEN, 2007), enriquecimento sensorial com a utilização de temperos de odor forte, estimulando as características exploratórias do animal. Outra maneira de estimular o lobo seria por meio de recursos hídricos, como piscinas e quedas d'água, é pertinente ressaltar que essas fontes de água não podem ficar paradas, para evitar contaminação por urina e fezes.

Portanto, o recinto sugerido neste trabalho (Figura 21) deve estar acima do observador, ser em formato de trapézio, por proporcionar maior percepção de profundidade, ter de 900 m² a 1200 m², topografia em platô com pontos de alto e baixo relevo. O recinto será cercado por um alambrado com muro de 60 cm de altura para proteção do animal e dos visitantes e terá barreiras visuais com o uso de vegetação arbustiva, trepadeiras, árvores e bambus, assim como vegetação rasteira e troncos distribuídos pelo recinto, permitindo locais para demarcação e forrageio. O substrato será composto por terra batida de cor alaranjada, com alguns pontos de terra fofa que permitam que o lobo cave.

O recinto deve estar localizado distante de animais que vocalizem muito, como primatas e psitacídeos, diminuindo a poluição sonora. Contendo abrigos distantes do observador, no fundo do recinto, tendo área de 2 m² por animal e deve conter um bebedouro que mantenha a água ciclando. Além de tocas de madeira distribuídas pelo recinto.

Para manter o animal ativo, o alimento será escondido em bolas de cipó e/ou espalhados pelo recinto, juntamente com temperos de cheiro forte de acordo com orientação veterinária, fazendo com que o animal aumente seus hábitos exploratórios. No recinto hipotético haverá uma pequena cascata.

Em casos de projetos de reintrodução na natureza, para que a reprodução seja possível, será colocado um casal de lobos jovens com idade semelhante e locais de origem diferentes, para garantir variabilidade genética. Espera-se que a partir dessa convivência, os lobos se

tornem um casal permanente, como trazido por Dietz (1984). Para que haja uma experiência educacional, na qual o visitante possa perceber que o lobo não é uma espécie agressiva, e enriquecimento social variado, também será inserido um espécime de tamanduá, juntamente com os lobos.



Figura 21. Representação visual do recinto ideal. A, zona de recuo; B, cascata artificial; C, abrigos. Fonte: Elaborada por Larissa Leite.

Esse tipo de projeto pode possibilitar a preservação dos lobos-guará, garantindo o bem-estar e a futura perpetuação da espécie.

Mediante as análises feitas neste trabalho, é possível concluir que os recintos observados afetaram os comportamentos dos lobos-guará, seja por meio da alimentação, proximidade com o público, ausência de estímulos ou por estressores externos. Para evitar alterações comportamentais que possam comprometer com a preservação e perpetuação desta espécie é necessária a construção de um recinto que seja adequado às necessidades dele, como o proposto nesta monografia, garantindo o bem-estar dos animais, a partir de técnicas de enriquecimento.

São necessários estudos mais aprofundados sobre a relação entre recintos e comportamentos dos lobos-guará, dada a necessidade de outras pesquisas para obter resultados mais precisos,

pois a observação foi feita em um curto período de tempo e com número baixo de animais o que pode afetar a exatidão dos dados estatísticos e a clareza dos resultados obtidos.

Quanto às propostas de enriquecimentos ambientais apresentadas nesse trabalho, faz-se necessário verificar com os parques zoológicos e demais instituições que mantem lobos-guará em cativeiro, se as propostas sugeridas, tanto da da estrutura do recinto quanto de enriquecimento são passíveis de aplicação e se oferecem melhora efetiva nas condições de vida desses animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENTO, L. F. A. R. A. **Área de vida e territorialidade do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus* ILLIGER, 1811) no Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil.** 2013. 90p. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Manejo e Conservação da Vida Silvestre) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

BIASI, A. F. **A vida do lobo-guará em cativeiro é semelhante ao ambiente natural?** Goiânia: CEPAE, 2014. 18 p. Monografia – Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação da Universidade Federal de Goiás. Goiânia: 2014.

BLOOMSMITH, M. A., BRENT, L.Y.; SCHAPIRO, S.J. **Guidelines for developing and managing an environmental enrichment program for nonhuman primates.** Laboratory Animal Science, Memphis, n. 41, v. 4, p. 372–377, Aug., 1991.

BRADSHAW, W. S. J.; BLACKWELL, J. E.; CASEY, A. R. **Dominance in Domestic Dogs - a Response to Schilder et al. (2014).** Langford, v. 11, p. 102-108, jan. 2016.

BRADSHAW, W. S. J.; PULLEN, J. A.; ROONEY, J. N. **Why do Adults Dogs Play?** Langford, v. 110, p. 82-87, jan. 2015.

BRADY, C. A. 1981. The vocal repertoires of the bush dog (*Speothos venaticus*), crab-eating fox (*Cerdocyon thous*), and maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*). **Animal Behaviour**, v. 29, n. 3, p. 649-669, 1981.

BRENT, L.; EICHBERG, J. W. **Primate Puzzleboard: A Simple Environmental Enrichment Device for Captive Chimpanzees,** p. 353 - 360. 1991.

BROOM, D. M; FRASER, A. F. **Domestic Animal Behaviour and Welfare.** Wallingford: Cab Int., 437p. 2007.

CAMPOS, L. **Em dois anos, Cerrado perdeu equivalente a mais de três DF pelo desmatamento.** 2017. Disponível em:

<https://www.wwf.org.br/informacoes/sala_de_imprensa/?uNewsID=59822>. Acesso em: 13 set. 2018.

CFMV. **Conselho Federal De Medicina**. Bem-Estar Animal. Disponível em: <<http://portal.cfmv.gov.br/pagina/index/id/150/secao/9>>. Acesso em: 27 out. 2018.

COELHO, C. M.; AZEVEDO, C. S.; YOUNG, R. J. Behavioral responses of maned wolves (*Chrysocyon brachyurus*, Canidae) to different categories of environmental enrichment stimuli and their implications for successful reintroduction. **Zoo Biology**. v.30, p.01-17, 2011.

DIETZ, J.M. **Ecology and Social Organization of the Maned Wolf**. Washington: Smithsonian Institute Press, 1984. 56 p.

FERNANDES, P. C. **Comportamento do lobo-guará, *Chrysocyon brachyurus* (illiger, 1815) (Mammalia: Canidae) na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Caraça**. Juiz de Fora: UFJF, 2016. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

FIGUEIRA, M. P. **Estímulos Olfativos como Enriquecimento Ambiental em Raposa-do-Campo (*Lycalopex vetulus*), Cachorro-Do-Mato (*Cerdocyon thous*), Lobo-Guará (*Chrysocyon brachyurus*) e Cachorro Doméstico (*Canis lúpus familiaris*) (Carnivora, Canidae)**. Viçosa: UFV, 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Pós-graduação em Biologia Animal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

KLEIMAN, D. G. Social Behavior of the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) and bush dog (*Speothos venaticus*): A study in contrast. **Journal Of Mammalogy**, United States Of America, v. 53, n. 4, p.791-806, 30 nov. 1972.

LORENZ, K. Fadiga de ação específica. In: LORENZ, K. **Os Fundamentos da Etologia**. São Paulo: Editora Unesp, 1993. Cap. 6. p. 161-168.

MAIA, O. B.; GOUVEIA, A. M. G. Birth and mortality of maned wolves *Chrysocyon brachyurus* (illiger, 1811) in captivity. **Brazilian Journal of Biology**, 62, 25-32. 2002.

MMA. **Ministério do Meio Ambiente**. O bioma Cerrado. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

MORAES, D. **Bioma Cerrado**. 2018. Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=961&sid=2>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

NOLASCO, V. N.; PAGILA, K. L. G. **Aplicação do Enriquecimento Ambiental Alimentar e Sensorial para *Callithrix penicillata* (E. Geoffroy, 1812) em cativeiro**. Acervo da Iniciação Científica. Brasil, n.1, 2014.

PAULA, R. C.; RODRIGUES, F. H. G.; QUEIROLO, D.; JORGE, R. P. S.; LEMOS, F. G.; RODRIGUES, L. A. Avaliação do estado de conservação do Lobo-guará *Chrysocyon*

brachyurus (Illiger, 1815) no Brasil. **Biobrasil: Biodiversidade Brasileira**, Brasília, v. 3, n. 1, p.146-159, 21 jun. 2013. Anual

PORTELLA, A. S. **O Enriquecimento ambiental na criação de animais em jardins zoológicos**. Monografia (Ciências Biológicas) – Faculdade de Ciências da Saúde do Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2000.

RODDEN, M. **Manual de Manejo de Lobo-guará**. Louisville: Maned Wolf SSP, ed. 2007, 94 p. 2007.

RODDEN, M.; RODRIGUES, F. H. G.; BESTELMEYER, S. Maned Wolf, *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1815). In: SILLERO-ZUBIRI, C.; HOFFMANN, M.; MACDONALD, D. W. **Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs**. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN/SSC Canid Specialist Group press, 2004. p. 38-43.

RODRIGUES, F.H.G. **Biologia e conservação do lobo-guará na Estação Ecológica de Águas Emendadas**, Distrito Federal: UNICAMP, 2002.105p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, DF, 2002.

ROCHA, V. S. **Aspectos do comportamento acústico do Lobo-guará *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1985)**. 2011. 92 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

SILVA, E. M. D. **Evolução da força de mordida, encefalização e socialidade em canídeos (Carnivora: Mammalia)**. Recife: UFP, 2011. 97 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

SILVA, A. T.; MACÊDO, M. E. **A importância do enriquecimento ambiental para o bem-estar dos animais em zoológicos**. Acervo da Iniciação Científica. Brasil, n.2, 2013.

SNOWDON, Charles T. O significado da pesquisa em Comportamento Animal. **Estud.psicol. (Natal)**, Natal, v. 4, n. 2, p. 365-373. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-294X1999000200011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 26 mar. 2018.

SONGSASEN, N.; RODDEN, M. D. The role of the species survival plan in maned wolf *Chrysocyon brachyurus* conservation. **International Zoo Yearbook**, Virginia, v. 44, n. 1, p.136-148, jan. 2010. Anual.

SOUSA, L. R. T. ***Chrysocyon brachyurus*** – Ecologia e Comportamento do Lobo-guará. Brasília: UniCEUB, 2000. 24 p. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Licenciatura em Ciências Biológicas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2000.

STRICKBERGER, M. W. **Systematics and classification**. In: STRICKBERGER, M. W. Evolution, ed. 2, Massachusetts, Jones and Bartlett Pub., p. 227-245, 1996.

THE IUCN RED LIST. ***Chrysocyon brachyurus***. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/summary/4819/0>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

UNESCO. **Áreas Protegidas do Cerrado: Parques Nacionais da Chapada dos Veadeiros e das Emas**. 2001. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/culture/world-heritage/list-of-world-heritage-in-brazil/cerrado-protected-areas-chapada-dos-veadeiros-and-emas-national-parks/#c1467465>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

VASCONCELLOS, A. S. **O Estímulo ao Forrageamento como Fator de Enriquecimento Ambiental para os lobos-guará: Efeitos Comportamentais e Hormonais**. 2009. 138 p. Tese (Doutorado em Psicologia) - Curso de Psicologia Experimental, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

VIDOLIN, G. P.; MANGINI, P. R.; MOURA-BRITO, M. de; MUCHAILH, M. C. (2004). **Programa estadual de manejo de fauna silvestre apreendida – Estado do Paraná, Brasil**. Cad. Biodivers., 4(2), 37-49.

VIEIRA, L. T. **Padrões de diversidade da flora lenhosa dos cerrados do nordeste do Brasil**. Campinas: UNICAMP, 2012. 252 p. Tese (Doutorado em ecologia) - Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/315890/1/Vieira_LeandroTavares_D.pdf>. Acesso em: 14 set. 2018.

YEON, S. C. The vocal communication of canines. **Journal of Veterinary Behavior**, v. 2, n. 4, p. 141-144, 2007.

YOUNG, R. J. **Environmental Enrichment for Captive Animals**. Nova Jersey: Blackwell Publishing Company, 2003. 240p.

Utilização de biomassas como combustível na produção de cimento Portland

Gabriela Fernanda Moraes dos Santos

Barbara Ferreira Massanares

Alana Melo dos Santos

Registro DOI: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol12ed2.440>

Resumo

O cimento é largamente utilizado nas construções civis de grande e pequeno porte em todo o mundo e sua produção é responsável pela grande emissão de diversos poluentes para o meio ambiente devido a queima de combustíveis fósseis na etapa de aquecimento dos fornos. Desta forma, grandes potências mundiais vêm estudando alternativas para minimizar os impactos ao meio ambiente relacionados a essa poluição. Uma metodologia que vem sendo explorada é a substituição da utilização de combustíveis fósseis no aquecimento dos fornos por combustíveis renováveis, como o carvão vegetal e as biomassas que possuam características físico-químicas semelhantes à do coque e do carvão mineral. O presente trabalho objetiva avaliar alguns tipos de biomassa origem agrícola de diversos segmentos que possam ser utilizadas como combustível ou parte do mesmo na produção de cimento Portland. A avaliação foi realizada com base no poder calorífico de cada biomassa, comparando-o com o do carvão mineral utilizado em fornos, bem como através de uma análise econômica e logística do material renovável. A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica em dissertações e artigos publicados em revistas e convenções, resultando em projeções satisfatórias da utilização de biomassas.

Palavras-chave: Biomassa. Poder calorífico. Produção cimento. Meio ambiente

Use of biomass as fuel in Portland cement production

Abstract

Cement is widely used in civil construction of large and small worldwide and its production is responsible for the large emission of various pollutants to the environment due to the burning of fossil fuels in the heating stage of the furnaces. That's way, great world powers have been studying alternatives to minimize the impacts to the environment related to this pollution. One methodology that has been explored is the replacement of the use of fossil fuels in furnace heating by renewable fuels, such as charcoal and biomasses that have physicochemical characteristics similar to coke and coal. The present work aims to evaluate some types of biomass agricultural sources of several segments that can be used as fuel or part of it in the production of Portland cement. The evaluation was carried out based on the calorific value of each biomass, comparing it with that of the mineral coal used in furnaces, as well as an economic and logistic analysis of the renewable material. Data collection was done through bibliographic research in dissertations and articles published in magazines and conventions, resulting in satisfactory projections of the use of biomasses.

Keywords: Biomass. Calorific value. Cement production. Environment.

1 INTRODUÇÃO

O cimento é largamente utilizado nas construções civis de grande e pequeno porte em todo o mundo. O processo de fabricação do cimento Portland consiste resumidamente em três etapas:

1) Mistura e moagem de matérias primas (calcário, britas de rochas, argilas);

2) Produção do clínquer em fornos que são aquecidos em torno de 1500°C utilizando como combustíveis produtos de origem fósseis. O clínquer é o produto da calcinação de calcário e argila, e é utilizado como matéria-prima para a produção de cimento, após moagem;

3) Moagem do cimento.

A produção deste cimento é responsável pela emissão de muitos poluentes para o meio ambiente. De acordo com dados fornecidos pela CSI (The Cement Sustainability Initiative) em 2002, esse ramo da indústria é responsável por 3% das emissões mundiais de Gases de Efeito Estufa (GEE) e por aproximadamente 5% das emissões de CO₂ (dióxido de carbono). Segundo a SINC (Sindicato Nacional da Indústria do Cimento), em seu relatório anual apresentando em 2010, as emissões provenientes da produção de cimento são 22.400.000 toneladas de CO₂, somente no ano de 2005.

Os fabricantes de cimento buscam combustíveis que otimizam os custos e a qualidade do produto e minimizam impacto ambiental (JACKSON, 1998; GRECO et al., 2004).

Desde a década de 1970, os resíduos de combustíveis foram utilizados na indústria de cimento para substituição parcial de combustíveis tradicionais (KARSTENSEN, 2004). Hoje, os combustíveis usados representam 20-70% da demanda total de energia em uma instalação de cimento (PCA, 2009).

Uma característica importante na análise de combustíveis é o poder calorífico, que simboliza a quantidade de calor obtido durante o processo de combustão, na unidade de caloria por grama (cal/g) ou quilocaloria por quilograma (kcal/kg), considerando-se seu estado sem a presença de umidade. O poder calorífico pode ser apresentado de duas formas: Poder Calorífico Superior (PCS) e Poder Calorífico Inferior (PCI). Ao classificá-lo, leva-se em conta se o calor liberado pela condensação da água de constituição da madeira (formada durante a combustão

em razão da presença de hidrogênio na composição química elementar da madeira) é considerado.

O PCI considera a quantidade de hidrogênio presente na amostra e, em geral, é a escolha preferida na análise de combustíveis, podendo ser calculado a partir do conhecimento do PCS, o qual é determinado através de calorímetros. Quanto maior o PCI, maior será a quantidade de energia produzida por massa da amostra. Portanto, se for possível utilizar uma biomassa que possui maior PCI em comparação com um combustível não renovável, menor será a massa na queima e menor será seu impacto ambiental.

O carvão vegetal é uma biomassa bastante explorada como alternativa para substituir o carvão mineral nos fornos e estudos sobre o uso de outros tipos de biomassas - especificamente as de origem agrícola – são menos frequentes. Portanto, este trabalho procurou analisar o poder calorífico de biomassas deste segmento e sua viabilidade no uso nos fornos de produção de clínquer.

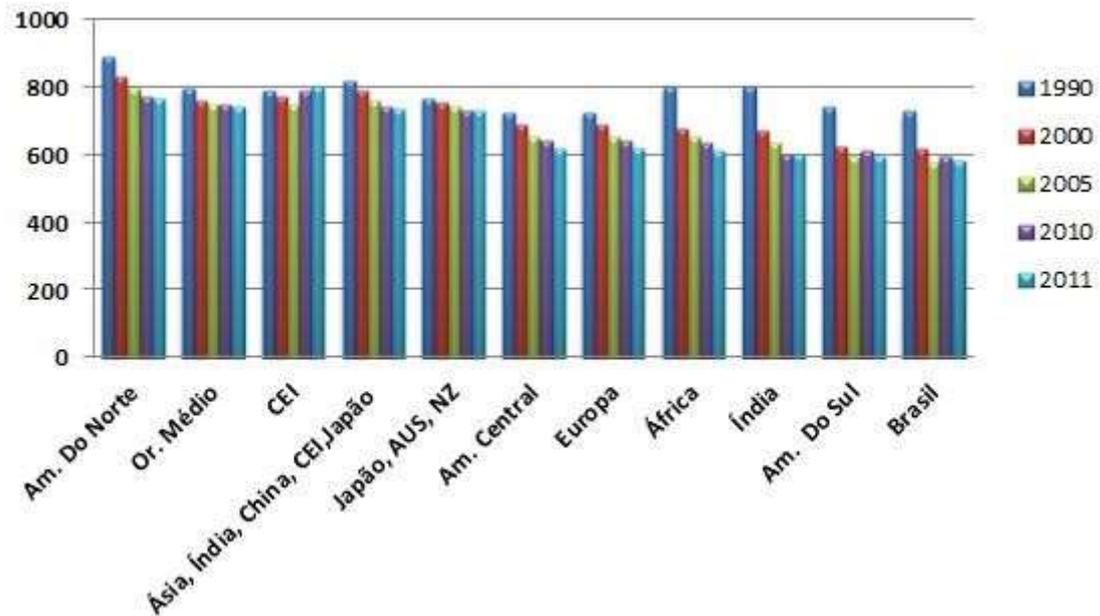
2 EFEITOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO CIMENTO

Conforme dados fornecidos pela ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), a partir dos anos 70, com o “milagre econômico”, a indústria do cimento foi estimulada por vários projetos habitacionais e de infraestrutura. Com isso, em um período de 10 anos, o consumo deste material passou de 100 para 227 kg por habitante. A produção de cimento tem como etapa inicial a extração do calcário. Em seguida, o mesmo é moído com argila e outros materiais em menor quantidade, com o objetivo de conseguir um pó fino, chamado de farinha crua. Tal material é inserido em um forno rotativo, onde é aquecido até atingir a temperatura de 1500 °C e, em seguida, é resfriado por rajadas de ar. O material obtido após o resfriamento é o clínquer, sendo esta a matéria-prima para produção de cimento. O clínquer é misturado com gesso e outras adições com a ajuda de um moinho de cimento, com o objetivo de atingirem a granulometria ideal. Na produção, há uma grande demanda de energia térmica, tanto elétrica (funcionamento de moinhos, fornos rotativos, etc.) quanto na queima de combustíveis, geralmente de origem fóssil, como o coque de petróleo, carvão mineral e gás, no aquecimento de fornos rotativos para produção de clínquer.

De acordo com o relatório anual do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento realizado no ano de 2012, ao analisar o gráfico apresentado na Figura 1, relativo à emissão média de CO₂ em kg por tonelada de cimento podemos constatar que no ano de 2011 o Brasil

é o país que apresenta menor emissão de CO₂ (em torno de 500 a 600 kg de CO₂/tonelada de cimento) em comparação com os demais países e continentes estudados.

Figura 1 - Emissão média de CO₂ em kg/tonelada de cimento



Fonte: Adapted from The Cement Sustainability Initiative - World Business Council for Sustainable Development.

O controle de emissão de CO₂ na atmosfera é expressamente importante, pois ele é um dos gases que causam o efeito estufa e, assim, o aquecimento global.

Além da emissão de CO₂ para a atmosfera, o uso de combustíveis fósseis está associado a outros impactos ambientais e na saúde humana. Podemos citar como exemplo o produto da queima de combustíveis de origem fóssil que é emitido ao se utilizar veículos automotores. Este produto carrega uma grande variedade de substâncias tóxicas, gerando efeitos negativos na saúde humana, afirma Teixeira et al. (2008). Além da acidificação de solo florestal e rios através da chuva ácida, do efeito estufa e do aquecimento global, Azuaga (2000) também afirma que os danos causados pela poluição atmosférica não são vistos somente em áreas onde ocorreu a emissão, pois ocorre a dispersão das partículas e dos gases por meio das correntes de ar.

Devido à emissão desses poluentes no ar, foi criada a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 3/90, que define padrões de emissão para material particulado, metais pesados, cloretos, monóxido de carbono e dioxinas. Assim, as indústrias começaram a enviar esses poluentes provenientes das etapas do processo produtivo do

cimento para chaminés contendo filtros e coletores com capacidade de retenção desses poluentes.

3 UTILIZAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS NO AQUECIMENTO DOS FORNOS

Os combustíveis de biomassas apresentam concentrações de nitrogênio, enxofre e óxidos (produzidos durante o processo de combustão) significativamente menores do que as emissões produzidas pelos combustíveis fósseis. Relata-se que o nível de dióxido de carbono produzido a partir da combustão de biomassa não contribui para o aquecimento global. (CUIPING et al., 2004).

A alternativa proposta para reduzir a emissão de CO₂ e diminuir a procura por combustíveis fósseis seria a utilização de biomassas naturais e artificiais que contêm energia e podem ser utilizadas pelas indústrias de cimento para geração da energia térmica. Estes podem ser produzidos com produtos vegetais, tais como cana-de-açúcar, mamona, canola, milho, entre outros.

O condicionamento do material residual antes da combustão também tem um grande impacto no desempenho do combustível, uma vez que materiais com um alto teor de umidade liberam menos energia líquida do que materiais com um baixo teor de umidade. Por este motivo, é indicado que seja removida a umidade antes da combustão. A saída de energia após a combustão é um parâmetro chave para determinar a viabilidade de um combustível (SCHINDLER et al., 2012).

Na Tabela 1, apresenta-se a diferença de energia fornecida pelo combustível com seu conteúdo de umidade natural e pelo combustível previamente seco (SCHINDLER et al., 2012).

Tabela 1- Energia aproximada dos típicos combustíveis alternativos, 2009

Combustível Alternativo	Valor aproximado de energia do combustível com teor de umidade natural BTU/lb (kcal/kg)	Valor aproximado de energia do combustível seco BTU/lb (kcal/kg)
Madeira	2700 (1500)	6300 (3500)
Esterco de Gado	1800 (1000)	6700 (3700)
Bagaço	4000 (2200)	7900 (4400)
Palha de Trigo e Arroz	4300 (2400)	4500 (2500)

Tabela 2- Energia aproximada dos típicos combustíveis alternativos, 2009.

Combustível Alternativo	Valor aproximado de energia do combustível com teor de umidade natural BTU/lb (kcal/kg)	Valor aproximado de energia do combustível seco BTU/lb (kcal/kg)
Restos de cana, casca de arroz, folhas e resíduos vegetais	5400 (3000)	5400 (3000)
Cascas de coco, capim seco e resíduos de culturas	6300 (3500)	6300 (3500)
Cascas de Amendoim	7200 (4000)	7200 (4000)
Cascas de café e óleo de palma	7600 (4200)	7600 (4200)
Cascas de algodão	7900 (4400)	7900 (4400)

Fonte: Adapted from Lechtenberg, 2009.

Atualmente não há critérios definidos para um material ser considerado um combustível. Este parâmetro é normalmente definido pelo produtor de cimento, de acordo com a necessidade do processo. Porém, há uma obrigatoriedade de assegurar que o conteúdo químico atende aos requisitos regulamentares de proteção ambiental (SCHINDLER et al., 2012).

Geralmente os produtores de cimento escolhem as biomassas que irão ser utilizadas no processo com base no preço, disponibilidade, qualidade química do combustível, capacidade calorífica do combustível, o estado físico (líquido, sólido, semissólido ou em pó), umidade e conteúdo volátil (SCHINDLER et al., 2012).

Combustíveis provenientes de biomassas que possuem teor de umidade inferior a 10% são mais adequados para a conversão de energia térmica, enquanto as biomassas com maior teor de umidade produzem melhores resultados a partir de processos como a fermentação (CUIPING et al., 2004).

Há vantagens em utilizar os combustíveis alternativos, uma vez que são geralmente mais baratos do que os combustíveis fósseis disponíveis no mercado, pois em sua maioria são gerados a partir de resíduos que requerem apenas algum custo de processamento ou logística. A substituição por combustíveis alternativos tem como benefício a preservação de fontes de energia não renováveis, redução de resíduos e menor impacto ao meio ambiente (SCHINDLER et al., 2012).

Todavia, mudar para combustíveis alternativos apresenta vários desafios, uma vez que os mesmos têm características diferentes em comparação com os combustíveis convencionais, entre eles a má distribuição de calor, bloqueios nos ciclones pré-aquecedores, acúmulos nos dutos do forno e fornos empoeirados. A substituição do combustível requer custos iniciais de investimento associados ao ajuste ou substituição do queimador, estabelecimento de sistemas alternativos de distribuição de combustível e novas instalações de armazenamento de combustível (RAHMAN et al., 2013).

A biomassa que se equipara ao carvão mineral em termos energéticos é o carvão vegetal. Souza (2011) investigou o uso de carvão vegetal no sistema de aquecimento dos fornos de produção do clínquer de cimento Portland e, comparando o poder calorífico inferior (PCI) do carvão mineral (3.500 kcal/kg) com o do carvão vegetal (6.400 kcal/kg) observou-se que o valor para a biomassa é maior que o valor equivalente para o combustível não renovável. Esse resultado pode dar indícios de que a biomassa acarretaria em maior energia para o forno se comparada à energia que o carvão mineral pode oferecer.

Uma pesquisa realizada no ano de 2013 pela IEA Bioenergy Task 40, divisão especializada em bioenergia da Agência Internacional de Energia, fez um levantamento de dados e concluiu que, em 2009, o Brasil foi o país que mais utilizou biomassa na produção de energia, sendo 16% do uso mundial no setor.

4 BIOMASSAS DE ORIGEM AGRÍCOLA

A partir de uma pesquisa bibliográfica, os poderes caloríficos de algumas biomassas de origem agrícola foram avaliados e comparados com o poder calorífico do carvão mineral para verificar a viabilidade de utilização em aquecimento de fornos da indústria cimenteira. Os dados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Poder calorífico das respectivas biomassas de origem agrícola estudadas e suas fontes, 2019.

Biomassa	Poder calorífico inferior (kJ/kg)	Fonte
Palha de cana-de-açúcar	17860,67	SANTOS, et al., 2018.
Bagaço de cana-de-açúcar	16826,4	OLIVEIRA, A.; F. STELLA, 2014.
Fibra de coco	18370	BARBOSA et al, 2014.
Poda de macieira	18217	IBERO MASSA FLORESTAL LTA. Projeto nº 34001.2014
Poda de oliveira	18117	IBERO MASSA FLORESTAL LTA. Projeto nº 34001.2014
Poda de amendoeira	18003	IBERO MASSA FLORESTAL LTA. Projeto nº 34001.2014
Poda de fruteiras	14654	IBERO MASSA FLORESTAL LTA. Projeto nº 34001.2014
Cana de girassol	13089	IBERO MASSA FLORESTAL LTA. Projeto nº 34001.2014
Sabugo do milho	18727,58	VALE et al., 2013.
Palha do milho	18258,976	VALE et al., 2013.
Folha do milho	18263,16	VALE et al., 2013.
Caule do milho	18192,032	VALE et al., 2013.
Casca de <i>Eucalyptus</i>	17535,14	CANTIZANI et al., 2016.
Casca de coco	16736,98	Catálogo da Alfa Laval Industries
Casca de arroz	13807,18	Catálogo da Alfa Laval Industries
Casca de arroz	13388,8	CARDOSO, 2012.

Fonte: Criação das autoras.

O poder calorífico do carvão mineral é de 14644 KJ/kg (3.500 kcal/kg). Portanto, toda biomassa que apresentar um valor maior de poder calorífico seria uma boa sugestão, considerando apenas termos energéticos, para a substituição do carvão mineral nos fornos.

A seguir, serão discutidos dados de viabilidade, em termos econômicos e energéticos, para cada uma das biomassas citadas como alternativa ao uso do carvão mineral em aquecimento de fornos da indústria cimenteira.

a. Podas

As podas realizadas em árvores frutíferas, como macieiras, amendoeiras e oliveiras, têm como objetivo manter a árvore saudável para que sua produção seja intensa, sendo assim um fator fundamental. Porém, os galhos provenientes da poda não possuem destino que vise seu reaproveitamento em bases energéticas e, ao observar seu poder calorífico (14000 a 18000 kJ/kg), pode-se inferir que tal recurso é viável em termos energéticos.

A viabilidade deste recurso também é algo para ser observado, pois são realizadas podas em árvores frutíferas com grande frequência. Essa prática é realizada desde os primeiros anos das árvores e promovem grande benefício para as mesmas, portanto os volumes de podas de diferentes árvores localizadas em uma mesma região podem ser bem significativos. Para o agricultor, a poda é um resíduo do processo de cultivo, portanto poderia ser utilizado com a finalidade de manter os fornos aquecidos. É possível misturar vários tipos de poda, de modo que o poder calorífico final seja suficiente para a aplicação.

b. Caule, folha, sabugo e palha do milho

A colheita do milho gera quatro tipos de resíduos: a palha da espiga, o sabugo, a folha e o caule, que geralmente são deixados no campo para a ciclagem de nutrientes. Quando se trata do sabugo e da palha da espiga, estes são resíduos que podem ser gerados no processamento industrial quando o objetivo é a produção de milho verde em conserva e, em tal caso, com melhores possibilidades de serem utilizados para a geração de energia, afirmam Vale, Dantas e Zambrzycki (2013), que investigaram o poder energético dos resíduos da cultura do milho (*Zea mays*) produzidos em Brasília-DF, na Fazenda Água Limpa, da Universidade de Brasília. Observando o poder calorífico disponibilizado na Tabela 1, observa-se para o caule o valor de 18192,032 kJ/kg; para a folha, 18263,16 kJ/kg; para o sabugo, 18727,58 kJ/kg; e para a palha, 18258,976 kJ/kg.

Na literatura podem ser encontrados outros trabalhos que investigam o poder calorífico associado ao milho, como Raveendran, Ganesh e Khilar (1995); Koopmans e Koppejan (1997); Salazar, Silva e Silva (2005); Cortez, Lora e Ayarza (2008); Protásio, Bufalino e Tonoli (2011); Silva, Bentes e Medrado (2011).

c. Casca da mandioca

Ao avaliar fatores culturais e econômicos, o sistema produtivo da mandioca se apresenta de modo diversificado no país, podendo ser classificado em três tipos: unidade familiar, unidade doméstica e unidade empresarial. Em todas as unidades, há geração de resíduos que necessitam de um manejo adequado. Em peso seco, para cada tonelada de raiz de mandioca processada na produção de farinha, obtém-se de 102 a 153 kg de resíduo sólido (BRINGHENTI; CABELLO, 2005).

Diversos estudos vêm sendo realizados com o objetivo de reaproveitar a casca da mandioca, entre eles podemos citar seu uso na compostagem (TEIXEIRA et al., 2011) e seu processamento com a finalidade de alimentar ovinos (FARIA et al., 2011). Quando se trata de seu uso na compostagem não foi observada uma diferença na atividade microbiana e na fertilidade do solo ao longo do experimento (90 dias), ou seja, a casca da mandioca possui baixa influência nas propriedades do solo. Já em sua utilização como alimento para ovinos, foi sugerido melhorar a conservação e o aproveitamento nutricional.

Uma alternativa de reaproveitamento da casca de mandioca seria sua utilização em fornos para produção de cimento. Alves (2014) avaliou em sua dissertação o potencial energético de resíduos de produção agrícola provenientes do beneficiamento da mandioca e do milho. Foram quantificados resíduos provenientes do milho e da casca da mandioca produzidos no estado de Alagoas, realizando testes físico-químicos com o objetivo de determinar o poder calorífico dos resíduos. Para a casca da mandioca, foi obtido o valor de 16790 KJ/kg.

O valor obtido de poder calorífico para a casca da mandioca no trabalho de Alves (2014) é maior em comparação ao do carvão mineral (14644 KJ/kg). Ou seja, em termos energéticos, a utilização de tal combustível renovável seria viável.

d. Casca de arroz, coco e eucalyptus

Na safra de 2009/2010, foram colhidas 11,26 milhões de toneladas de arroz, sendo o Brasil o nono produtor mundial, de acordo com dados disponibilizados pelo Ministério da

Agricultura, Pecuária e Abastecimento. A casca de arroz corresponde a 22% do peso do grão e, na safra de 2009/2010, foram gerados 2,48 milhões de toneladas deste resíduo. É estimado que 15% do total de casca de arroz seja destinado à secagem do arroz e mais 15% não possa ser aproveitado por ser originário de pequenas indústrias dispersas, o que acaba inviabilizando sua utilização. Dessa forma, restam 1,74 milhões de toneladas de casca de arroz que podem ser reutilizadas. Sendo o poder calorífico da casca de arroz equivalente à 13388,8 kJ/kg, 1,74 milhões de toneladas de casca de arroz geram $2,3 \times 10^{13}$ kJ; para gerar a mesma quantidade de energia com o carvão mineral, são necessários 1,57 milhões de toneladas de carvão mineral, ou seja, 0,17 toneladas a mais de casca de arroz.

O cultivo de coqueiro no Brasil é distribuído em praticamente todo o território nacional, em cerca de 280 mil, sendo produzido o equivalente a dois bilhões de frutos. De acordo com pesquisas realizadas pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), em produção agrícola municipal, entre os 10 maiores estados produtores de coco do Brasil, 7 são da região Nordeste, visto que a liderança da produção é do Estado da Bahia, seguido de Sergipe e Ceará. Estes estados juntos correspondem a mais de 50% da produção nacional de coco nacional (CUENCA; MARTINS; JESUS JUNIOR, 2011).

No Brasil, o mercado de coco-verde tem crescido nos últimos anos. A casca do coco é considerada um subproduto existente após o uso por parte do consumidor final ou do uso industrial. Tal subproduto tem como destino, em sua grande parte, lixões e aterros sanitários, visto que 80% a 85% do peso bruto do coco verde é considerado lixo (ROSA et al., 2001). Logo, tal resíduo gera custos e impactos para a sociedade (CARDOSO; GONÇALEZ, 2016), levando em conta que a casca de coco verde possui longo tempo de decomposição (oito anos) (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002).

Murray e Price (2008) avaliaram o uso de combustíveis alternativos para a produção de cimento através da análise das características do combustível e viabilidade para seu uso na indústria do cimento chinesa. Entre as biomassas citadas como já utilizadas em fornos de cimento está a casca do coco, que apresenta um poder calorífico de 16736,98 kJ/kg. Esse valor é maior que o poder calorífico encontrado no carvão mineral (14644 kJ/kg), viabilizando, em termos energéticos, a substituição do combustível fóssil.

Há alguns anos, as atividades de exploração florestal tinham como único objetivo, na maioria de atividades, a madeira para celulose, lâminas, chapas e etc., e os resíduos que possuíam chance de conversão para energia eram deixados no local (COUTO; BRITO, 1980).

Após a exploração madeireira, são deixados, em média, 70 m³/ha de resíduos que possuem diâmetros superiores a 10 cm (BARROS, 2008).

Cascas de Eucalyptus permanecem nas florestas após a colheita da madeira. Realizando a caracterização de tal resíduo como uma possível fonte de energia, foi obtido seu poder calorífico de 17535,14 kJ/kg (CANTIZANI et al., 2016). Como o poder calorífico encontrado é maior que o poder calorífico do carvão mineral (14644 KJ/kg), em termos energéticos, a substituição seria favorável. De acordo com Brito et al. (1979), 1 hectare de floresta de Eucalyptus saligna, com 8 anos de idade em termos de casca, seria o equivalente a 2,4 toneladas de óleo combustível e 6,3 toneladas de carvão vapor médio.

Na Tabela 4, são apresentados os custos relacionados às lascas de madeira e ao carvão mineral, observando-se que, embora o sistema convencional utilizando o carvão mineral como combustível exija menor capital inicial, os sistemas de queima de lascas de madeira trazem economias substanciais em um período de tempo significativamente menor (Maker, 2004).

Tabela 4 – Custo comparativo dos combustíveis para lascas de madeira, 2004.

Combustível	Faixa de preço do combustível por tonelada	Custo bruto do combustível por MBTU	Custo líquido do combustível por MBTU
Carvão	\$100 - \$150	\$4.00 - \$6.00	\$5.70 - \$8.55
Lascas de madeira	\$20-\$34	\$2.00 - \$3.45	\$3.10 - \$5.30

Fonte: Adapted from Marker 2004.

OBS: MBTU - 1 Million BTUs.

e. Bagaço da cana-de-açúcar e palha da cana-de-açúcar

Existe uma indagação a respeito da interferência da produção do etanol celulósico na cogeração (geração concomitante de energia térmica e mecânica, a partir de um mesmo combustível), já que atualmente o bagaço tem como destino a queima em caldeiras gerando energia e, muitas vezes, em quantidade maior que a quantidade que a usina necessita, sendo então passível de comercialização. Grande parte da palha ainda é deixada no campo, todavia, existem estudos para discutir se sua queima é viável, com a possibilidade do aumento da produção de energia gerada atualmente (ROVIERO et al., 2018).

O potencial de geração de energia elétrica pelo setor sucroalcooleiro está relacionado de modo direto à tecnologia empregada, pois temos como consequência os custos unitários (R\$/kW instalado), sendo influenciados pelo efeito escala. Leva-se em conta o tipo de caldeira utilizada para a queima (caldeiras de pressão mais elevada – 40 a 100 bar), tanto como o emprego de turbinas de múltiplo estágio, podem elevar, de modo significativo, a eficiência energética do processo (ROVIERO et al., 2018).

Em termos de poder calorífico, Oliveira (2014) realizou uma avaliação energética da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar em diferentes indústrias sucroenergéticas e, para o poder calorífico do bagaço da cana-de-açúcar, encontraram o correspondente a 16826,40 kJ/Kg. Comparando tal valor com o valor adotado como base para o poder calorífico do carvão mineral (14644 kJ/kg), está acima do mesmo. Logo, o bagaço da cana poderia substituir o carvão mineral nos fornos para produção de clínquer, levando-se em conta somente o poder calorífico dos combustíveis.

Um dos principais resíduos da cana de açúcar é a palha da mesma, que é composta por ponteiros e folhas. Uma prática comum e econômica para as usinas era a queima da palha quando se encontrava ainda no campo, possuindo como objetivo o aumento do rendimento da colheita manual. Porém, tal prática não é mais aceita pelo fato de termos uma melhora na tecnologia empregada na colheita e por leis que proíbem tal ato (PADILLA et al., 2016).

Um estudo com o objetivo de potencializar o uso de resíduos para fins energéticos foi feito por Santos et al. (2018) ao analisar aspectos físicos da produção de combustível sólido a partir da palha da cana de açúcar e braquiária. O poder calorífico encontrado para a palha da cana de açúcar corresponde a 17860,67 kJ/kg e, ao compararmos tal valor com o valor correspondente ao carvão mineral (14644 kJ/kg) vemos que o valor agregado ao combustível renovável é maior, sendo assim, em termos caloríficos a substituição do carvão mineral por palha da cana de açúcar seria viável.

5 CONCLUSÃO

Em termos energéticos, todos os combustíveis de origem vegetal analisados, exceto a casca de arroz, possuem poder calorífico superior ao poder calorífico do carvão mineral. Analisando puramente em termos energéticos, todas as alternativas de substituição seriam

viáveis. Todas as biomassas citadas têm como característica em comum serem resíduos de processos necessários para suprir demandas de mercado.

A biomassa que mais se destaca seja pelo poder calorífico, dificuldade de reciclagem e decomposição, além de sua alta disponibilidade, seria a casca do coco. Como há pesquisas que citam a mesma como um possível combustível renovável para a finalidade a qual o trabalho foi escrito, tal biomassa se tornou a mais interessante.

Para a substituição gradual dos combustíveis fósseis pelos alternativos, uma mistura entre esses combustíveis em composições adequadas poderia ser utilizada para produzir a energia térmica necessária na indústria de cimento.

Apesar de observada a possível viabilidade do uso dos combustíveis fósseis, mais pesquisas necessitam ser realizadas, em termos de teor de cinzas, umidade e peso, para garantir a boa eficiência dos fornos de cimento quando se trata da produção de clínquer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFA LAVAL AALBORG INDUSTRIES. Catálogo de poder calorífico inferior. Petrópolis, RJ. Disponível em: <http://www.aalborg-industries.com.br/downloads/poder-calorifico-inf.pdf>. Acesso em: 23 de março de 2018.
- ALVES, D. A. de H. **Avaliação do potencial energético de resíduos de produção agrícola provenientes do beneficiamento da mandioca e do milho**. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Unidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2014.
- AZUAGA, D. **Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2000.
- BARBOSA, I. R. et al. Caracterização do potencial energético de biomassas. In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2016, . *Anais eletrônicos...* Campinas, GALOÁ, 2018. Disponível em: <<https://proceedings.science/cobeq/cobeq-2016/papers/caracterizacao-do-potencial-energetico-de-biomassas>> Acesso em: 10 mar. 2019.
- BARROS, P.L.C de. Resíduos florestais e as implicações da reserva legal. Disponível em: <www.aeapa.com.br/Doc/TEXTO_LIBERAL.doc.AMAZÔNIA/>. Coordenado por Inocêncio de Sousa Gorayeb - Belém: RM Graph, 2008.: A Mata que vira carvão, por Paulo Contente, Prof. da UFRA 273 - 276p.
- BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 318 p., 2005.

- BRINGHENTI, L.; CABELLO, C. Qualidade do álcool produzido a partir de resíduos amiláceos da agroindustrialização da mandioca. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 36-52, 2005.
- BRITO, J. O. et al. Avaliação das características dos resíduos de exploração florestal do eucalipto para fins energéticos. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 62, 1979.
- CANTIZANI, P. A. et al. Estudo comparativo do poder calorífico da biomassa adquirida de terceiros com a casca de Eucalyptus descartada nas florestas para geração de energia térmica e elétrica. **Integrada, Revista Científica FACOL/ISEOL**, São Paulo, 1. ed., p. 240-251, 2016.
- CARDOSO, B. M. **Uso da Biomassa como Alternativa Energética**. 2012. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.
- CARDOSO, M. S.; GONÇALEZ, J. C. Aproveitamento da casca do coco-verde (Cocos nucifera L.) para produção de polpa celulósica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 321-330, jan.-mar., 2016.
- CARRIJO, O. A., LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca de coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 533-535. 2002.
- CORRÊA, H. Raspa de mandioca em nível de fazenda. **Inf. Agropec**, Belo Horizonte, v. 13, p. 58-61, 1987.
- CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; AYARZA, J. A. C. **Biomassa no Brasil e no mundo**. In: Biomassa para energia. Campinas: Ed. Unicamp, 2008.
- COUTO, H. T.Z.; BRITO, J. O. Inventário de resíduos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. A.1-A.13, jul.1980.
- CUENCA, M. A.; MARTINS, C. R.; JESUS JUNIOR, L. A. **Estatística da Produção de Coco**. 2011. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000fo7hz6ox02wyiv8065610d6ky3ary.html/>>. Acesso em: 11 jan. 2019.
- CUIPING, L. et al. Chemical Elemental Characteristics of Biomass Fuels In China. **Journal of Biomass & Bioenergy**, Amsterdam, v. 27, n. 2, p. 119-130, 2004.
- FARIA, P. B. et al. Processamento da casca de mandioca na alimentação de ovinos: desempenho, características de carcaça, morfologia ruminal e eficiência econômica. **R. Bras. Zootec.**, Piracicaba, v.40, n.12, p.2929-2937, 2011.
- GIUSTI, R. J. Panorama do Coprocessamento Brasil 2016. Associação Brasileira de Cimento Portland, São Paulo, 01 dez. 2016. Disponível em: <<http://coprocessamento.org.br/destaque-home/panorama-do-coprocessamento-brasil-2015>>. Acesso em: 7 set. 2017.
- IBERO MASSA FLORESTAL LTA. Projeto nº 34001: Estudo do potencial energético de calor de cada biomassa/resíduo agrícola e vegetal. ENGASP. São Paulo, 2014.
- JÚNIOR, R. A. R. **Análise da viabilidade do aproveitamento da palha da cana de açúcar para cogeração de energia numa usina sucroalcooleira**. 2009. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, Ilha Solteira. 2009.
- KIHARA, Y.; VISEDO, G. A indústria do cimento e o desenvolvimento do Brasil. Associação Brasileira de Cimento Portland, 2014. Disponível em :<

<http://www.abcp.org.br/cms/imprensa/a-industria-do-cimento-e-o-desenvolvimento-do-brasil/>. Acesso em: 7 set. 2017.

KOOPMANS, A.; KOPPEJAN, J. Agricultural and forest residues: generation, utilization and availability. In: REGIONAL CONSULTATION ON MODERN APPLICATIONS OF BIOMASS ENERGY, Malasia: FAO: Kuala Lumpur, 23 p. 1997.

LECHTENBERG, D. The Use of Alternative Fuels in the Cement Industry of Developing Countries – an opportunity to reduce production costs? *Cement International* 7, no. 2:66- 70, 2009.

MARQUES, J. A. et al. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **R. Bras. Zootec.**, Piracicaba, v. 29, n. 5, p. 1528-1536, 2000.

MURRAY, A.; PRICE, L. Use of Alternative Fuels in Cement Manufacture: Analysis of Fuel Characteristics and Feasibility for Use in the Chinese Cement Sector. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory: Berkeley, 2008.

OLIVEIRA, A. F. S. **Avaliação energética da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar em diferentes indústrias sucroenergéticas**. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Produção) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, São José dos Campos. 2014.

PADILLA, E. R. D. et al. Produção e Caracterização Físico-Mecânica de Briquetes de Fibra de Coco e Palha de Cana –de-Açúcar. **Revista Virtual Química**, Niterói, v.8, n.5, p.1334- 1346, 2016.

PROTÁSIO, T. P.; BUFALINO, L.; TONOLI, G. H. D. Relação entre o poder calorífico superior e os componentes elementares da biomassa. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 3, n. 66, p. 113-122, 2011.

RAHMAN, A. et al. Impact of alternative fuels on the cement manufacturing plant performance: an overview. **Procedia Engineering**, Amsterdã, v. 56, p. 393 - 400, 2013.

RAVEENDRAN, K.; GANESH, A.; KHILAR, K. C. Influence of mineral matter on biomass pyrolysis characteristics. **Fuel**, Amsterdam, v. 74, p. 12-22, 1995.

ROSA, M. F. et. al. Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola. Comunicado Técnico, 54. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 6. 2001.

ROVIERO, J. P. et al. Poder calorífico da palha e do bagaço de cana após pré-tratamento e hidrólise. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA AMBIENTAL E DE BIOCOMBUSTÍVEIS.

CIENCIA & TECNOLOGIA, 2018, Jaboticabal. *Anais...*, Jaboticabal: Fatec-JB, 2018, v. 10, p. 37-42, 2018.

SALAZAR, R. F. S.; SILVA, G. L. P.; SILVA, M. L. C. P. Estudo da composição da palha de milho para posterior utilização como suporte na preparação de compósitos. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2005, Lorena. *Anais...*, Lorena: Faculdade de Engenharia Química de Lorena (FAENQUIL), 2005. p.7.

SANTOS, L. R. O. et al. Produção de combustíveis sólidos a partir da palha da cana-de- açúcar e braquiária. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Palotina, v.7, n.2, p.266- 279, 2018.

- SCHINDLER, A. K. et al. Alternative Fuel for Portland Cement Processing. Auburn University (U.S. Department of Energy), set. 2012.
- SCHMIDT, M. et. al. Blended Cements in ‘Innovations in Portland Cement Manufacturing’ (Ed.) JI Bhatti, F MacGregor, SH Kosmatka, Portland Cement Association, Skokie, Illinois. p. 1107-1148, 2004.
- SILVA, A. L. F. **Compostagem de casca de mandioca e seus efeitos sobre as propriedades químicas e biológicas do solo**. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Acre - UFAC, Acre. 2010.
- SILVA, A. M.; BENTES, M. A.; MEDRADO, S. B. Estudo da utilização da biomassa em substituição parcial ao carvão mineral na fabricação do coque na coqueira da CSN. **Revista Tecnologia em Metalurgia e Materiais**, São Paulo, v. 5, n. 1, p.40-45, 2011.
- Sindicato Nacional da Indústria do Cimento. **Relatório anual 2010**. Rio de Janeiro, 2010.
- Sindicato Nacional da Indústria do Cimento. **Relatório anual 2012**. Rio de Janeiro, 2012.
- SOUZA, B. D. **Estudo do uso de carvão vegetal no sistema de aquecimento dos fornos de produção do clínquer de cimento portland**. Resumo do relatório PIBIC – Pontifícia Universidade Católica, Departamento de Engenharia de Materiais - PUC-RIO, Rio de Janeiro, 2011.
- TEIXEIRA, E. C; FELTES, S; SANTANA, E. R. R. Estudo Das Emissões De Fontes Móveis Na Região Metropolitana De Porto Alegre, Rio Grande Do Sul. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, p. 244, 2008.
- TEIXEIRA, S. T. et al. Reciclagem Agrícola de Manipueira e Casca de Mandioca. Comunicado técnico, 179. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, p. 6. 2011.
- VAKKILAINEN, E.; KUPARIEN, K.; HEINIMÖ, J. Large Industrial Users of Energy Biomass. **IEA Bioenergy. Task 40: Sustainable International Bioenergy Trade**. Lappeenranta University of Technology, Finlândia, 2013.
- VALE, A. T.; DANTAS, V. F. S.; ZAMBRZYCKI, G. C. Potencial Energético dos Resíduos da Cultura do Milho (Zea mays). **Evidência**, Joaçaba, v. 13, n. 2, p. 153-164, jul./dez 2013.

Aspectos gerais do tratamento de cessação ao tabagismo: Uma revisão de literatura

Joaquim Horácio de Araújo Neto

Márcia Jordana de Araújo

Ana Aline Kércia de Araújo

Ana Flavia Vasconcelos de Paula

Rafaelly Maria Pinheiro Siqueira

Registro DOI: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol12ed2.446>

Resumo

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico sobre o tratamento de cessação do tabagismo procurando enfatizar as políticas, as medicações utilizadas, e outras informações inerentes ao consumo de produtos derivados do tabaco. Para tal, realizou-se um levantamento bibliográfico nas bases de dados SciELO, Medline e PubMed, com trabalhos publicados entre os anos de 2007 e 2018. Os resultados demonstram que no Brasil possui muitas políticas relacionadas que estimulam o tratamento de cessação, oferecendo o serviço gratuito tendo os adesivos transdérmicos como terapia farmacológica de primeira escolha. O farmacêutico desempenha importante função nas orientações técnicas. Portanto, torna-se importante o conhecimento sobre os aspectos gerais do tabagismo, pois, por se tratar de uma política em construção, ainda são escassas as produções sobre os limites e potencialidades dessa política no Brasil.

Palavras-chave: Tabagismo. Cessação Tabágica. Tabaco.

General aspects of the smoking cessation treatment: A review of the literature

Abstract

The objective of this study was to conduct a literature review on the treatment of smoking cessation, emphasizing the policies, medications used, and other information related to the consumption of tobacco products. A bibliographic survey was carried out in the SciELO, Medline and PubMed databases, with papers published between the years 2007 and 2018. In Brazil, there are many related policies that stimulate cessation treatment, offering free service having the transdermal patches as a first-line pharmacological therapy. The pharmacist plays an important role in the technical guidelines. Therefore, knowledge about the general aspects

of smoking becomes important, since it is a policy under construction, there are still few productions about the limits and potentialities of this policy in Brazil. Key-words: Maned wolf. Environmental enrichment. Behavior. Zoo. Enclosure.

Recebido em 05/06/2019 Aceito em 21/06/2019

1 INTRODUÇÃO

O tabagismo está classificado como uma das principais causas evitáveis de mortes no mundo. Dados epidemiológicos estimam que haja cerca de 1,1 bilhões de pessoas fumantes, fato esse que qualifica o tabagismo como uma doença pandêmica sendo representada como uma das principais ameaças à Saúde Pública. Aproximadamente 80% dessa população, habitam países subdesenvolvidos, sendo responsável por mais de 6 milhões de óbitos por ano relacionados com a prática habitual do uso direto do tabaco e 890 mil relacionados a exposição passiva ao fumo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2018).

No Brasil, cerca de 24,6 milhões de pessoas são usuários do consumo de produtos derivados do tabaco, fumado ou não fumado, de uso diário ou ocasional. A prevalência entre os homens é de 21,6% totalizando 14,8 milhões de indivíduos. E entre as mulheres, a prevalência é de 13,1% o que equivale a 9,8 milhões de pessoas do sexo feminino (INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER, 2018).

Calcula-se que a cada ano mais de 156 mil pessoas venha a óbito por aparecimento de doenças associadas ao uso do tabaco, seja de forma ativa ou passiva (FOROUZANFAR et al., 2016).

Mais de 50 doenças estão relacionadas com os componentes tóxicos do tabaco. Dentre elas, as doenças respiratórias (DPOC, asma, bronquite, infecções respiratórias, enfisema pulmonar), doenças cardiovasculares (infarto agudo do miocárdio, trombose, acidente vascular cerebral, aneurisma e angina). E além destas, também estão relacionadas com os mais diversos tipos de câncer: câncer de pulmão, esôfago, faringe, laringe, estômago, rim, pâncreas, colo do útero e leucemias (SOARES et al., 2014).

Como consequências, os custos para o país somam R\$ 57 bilhões por ano, sendo R\$ 39,3 bilhões utilizados para assistência médica e tratamento, e R\$ 17,7 bilhões pela invalidez devido a perda da capacidade produtiva na população economicamente ativa (PINTO et al., 2017).

Desse modo, vem sendo articulado desde a década de 80 sob a concepção da promoção da saúde, as estratégias de controle do tabagismo no Brasil pelo Ministério da Saúde através do Instituto Nacional do Câncer - INCA, com o Programa Nacional de Controle do Tabagismo - PCNT (COSTA et al., 2018).

A criação desse programa objetivou a redução dos consumidores de tabaco bem como as consequentes doenças associadas a ele. Suas intervenções ocorrem através de ações educativas e de atenção à saúde, de forma a oferecer suporte, alertar a população sobre os riscos e prevenir, assim, a iniciação do uso de derivados do tabaco, principalmente na população jovem e no tratamento do tabagismo no Sistema Único de Saúde (SUS), combatendo a dependência física e química (SILVA, 2014).

O grau de dependência é determinado pela equipe multiprofissional que respeita o protocolo de atendimento que é iniciado pelo acolhimento, preenchimento da ficha, história tabagística e encaminhamento para intervenções relacionadas a saúde mental e acompanhamento de atividades grupais, individuais e farmacológicas (INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER, 2015).

O presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico sobre o tratamento de cessação do tabagismo procurando enfatizar as políticas, as medicações utilizadas, e outras informações inerentes ao consumo de produtos derivados do tabaco.

2 METODOLOGIA

Este trabalho tratou-se de uma revisão bibliográfica, classificada como integrativa, pois foi elaborada e executada a partir de uma análise crítica das publicações escolhidas possibilitando a construção de conclusões oriunda de um estudo variado. Foram analisados trabalhos no período entre os anos de 2007 e 2018, incluindo artigos científicos, teses e dissertações, notícias relacionadas ao tabagismo e tratamento de cessação do consumo de produtos derivados do tabaco encontradas nas bases de dados SciELO, PubMed e MEDLINE. O critério de exclusão utilizado foram publicações anteriores ao ano de 2007. Sendo assim foram avaliados um total de 48 publicações para elaboração deste trabalho. Os descritores utilizados foram: tabagismo, cessação tabágica e tabaco.

3 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Aspectos gerais do tabagismo

Sabe-se que tabagismo é uma denominação atribuída ao consumo de tabaco, que no universo científico recebeu o nome de *Nicotiana tabacum* como forma de homenagem ao embaixador da França na década de 80 do século XVI, Jean Nicot. O embaixador já desconfiava que o vegetal possuísse grande potencial medicinal. No século XVII, Catarina de Médicis, uma monarca da época, tomando conhecimento dos efeitos do tabaco, passou a fumar na tentativa de aliviar fortes dores de cabeça a que era acometida. Tendo resultados positivos, passou a indicar para amigos, familiares e assim sucessivamente. Desta forma, rapidamente o hábito do consumo de tabaco passou a ser largamente disseminada à nobreza do continente europeu (COSTA et al., 2018).

Em pouco tempo difundiu-se para os outros continentes sendo usados através da mastigação das folhas ou mediante a inalação na modalidade de rapé, charutos, cachimbos e em sua forma mais atual, o cigarro. Foram identificadas mais de 4.720 substâncias presentes na fumaça do cigarro. Mais de 200 delas, são consideradas tóxicas, como a terebintina, formol, amônia, naftalina, e 50 delas são cancerígenas. Além disso, encontra-se também a nicotina, princípio ativo responsável por causar dependência química. Tais circunstâncias estão relacionadas com ocorrência de mais de 50 doenças, destacando as mais incidentes: câncer de pulmão (90%); bronquite crônica (85%); enfisema pulmonar (85%); infarto (25%) e derrame cerebral (25%) (INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER, 2015).

Atualmente, existe uma estimativa de que quase 5 milhões de pessoas morrem devido a complicações provocadas pelo uso do tabaco. Nesse ponto de vista, providências devem ser tomadas, caso contrário, indicadores apontam que no ano de 2020 esses índices de mortalidade relacionados com o tabagismo aumentem significativamente, podendo chegar aos impressionantes 8 milhões de mortes. O mais preocupante é que ao longo desse tempo houve um drástico aumento do fumo em países em desenvolvimento acometendo em especial os homens (PINTO; RIVIERE; BARDACH, 2015).

O tabagismo passivo também preocupa e é grave problema de saúde pública. Mundialmente, 40% das crianças, 35% das mulheres e 33% de homens que não fazem uso do tabaco, estão expostos à fumaça de seus derivados. Em paralelo, agrava essa situação, a estimativa de aproximadamente 600 mil mortes por ano, dentre os quais 26% em homens, 28% em crianças e 47% em mulheres (OBERG, 2011).

No Brasil, segundo Monteiro et al. (2007), houve uma redução da prevalência do tabagismo de 34,8% para 22,4% no período de 1989 a 2003. Estudos recentes feitos pelo INCA indicam que em 2018 a prevalência diminuiu para 10,2%, o que representou uma redução importante quando comparada com os dados de 1989. O resultado positivo no controle do tabagismo no Brasil observado nas últimas décadas se deu pelas inúmeras ações desenvolvidas pelas políticas nacional do controle do tabaco.

Políticas nacionais do controle do tabaco

Estima-se que no Brasil, 156.200 pessoas venham ao óbito a cada ano por doenças ocasionadas pela prática do fumo ativo ou passivo, mortes essas que são mais comuns em populações mais vulneráveis. Calcula-se que o custo, para o país, das consequências da prática tabagista aproxime-se de 57 bilhões por ano, configurando 39,5 bilhões com gastos da assistência médica e tratamento e 17,5 bilhões pela perda da produtividade e invalidez (PEREIRA et al., 2018).

Diante destes dados alarmantes, muitas políticas antitabagistas foram desenvolvidas. Em 1986 foi lançado no Brasil, através do Ministério da Saúde e o Instituto Nacional do Câncer (INCA), o Programa Nacional de Controle do Tabagismo (PNCT), que apresenta medidas de regulamentação e comércio de produtos provenientes do tabaco, envolvendo medidas preventivas para que as pessoas não venham iniciar o hábito de fumar, medidas de cessação ao tabagismo, e medidas de proteção à saúde dos usuários que não são fumantes (MENDES et al., 2016).

O Programa objetiva minimizar a prevalência de fumantes e de doenças relacionada ao consumo de derivados do tabaco, adotando um instrumento lógico de ações educativas, de comunicação, de atenção à saúde, em conjunto com a implantação de medidas legislativas e econômicas, para potencializar a prevenção à iniciação do tabagismo, principalmente entre os jovens. O PNCT articula a Rede de Tratamento do Tabagismo no SUS, as Campanhas e outras ações educativas e a Promoção de Ambientes Livres de Tabaco (BRASIL, 2015).

A lei Federal 9.294/96 de 15 de julho de 1996 amparou de certa forma as ações antitabagistas, proibindo as propagandas que tivessem um conteúdo com potencial capacidade de indução ao consumo de cigarros e derivados do tabaco. Além disso, embora seja lícito, o

tabaco passou a ser visto como uma droga com alto poder prejudicial para a saúde, devido as suas inúmeras substâncias tóxicas (COSTA et al., 2018).

As políticas brasileiras para o controle do tabagismo tiveram avanços nos últimos vinte anos. Algumas ações contribuem de forma eficaz para a redução de fumantes, podendo citá-las como exemplo o fortalecimento de campanhas educativas, aumento de impostos sobre os cigarros, proibição do fumo em ambientes fechados e à criação de programas de apoio aos fumantes que pretendem abandonar o vício (MORAES, 2015).

O interesse e a ativa participação popular também se tornam essencial para o desenvolvimento de novas políticas públicas de controle do tabagismo. Alguns trabalhos feitos através de redes sociais contribuíram para o aumento da conscientização sobre os danos associados ao tabagismo e das medidas eficientes para a prevenção do uso do tabaco e para a proteção da saúde dos brasileiros (PORTES et al., 2018).

Diante de Tantas ações realizadas para o combate do tabagismo, o maior adversário é a nicotina, devido sua elevada capacidade de dependência, promovendo intensa sensação de prazer diminuindo a ansiedade e o apetite. Essas sensações fortalece a atração dos usuários e principalmente para aqueles que usam o tabaco como forma de esquecer suas angústias e seus problemas de forma momentânea (RABAHI; ALCÂNTARA, 2015).

Dependência ao tabagismo

A Nicotina é a molécula responsável pelo desenvolvimento da dependência da droga. É um composto orgânico, e é o principal alcalóide presente no *Nicotiana tabacum* estando presente em todo o vegetal, sendo que 5% de sua quantidade total está presente nas folhas (GOLAN et al., 2014).

A dependência a nicotina envolve uma série de fatores complexos, farmacológicos, comportamental e psicológico de cada pessoa. Está diretamente associada à quantidade diária de cigarros fumados, vulnerabilidade genética, tempo de exposição e condições socioeconômicas (AVEYARD et al., 2018).

Para Cappelletti (2017) a dependência a nicotina compreende o uso exagerado do fumo de maneira compulsiva, sem que o mesmo tenha a capacidade de parar ou ficar sem fumar por vontade própria por um tempo determinado, ou apresentar resistência para parar devido à síndrome de abstinência e desejo incontrolável para fumar.

A Síndrome de abstinência e a dependência nicotínica estão classificadas como doença e tem critérios muito bem definidos, podendo ser avaliados pelo questionário de Fagerstron. Tem como sintomas fissuras, desconforto a nível gastrointestinal, bradicardia, ansiedade, insônia, euforia, aumento do apetite e, conseqüentemente, o aumento de peso (FERREIRA, 2014).

Além da dependência, outro fator que pode influenciar na cessação tabágica, é o ganho de peso. Estudos apontam que as pessoas que fumam pesam menos que pessoas que não fumam, e aumentam cerca de 4 a 5 Kg nos primeiros 3 meses após a cessação do hábito de fumar devido ao considerado aumento no consumo de energia somando-se com a perda do efeito termogênico proporcionada pelo princípio ativo. O ganho de peso, pode se tornar um desestimulador para as pessoas que pretendem parar de fumar (SILVA et al, 2016).

A nicotina entra no organismo através da inalação da fumaça, sendo absorvidas pelos alvéolos pulmonares e é transportada para o cérebro através do sangue. Aproximadamente 25% da droga inalada durante a prática fumígena consegue chegar ao sangue e atingir o encéfalo. Todo esse processo acontece em um período de 15 segundos (PUPULIM et al., 2015).

O tempo de meia-vida da nicotina é de aproximadamente duas horas. No cérebro, se liga em receptores colinérgicos nicotínicos denominados nAChR. Esses receptores (nACh) são os principais envolvidos na dependência. São formados por cadeias polipeptídicas com subunidades $\alpha 4$ e $\beta 2$. O contato da nicotina com esses receptores faz com que os mesmos sofram alterações conformacionais, promovendo a entrada de íons Na^+ e Ca^{+2} . Esse evento impossibilita que a acetilcolina se ligue fisiologicamente. A passagem desses íons faz com que ocorra um fenômeno de despolarização que propaga o impulso nervoso até a região mesolímbica, onde se localiza o sistema de recompensa cerebral (GOLAN et al., 2014).

O sistema de recompensa cerebral consiste em neurônios dopaminérgicos na área tegmental ventral do mesencéfalo e em outras regiões cerebrais, como o núcleo acumbens e outras regiões estriatais ventrais. São nessas regiões onde ocorrem os fenômenos de tolerância e da vontade incontrolável em fumar em função da abstinência nicotínica.

A despolarização gerada nos neurônios da área tegmental do sistema de recompensa cerebral, resulta na liberação de dopamina. A dopamina é um neurotransmissor produzido a partir dos aminoácidos essenciais como a tirosina, que influencia diretamente nas reações de movimento, na emoção, no sono e etc (BRUNTON; CHABNER; KNOLLMANN, 2012).

Em pessoas tabagistas, a dopamina produz um efeito de reforço positivo. Estudos mais avançados em sobre a dependência, afirma que todas as drogas que induzem à dependência desencadeiam nos indivíduos os sintomas de euforia e prazer, agindo como reforçadoras positivas, sendo necessário um tratamento medicamentoso e psicológico para a cessação do vício (SILVA et al., 2016).

Tratamento farmacológico para cessação do tabagismo

A terapêutica farmacológica é muito importante devido ao seu percentual de sucesso ser superior aos demais métodos. O tratamento farmacológico está indicado para paciente que já apresentam uma dependência da nicotina classifica como moderada ou elevada, que fume mais de 10 cigarros, que apresente um resultado a partir de 5 no teste de Fagerstron e que tenha motivação suficiente para parar definitivamente do uso de produtos que contenha a nicotina (SILVA, 2015).

Os medicamentos utilizados para esse fim terapêutico são classificados como fármacos de primeira escolha por apresentarem um efeito mais eficaz sem muitas reações adversas, e os fármacos de segunda escolha por serem menos eficazes com mais efeitos adversos. Nos de primeira escolha estão o tratamento de substituição da nicotina (TSN), a vareniclina e a bupropiona. Dentre os fármacos de segunda escolha estão a nortriptilina e a clonidina (ROLLEMBERD et al., 2018).

Fármacos de primeira escolha

O tratamento de reposição de nicotina foi o primeiro método farmacológico utilizado para o tratamento do tabagismo. Existem diversos tipos de apresentação podendo estar nas seguintes formas farmacêuticas: adesivos transdérmicos, gomas de mascar, pastilhas, comprimidos, inalador ou spray nasal. Ambas as formas possibilitam uma maior eficácia no tratamento melhorando a adesão (MARTINS; CAPELA, 2010).

Com a administração da nicotina, seja por qual for a apresentação farmacêutica utilizada, matem o organismo com concentrações cada vez menores, minimizando os sintomas da abstinência e reduzindo a exposição do usuário aos efeitos nocivos das demais substâncias presentes no cigarro. A forma farmacêutica mais utilizada para o tratamento de reposição de

nicotina são os adesivos transdérmicos e as gomas de mascar. Os adesivos transdérmicos são fixados na pele liberando a nicotina na circulação por absorção cutânea. Na medida em que o tratamento avança, as doses de nicotina nos adesivos decrescem a cada dia, até chegar ao placebo (GARCIA, 2018).

O sistema público de saúde distribui o medicamento de forma gratuita para os usuários que estão em tratamento de cessação do tabagismo. A posologia mais usual (Quadro 1), para pacientes muito dependente se aplica um adesivo a cada 24 horas iniciando com 21 mg/dia durante seis semanas, diminuindo para 14 mg/dia durante mais duas semanas e depois 7 mg/dia durante uma ou duas semanas. Em fumante com um menor grau de dependência utilizam-se doses menores por 16 horas iniciando o tratamento com um adesivo de 15 mg/dia durante seis semanas, reduzindo para 10 mg/dia durante duas semanas e por fim, 5 mg/dia por mais duas semanas (LEMES et al., 2017).

Quadro 1 - As principais apresentações, via de administração, dosagens e principais reações adversas das formulações de nicotina.

Apresentação	Administração	Dosagens	Reações adversas
Goma	Bucal	2 mg / 4 mg	Irritação da mucosa oral e faríngea; dor e hipertrofia dos músculos masseterianos; indigestão e soluço.
Pastilha	Bucal	1mg / 1,5mg / 2 mg / 4 mg	Irritação local; complicações digestivas; soluço e aumento de salivação.
Comprimido	Sublingual	2 mg / 4 mg	Irritação local; boca seca; tosse e soluço.
Adesivo Transdérmico	Transdérmica	16 h: 15/10/5 mg 24 h: 21/14/7 mg	Irritação cutânea; prurido; cefaleia e insônia e mialgias.

Fonte: LEMES et al., 2017.

Outro medicamento utilizado é a bupropiona. Trata-se de um medicamento da classe dos antidepressivos não tricíclicos que tem como mecanismo de ação a inibição da recaptção

de dopamina e de noradrenalina no neurônio pré-sináptico. Não se sabe ao certo, mas provavelmente sua ação nas vias dopaminérgicas central seja o mecanismo biológico responsável pela diminuição da vontade incontrolável de fumar nos pacientes que estão em tratamento com abstinência da nicotina (DANTAS et al., 2016).

No início do tratamento utiliza-se um comprimido de 150 mg duas vezes ao dia dando um intervalo de oito horas entre uma dose e outra, devido seu efeito colateral ser provocar insônia sendo recomendado que a segunda dose coincida com o final da tarde ou início da noite. O tratamento com a bupropiona deve ser iniciado em pelo menos uma semana antes da abstinência para que seus níveis plasmáticos estejam constantes em concentrações ideais (ADHIKARI, 2014).

O tratamento deve continuar por três ou quatro meses com as doses de 300 mg/dia podendo ser associados com a terapia de reposição da nicotina em pacientes que tenha recaído e não conseguiram alcançar o objetivo terapêutico de abstinência total somente com a medicação de reposição nicotínica (ERVILHA, 2018).

Os efeitos colaterais da bupropiona mais relatados são: dor de cabeça, insônia boca seca, *rash* cutâneo e urticária, sendo esses muitas vezes os motivos pela interrupção do tratamento. Um dos benefícios relatados na literatura é seu efeito no ganho de peso que é comum em pacientes que deixam de fumar. Estudos mostram que pacientes tomando placebo ganharam mais peso que os pacientes que tomaram a medicação ativa (MOURA, 2014).

A vareniclina é um medicamento sintético produzido a partir da extração do alcaloide da planta *Cytisus laburnum*, tendo sua utilização no tratamento do tabagismo. Este medicamento possui um percentual de sucesso terapêutico bem maior que os demais medicamentos mencionados como de primeira escolha. (ERWIN; SLATON, 2014).

O mecanismo de ação da vareniclina consiste na ativação parcial dos receptores nicotínicos da acetilcolina, semelhante aos efeitos da provocado pela nicotina. Esse mecanismo ao ocupar parcialmente os receptores nicotínicos, reduz a vontade de fumar e aos poucos o usuário perde o hábito de consumir produtos fumígenos (MAGALHÃES; CAMARGO; SPINOSA, 2016).

O tratamento inicia-se de uma a duas semanas antes do dia programado para a abstinência. A posologia consiste em um aumento progressivo da dose para evitar possíveis eventos adversos por via oral: nos três primeiros dias usa-se 0,5 mg/dia; do quarto ao sétimo dia usa-se 0,5 mg duas vezes por dia; do oitavo dia até o fim do tratamento usa-se 1 mg duas

vezes por dia. O tratamento normalmente tem duração de doze semanas, mas dependendo da condição clínica do paciente pode se estender por mais doze semanas (MARTINS; CAPELA, 2010).

O medicamento é contra indicado para mulheres gestantes ou que esteja na fase de aleitamento, e para menores de 18 anos. Geralmente os pacientes tem uma boa adesão terapêutica e tem poucas interações farmacológicas. As reações adversas mais relatadas são: náuseas, cefaleia, insônia, tontura e pesadelos. Foram relatados também alguns poucos casos de depressão e suicídio relacionados com o método terapêutico (BARBOZA, 2018).

Fármacos de segunda escolha

A nortriptilina é um fármaco que pertence a classe dos antidepressivos tricíclicos, utilizados para o tratamento da depressão. Atua inibindo a recaptção de noradrenalina e da serotonina. Não está bem elucidado o seu mecanismo na cessação do tabagismo, mas imagina-se que esteja ligeiramente relacionado com a substituição dos efeitos da nicotina e na prevenção da depressão que é bem comum nos pacientes que estão em tratamento antitabagismo (CORONADO et al., 2018).

Normalmente, em pacientes que pretendem parar de fumar usa-se doses de 75 a 100 mg/dia. No início do tratamento usa-se 50 mg/dia ou gradualmente 25 mg por três dias, dobrando a dose durante quatro dias, e em seguida chegando a 75 mg/dia durante 12 semanas. A administração das doses deve ser iniciada em pelo menos duas a três semanas antes do início da abstinência do tabaco (MARTINS, 2016).

As reações adversas mais relatadas são: distúrbios visuais, cefaleia, boca seca, distúrbios intestinais, tremores, fadiga e taquicardia (MARTINS; CAPELA, 2010).

A clonidina é um medicamento cujo seu mecanismo de ação está classificada farmacologicamente como agonista dos receptores α_2 adrenérgico sendo geralmente utilizado por pacientes em tratamento de hipertensão e para redução dos sintomas da abstinência de álcool e opiáceos. No entanto alguns estudos relatam que a sua utilização vem sendo recorrente em paciente que estão fazendo a terapia antitabagismo (BARBOZA et al., 2016).

A dose utilizada para a terapia antifumo é de 0,15 a 0,75 mg por dia pro um período que pode variar de três a dez semanas. Durante o período de tratamento é necessário reajustes de doses e uma observação ativa para evitar possíveis ocorrências de efeitos adversos. Na

literatura, os eventos adversos mais relatados são: insônia, depressão, tonturas, boca seca, fadiga e hipotensão ortostática. É um medicamento contra indicado na gravidez (BARAONA et al., 2017).

Cuidado do profissional farmacêutico na cessação do tabagismo

O farmacêutico em sua essência tem o dever de assegurar e zelar pela saúde pública atuando de forma a contribuir com a promoção da saúde e com a adoção de medidas educativas para conscientizar e orientar a população sobre bons hábitos. Também tem como dever assegurar uma correta orientação durante a dispensa de medicamentos assegurando que o usuário receba importantes informações sobre o uso dos medicamentos garantindo ao mesmo um tratamento com qualidade e seguro (SANTANA et al., 2018).

Seguindo essa linha de raciocínio, o profissional farmacêutico, cumprindo com seus deveres e obrigações devem estimular aos usuários fumantes, a cessação dessa prática tão prejudicial para a saúde. Além de conhecer com profundidade sobre ações farmacológicas a respeito, pesquisas mostram que o farmacêutico é um profissional que está próximo aos pacientes, e que pode mais facilmente acompanhá-los ou aconselhá-los no tratamento e na melhor opção terapêutica (BENEZECH; CHAMPANET; ROUZAUD, 2018).

Alguns estudos enfatizam de forma positiva o aconselhamento farmacêutico para uma adesão satisfatória para o tratamento terapêutico da cessação da prática tabágica comprovando que os pacientes que foram acompanhados por um profissional tiveram melhores resultados que os pacientes que não tiveram acompanhamento. Além disso as unidades em que havia intervenções por farmacêuticos tiveram reduções nos custos, tanto da unidade como para os próprios pacientes (BOCK et al., 2010).

Cada paciente reage de uma diferente às abordagens, portanto é necessário que o profissional realize o aconselhamento de forma delicada que envolva empatia com perguntas abertas e reflexivas sem que haja um confronto direto ou uma oposição com suas ideias (FRANÇA et al., 2015).

Durante a abordagem, o profissional farmacêutico deve procurar obter o máximo de informações possíveis a respeito da história de consumo, da motivação, ou de outros assuntos que possam interferir na terapêutica ou na adesão da mesma. O paciente deve ficar ciente sobre

os riscos de continuar fumando e os benefícios de deixar o vício de lado (CASTELLANO, 2018)

Estando motivado a parar de fumar, deve ser preparado para iniciar o tratamento. O farmacêutico juntamente com o médico deve elaborar um plano terapêutico de acordo com as necessidades do paciente, estabelecendo datas, objetivos, metas terapêuticas, resultados esperados e etc. Deve-se manter o contato com o paciente marcando encontros rotineiros para monitorar a adesão terapêutica para novas orientações ou para alertar o mesmo sobre possíveis efeitos desagradáveis relacionados com a interrupção da prática tabágica ou efeitos adversos importantes (WOOLRYCH; PATERSON; TAN, 2013).

4 CONCLUSÃO

Pode se concluir com a realização deste trabalho, que é muito importante o conhecimento sobre os aspectos gerais do tabagismo, sobre os aspectos farmacológicos, sobre as políticas públicas e sobre o tratamento de cessação tabágica. Sendo o tabagismo um problema de saúde pública, necessita-se de pesquisas sobre a temática que possam servir como referência para o embasamento de novos estudos e novas discussões sobre a temática. Portanto este trabalho contribui com o fortalecimento do acervo literário, pois, por se tratar de uma política em construção, ainda são escassas as produções sobre os limites e potencialidades dessa política no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADHIKARI, D. et al. A Discussion about Modalities of Smoking Cessation in Perioperative Phase for Addicts: A Review Article. **Journal of Addiction Medicine on Therapeutic Science**, v. 1, n. 1, p. 102-110, 2014.

AVEYARD, P. et al. Nicotine preloading for smoking cessation: the preloading RCT. **Health technology assessment**, v. 22, n. 41, p. 1-84, 2018.

BARAONA, L. K. et al. Tobacco harms, nicotine pharmacology, and pharmacologic tobacco cessation interventions for women. **Journal of Midwifery & women's health**, v. 62, n. 3, p. 253-269, 2017.

BARBOZA, J. L. et al. An update on the pharmacotherapeutic interventions for smoking cessation. **Expert opinion on pharmacotherapy**, v. 17, n. 11, p. 1483-1496, 2016.

BARBOZA, J. L. **Pharmaceutical strategies for smoking cessation during pregnancy.** 2018. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14656566.2018.1538353>> Acesso em: 02 dez. 2018.

BENEZECH, B. B.; CHAMPANET, B.; ROUZAUD, P. Smoking cessation at the pharmacy: feasibility and benefits based on a French observational study with six-month follow-up. **Substance abuse and rehabilitation**, v. 2018, n. 9, p. 31-42, 2018.

BOCK, B. et al. A Tailored intervention to support pharmacy-based counseling for smoking cessation. **Nicotine&tobacco Research**, v. 12, n. 3, p. 217-225, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional do Câncer. **Comissão Nacional Para implantação da Convenção-Quadro para controle do tabaco (Conicq).** Rio de Janeiro. 2015. 62f. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/convencao_quadro_para_controle_do_tabaco_texto_oficial.pdf> Acesso em: 25 out. 2018.

BRUNTON, L. L.; CHABNER, B. A.; KNOLLMANN, B. C. **As bases farmacológicas da terapêutica de Goodman e Gilman.** 12. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

CAPPELLETTI, K. **Redução de tabagismo: projeto de intervenção em unidade básica de saúde.** 2017. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em saúde da família) - Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre - UFCSPA, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<https://ares.unasus.gov.br/acervo/handle/ARES/9190>> Acesso em: 05 out. 2018.

CASTELLANO, M. V. C. O. Abrindo as janelas de oportunidade para tratar o tabagismo. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 44, n. 3, p. 178-179, 2018.

CORONADO, N. G. et al. Current and emerging pharmacotherapies for cessation of tobacco smoking. **The journal of human. Pharmacology and drug therapy**, v. 38, n. 2, p. 235-258, 2018.

COSTA, S. C. R. et al. Revisão bibliográfica: políticas públicas do tabagismo no Brasil. **Jornal de Ciências da Saúde HU-UFPI**, v. 1, n. 2, p. 97-104, 2018.

DANTAS, D. R. G. et al. Tratamento do Tabagismo no Brasil, com bupropiona ou vareniclina: uma revisão sistemática. **Revista de saúde e ciências**, v. 5, n. 1, p. 61-75, 2016.

ERVILHA, R. R. **Avaliação dos fatores facilitadores e dificultadores da cessação do uso do tabaco através de um serviço de intervenção mediado por internet.** 2018. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Mestrado em saúde coletiva) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018. Disponível em:

Revinter, v. 12, n. 02, p. 66-83, jun. 2019.

<<http://repositorio.ufjf.br:8080/xmlui/bitstream/handle/ufjf/6856/rafaelarussiervilha.pdf>>
Acesso em: 27 nov. 2018.

ERWIN, B. L.; SLATON, R. M. Varenicline in the treatment of alcohol use disorders. **Annals of pharmacotherapy**, v. 48, n. 11, p. 1445-1455, 2014.

FERREIRA, D. A. J. **Uso de tabaco e dependência de nicotina em idosos: uma revisão integrada**. 2014. 17f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Atenção Básica em saúde da família) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <<http://bdm.unb.br/handle/10483/10779>> Acesso em: 05 out. 2018.

FILHO, A. D. de O. et al. The 8-item Morisky Medication Adherence Green Scale: validation of a Brazilian-Portuguese version in hypertensive adults. **Elsevier**, v. 10, n. 3, p. 554-561, 2014.

FOROUZANFAR, M. H. et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. **The Lancet**, v. 388, n.10053, p. 1659-1724, 2016.

FRANÇA, S. A. S. et al. Fatores associados à cessação do tabagismo. **Revista de Saúde pública**, v. 49, n. 10, p. 2-8, 2015.

GARCIA, T. et al. Avaliação de um tratamento para cessação do tabagismo iniciado durante a hospitalização em pacientes com doença cardíaca ou doença respiratória. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 44, n. 1, p. 42-48, 2018.

GOLAN, D. E. et al. **Princípios de farmacologia: a base fisiopatológica da farmacoterapia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. **Número de fumantes no Brasil cai de 30,7% nos últimos nove anos**. INCA. 2015. Disponível em: <http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/agencianoticias/site/home/noticias/2015/numero_fumantes_cai_30_virgula_sete_por_cento_em_nove_anos> Acesso em 02 set. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. **Prevalência de tabagismo**. INCA. 2018. Disponível em: <http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/observatorio_controle_tabaco/site/home/dados_numeros/prevalencia-de-tabagismo> Acesso em 02 set. 2018.

LEMES, E. O. et al. Análise do programa de controle do tabagismo do Ministério da Saúde. **Uniciências**, v. 21, n. 2, p. 86-92, 2017.

MAGALHÃES, J. Z.; CAMARGO, E. L. R. A.; SPINOSA, H. S. Vareniclina: uma revisão na perspectiva da promoção da saúde. **Caderno de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento**, v. 16, n. 2, p. 55-67, 2016.

MARTINS, E. T. J. **Efeitos da cessação do tabagismo na alteração ponderal: estudo coorte prospectiva de vida real**. 2016. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de doutorado em medicina e ciências da saúde) - Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/7530/2/TES_EDNA_THAIS_JEREMIAS_MARTINS_PARCIAL.pdf> Acesso em: 30 nov. 2018.

MARTINS, J. B.; CAPELA, J. P. S. Abordagem farmacológica na cessação tabágica em farmácia comunitária. **Revista da Faculdade de ciências da saúde**, v. 1, n. 7, p. 246-257, 2010.

MENDES, A. C. R. et al. Custos do programa de tratamento do tabagismo no Brasil. **Revista de saúde pública**, v. 50, n. 10, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89102016000100245&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em: 20 out. 2011.

MONTEIRO, C. A. et al. Population-based evidence of a strong decline in the prevalence of smokers in Brazil (1989-2003). **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, n. 7, p. 527-34, 2007.

MORAES, A. A. **A importância dos grupos de apoio para vencer o tabagismo**. 2015. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Atenção básica e saúde da família) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2015. Disponível em: <<https://ares.unasus.gov.br/acervo/handle/ARES/10307>> Acesso em: 25 out. 2018.

MOURA, C. F. **Uma abordagem multiprofissional em unidade básica de saúde contra o tabagismo**. 2014. 18f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Atenção Básica e Saúde da Família) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Goianira, 2014. Disponível em: <<https://ares.unasus.gov.br/acervo/handle/ARES/3558>> Acesso em: 27 nov. 2018.

NUNES, B. M. R. et al. Atenção farmacêutica no contexto do tratamento de tabagistas: estudo de caso. **Biofarma**, v. 13, n. 2, p. 21-28. 2017.

OBBERG, M. et al. Worldwide burden of disease from exposure to second-hand smoke: a retrospective analysis of data from 192 countries. **The Lancet**, v. 377, n. 9760, p. 139-146, 2011.

PEREIRA, A. A. C. et al. Adesão ao grupo de cessação entre tabagistas de unidade básica de saúde. **Cogitare Enfermagem**, v. 23, n. 3, 2018. Disponível em: <<http://www.saude.ufpr.br/portal/revistacogitare/wp-content/uploads/sites/28/2018/08/55096-239422-1-PB.pdf>> Acesso em 15 out. 2018.

Revinter, v. 12, n. 02, p. 66-83, jun. 2019.

PINTO, M. et al. **Carga de doença atribuível ao uso do tabaco no Brasil e potencial impacto do aumento de preços por meio de impostos.** Documento técnico. 2017.

Disponível em:

<http://actbr.org.br/uploads/arquivo/1173_Doc_Tec_Brasil_fi_al_plain_portugues_24-5-17.pdf> Acesso em: 26 out. 2018.

PINTO, M. T.; RIVIERE, A. P.; BARDACH, A. Estimativa da carga do tabagismo no Brasil: mortalidade, morbidade e custos. **Cad. Saúde Pública.** v.31, n.6, p. 1283-1297, 2015.

Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v31n6/0102-311X-csp-31-6-1283.pdf>> Acesso em 20 out. 2018.

PORTES, L. H. et al. A política de controle do tabaco no Brasil: Um balanço de 30 anos. **Ciências & saúde coletiva**, v. 23, n. 6, p. 1837-1848, 2018.

PURPULIM, A. F. et al. Mecanismos de dependência química no tabagismo: revisão da literatura. **Revista médica da Universidade Federal do Paraná**, v. 2, n. 2, p. 74-78, 2015.

RABAHI, M. F.; ALCÂNTARA, E. C. Tendência temporal da epidemia do tabagismo no Brasil. **Revista médica de Minas Gerais**, v. 25, n. 1, p. 140-142, 2015.

ROLLEMBERG, E. V. et al. Abordagem terapêutica para cessação do tabagismo em esquizofrênicos: uma revisão de literatura. **Revista Medicina e Saúde de Brasília**, v. 6, n. 3, p. 359-371, 2017.

SANTANA, K. dos S. et al. O papel do profissional farmacêutico na promoção da saúde e do uso racional de medicamentos. **Revista FAEMA**, v. 9, n. 1, p. 399-412, 2018.

SILVA, G. P. **Tabagismo na UBS Antônio Afonso Magalhães em Sarzedo - uma mudança de perspectiva.** 2015. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Enfermagem) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2015. Disponível em: <<https://ares.unasus.gov.br/acervo/handle/ARES/8920>> Acesso em: 27 nov. 2018.

SILVA, L. C. C. et al. Smoking control: challenges and achievements. **Jornal brasileiro de pneumologia**, v. 42, n. 4, p. 290-298, 2016.

SILVA, S. T. et al. Combate ao tabagismo no Brasil: a importância estratégica das ações governamentais. **Ciências & saúde coletiva**, v. 19, n. 2, p. 539-552, 2014.

SOARES, F. dos S. et al. Prevalência de tabagismo e doença pulmonar obstrutiva crônica em doentes arteriais periféricos: resultados preliminares. **Federation International of Physical Education Bulletin**, v. 84, n. 2, 2014. Disponível em: <<http://www.fiepbulletin.net/index.php/fiepbulletin/article/viewFile/4626/9050>> Acesso em 02 nov. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Tobacco**. Disponível em: <<http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/tobacco>> Acesso em 29 ago. 2018.

WOOLRYCH M. H.; PATERSON, H.; TAN, M. Exposure to the smoking cessation medicine varenicline during pregnancy: a prospective nationwide cohort study. **Pharmacoepidemiology Drug Safety**, v. 22, n. 10, p. 1086-1092, 2013.

Chemical, toxicological and environmental aspects of parabéns and its substitutes in the cosmetic industry

Ingrid Ferreira Costa

Rogério Aparecido Machado

Marcio Adriano Andreo

Registro DOI: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol12ed2.435>

Abstract

As a result of their effectiveness in low concentrations, low cost of synthesizing and not causing alteration in the organoleptic characteristics of the products, parabens are widely used as a preservative in cosmetics. According to studies, these esters have the potential to interfere with the performance of the endocrine system causing changes in hormones activity, as well as represent a hazard to the environment. This study aimed to evaluate the main chemical, toxicological and environmental aspects of parabens in the cosmetic industry comparing to other preservatives, discussing also the use of plant extracts and essential oils as natural preservatives.

Palavras-chave: Parabens. Chemical preservatives. Environment. Toxicology. Medicinal plants.

Aspectos químicos, toxicológicos e Ambiental dos parabenos e seus substitutos na industria de cosméticos

Resumo

Como resultado da sua efetividade em baixas concentrações, com baixos custos de sintetização e ausência de alteração nas características organolépticas dos produtos, parabenos têm sido amplamente utilizados como um conservante de cosméticos. De acordo com estudos, esses ésteres possuem o potencial de interferir com a performance do sistema endócrino causando mudanças na atividade dos hormônios, assim como representando um perigo para o meio ambiente. Esse estudo destinou-se a avaliar os aspectos químicos, toxicológicos e ambientais

principais dos parabenos na indústria cosmética comparando-o a outros conservantes, discutindo também o uso do extrato de plantas e óleos essenciais como conservantes naturais.

Recebido em 03/04/2019 Aceito em 21/06/2019

INTRODUCTION

The chemical preservatives are substances used for the purpose of preventing the growth and development of microorganisms that impair the shelf life of food, cosmetic and/or pharmaceutical products (OLIVEIRA, 2008).

In cosmetics formulations, preservative system assures the stability of the ideal characteristics and properties, so the conditions of use are maintained until the end of its shelf life - once the contamination of the products by microorganisms can occur during manufacture, storage and continuous use. The use of a compound that inhibits restricts or removes the growth of microorganisms, in addition to the application of a certain condition such as temperature or pH, is the main technique that the cosmetic industry applies to preserve and prevent the proliferation of microorganisms in products (OLIVEIRA, 2008; TORTORA; CASE; FUNKE, 2016; ADLET et al, 2011; RASTOGI et al, 1995; RIBEIRO, 2010).

To classify a substance as a preservative, it must have characteristics that guarantee its effectiveness in a cosmetic formulation, such as: wide spectrum of activity against all types of microorganisms including fungi, yeasts, gram-positive and gram-negative bacteria; effectiveness in low concentrations; high solubility in water; low solubility in oil; thermal and chemical stability; do not cause organoleptic changes; chemical compatibility with other components of the formulation; non-reactivity with other components of the formulation; maintenance of effectiveness for a long period; provide specific use and safety tests; ease of characterization, analysis, handling and formulation; low cost; plus global usage permission (OLIVEIRA, 2008; ROGIERS; PAUWELS, 2008; STEINBERG, 2006; COELHO, 2013; SASSEVILLE, 2004; CHORILLI, 2007).

The preservatives are separated in two classes: synthetic and natural. Synthetic or traditional compounds are derived from other chemical substances and can be synthesized by means of specific reactions in laboratories or even on an industrial scale. On the other hand, natural preservatives are extracted straight from nature. Usually, they are specific chemicals

substances with antimicrobial action found in medicinal plants. Although the studies about natural products has increased in recent years, producers rarely use these preservatives without adding other synthetic additives, once there are not enough studies to assure their efficacy and safety of use (OLIVEIRA, 2008; STEINBERG, 2006; HERMAN; DOMAGALSKA, 2012).

The alkyl p-hydroxybenzoates compounds, known as parabens, are esters that belong to the class of antimicrobial chemical preservatives most commonly used in cosmetic industries, but studies have shown controversy about its application. The main concern is the potential of inhibiting the endocrine system, causing a disruption that modifies the synthesis, metabolism and transport of hormones, leading to a different hormonal activity in human body. In addition, studies have shown that these compounds disrupts the central nervous system, the immune system, lipid homeostasis, glucose levels and thyroid functions, as well as act as epigenetic modulators of genes expression, causing transgenerational genetic effects. Moreover, there are other studies relating the use of parabens to cases of infertility (DOLZAN et al., 2012; BRANDIN et al., 2007; AULTON, 2005; JONKERS et al., 2010; HARVEY et al., 2004; ROUTLEDGE, 1998; CHIARI et al., 2012; SCCP, 2005; SCCS, 2011).

Environmental aspects also should be taken for granted. Due to lack of legislation and monitoring, inappropriate waste disposal of industries, contaminating soils, sediments and water, parabens act like an aggravating factor of damage. In addition, the exposure of parabens, especially to aquatic ecosystems, can lead to many adverse effects on living organisms (JONKERS, 2010).

The present article evaluates the main characteristics of parabens in the cosmetic industry comparing to other chemical, synthetic and natural preservatives by reviewing data from the scientific literature, highlighting the main advantages and disadvantages.

Parabens

The first researches about parabens brought out during the 1920s at pharmaceutical industries by Sabalitschka, who studied these compounds on drugs and described their antimicrobial and efficacy properties as chemical preservatives. They have been commercially accepted since 1934 in pharmaceutical and cosmetic industries after their publications by the

Swiss Pharmacopeia 5th edition. In 1947, they were known in the United States (USA) after becoming renowned in a publication by the US Pharmacopeia XIII (COELHO, 2013; SASSEVILE, 2004; SONI; CARABIN, 2005; TAVARES, 2009; PARKER; KABARA, 1984).

These compounds came to be known and considered harmless in the USA. It is estimated that in 2003 there were 17,021 formulations with these compounds, in which methylparaben and propylparaben were the most common type (STEINBERG, 2006; TAVARES, 2009; ITOE, 2007).

The safety analysis of a cosmetic product takes a case-by-case assessment preliminarily, analyzing all the available information that contributes to the knowledge of its potential hazard under normal or reasonably foreseeable conditions of use (ANVISA, 2012).

Thus, it is difficult to assess the risk of a chemical, since it is necessary to verify all the routes and sources of exposure, in addition to considering all the variables involved on its analysis. For example, to estimate the parabens exposure it is necessary to consider that these compounds are not only present in cosmetics, but in a wide variety of foods and pharmaceuticals products (COWAN-ELLSBERRY; ROBISON, 2009).

The National Health Surveillance Agency (ANVISA) published the Cosmetic Products Safety Assessment Guide warning about the parameters that must be taken into account when analyzing a cosmetic product, as follows: product group and purpose of use; quantity of product per use; instructions of use; contact time with skin; target consumer; warnings and restrictions of use; predictable conditions of use and misuse; frequency of use; area and application surface. Furthermore, all ingredients of a cosmetic product should be in appropriate concentrations, within the range of safety (COWAN-ELLSBERRY; ROBISON, 2009).

Brazil is currently ranked third in the worldwide position of cosmetics use. In general, the cosmetology market is heterogeneous and participates of the national, international and transnational companies, acting alongside small and medium enterprises. As a result of being a dynamic area, the regulatory process of a cosmetic is always updated by the competent bodies of the five continents (PELLEGRINI, 2011; PINTO, 2014).

The Table 1 shows the maximum levels of parabens in cosmetics in the European Union, Denmark, USA, Brazil, Japan and Canada.

Table 1. Maximum concentration permitted of parabens in cosmetics

NATIONS AND COUNTRIES	RESPONSIBLE INSTITUTION	MAXIMUM CONCENTRATION PERMITTED
<i>European Union</i>	European Regulation (EC) N°1223/2009	0.4% (acid) only one ester; 0.8% (acid) to a mixture of esters
<i>Denmark</i>	Ministry of Environment and Food of Denmark	0.4% (acid) only one ester; 0.8% (acid) to a mixture of esters. Should not be used in children's products
<i>USA</i>	Federal Food, Drug, and Cosmetic Act	0.4% (acid) only one ester; 0.8% (acid) to a mixture of esters
<i>Brazil</i>	National Health Surveillance Agency (ANVISA)	0.4% (acid) only one ester; 0.8% (acid) to a mixture of esters
<i>Japan</i>	Pharmaceuticals and Medical Devices Agency	1% (acid) only one ester; 1% (acid) to a mixture of esters
<i>Canada</i>	Food and Drug Act	No restrictions

Source: (CABALEIRO, 2014)

Chemical Aspects

The alkyl p-hydroxybenzoates are polar esters synthesized by means of Fischer esterification reactions of p-hydroxybenzoic acid at the C4 position with a suitable alcohol in the presence of an inorganic mineral acid. In catalytic amounts, concentrated sulfuric acid or p-toluenesulfonic acid are generally used. The general chemical structure of an ester belonging to

the parabens family is shown in figure 1 (CABALEIRO, 2014; VOLLHARDT, 2013; LIÃO; RAGHAVAN; YAYLAYAN, 2002; JEWELL et al, 2007).

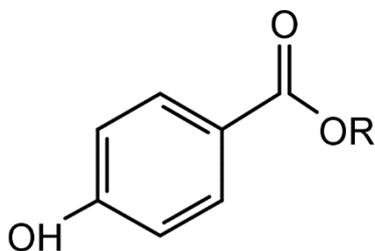


Figure 1. General chemical structure of parabens ($C_7H_5O_3R$)

Source: Author's own figure.

According to the Brazilian Pharmacopoeia, these compounds are presented in the form of small colorless or crystalline crystals, poorly soluble in water and easily soluble in organic solvents such as acetone, ethanol, methanol, ethyl ether, chloroform, glycerol and propylene glycol (STEINBERG, 2006; JEWELL et al, 2007; BRAZIL, 2010; FEI et al, 2011).

The antimicrobial activity of these preservatives increases as the carbon chain of the substituent ester increases. In contrast, its solubility in water decreases proportionally. Once the methyl, ethyl, propyl and butyl esters have a lower carbonic chain and a high degree of solubility in water, they are the most used substituents. To obtain a high antimicrobial activity in cosmetics, it is recommended to combine two parabens that are different from the short alkyl chain because the efficacy is greater when one has an association of parabens. In addition, the effectiveness of a preservative is determined in the aqueous phase when microbial replication occurs (STEINBERG, 2006; FERNANDES, 2013; SONI et al, 2002; ZHANG et al, 2005; CLARIANT, 2013).

The Table 2 shows the antimicrobial activity of methylparabens against different microorganisms, where a broad spectrum of antimicrobial action occurs, as it provides action against yeasts, fungi, gram-positive and gram-negative bacteria. The Table 3 shows the antimicrobial activity of propylparaben, which is a good inhibitor of fungal growth and has broad spectrum of antimicrobial activity, including also gram-positive and gram-negative bacteria. The main peculiarity of propylparaben is its effectiveness in low concentrations (SONI et al, 2002; ZHANG et al, 2005; CLARIANT, 2013).

Table 2. Antimicrobial activity: Minimum inhibitory concentration (MIC) of methylparaben for different microorganisms

Microrganism	MIC - % of methylparaben
Gram-negative bacteria	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0.200
<i>Escherichia coli</i>	0.100
<i>Klebsiella aerogenes</i>	0.075
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0.100
<i>Serratia marcescens</i>	0.075
<i>Proteus vulgaris</i>	0.100
<i>Salmonella enteritidis</i>	0.150
<i>Salmonella typhi</i>	0.150
Gram-positive bacteria	
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.150
<i>Streptococcus haemolyticus</i>	0.100
<i>Bacillus cereus</i>	0.075
<i>Bacillus subtilis</i>	0.100
<i>Lactobacillus buchneri</i>	0.100
Yeasts	
<i>Candida albicans</i>	0.100
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0.100
Fungi	
<i>Aspergillus brasiliensis</i>	0.100
<i>Penicillium digitatum</i>	0.050
<i>Rhizopus nigricans</i>	0.050

Source: (CLARIANT, 2013).

Table 2. Antimicrobial activity: Minimum inhibitory concentration (MIC) of propylparaben for different microorganisms⁴⁰

Microrganism	MIC - % of propylparaben
Gram-negative bacteria	

<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0.080
<i>Escherichia coli</i>	0.040
<i>Klebsiella aerogenes</i>	0.040
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0.025
<i>Serratia marcescens</i>	0.040
<i>Proteus vulgaris</i>	0.025
<i>Salmonella enteritidis</i>	0.040
<i>Salmonella typhi</i>	0.060
Gram-positive bacteria	
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.040
<i>Streptococcus haemolyticus</i>	0.040
<i>Bacillus cereus</i>	0.025
<i>Bacillus subtilis</i>	0.025
<i>Lactobacillus buchneri</i>	0.025
Yeasts	
<i>Candida albicans</i>	0.013
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0.013
Fungi	
<i>Aspergillus brasiliensis</i>	0.020
<i>Penicillium digitatum</i>	0.006
<i>Rhizopus nigricans</i>	0.013

Source: (CLARIANT, 2013).

Like many other preservatives, the antimicrobial activity is reduced in the presence of some non-ionic surfactants. Abrutyn (2010) reported some incompatibility with cationic surfactants and proteins also (ABRUTYN, 2010).

One of the main chemical characteristics is stability over a wide range of temperatures and pH values ranging from 4.5 to 7.5. It also has to be emphasized that the effectiveness of the non-dissociated form of preservatives is greater. This is explained by the ease of the non-dissociation form of these lipophilic compounds to enter the cell membranes of the microorganisms. Therefore, an inhibitory action is carried out causing the death of microorganisms, due to the modification of the permeability of the cellular membranes, as well

as its interference in essential metabolic responses in cell growth and activity (STEINBERG, 2006; JAY, 1994; SIMÃO, 1989, FRANCO; LANDGRAF, 1996; ANTUNES; CANHOS, 1982).

Specific care must be taken to assure the action of this antimicrobial. There are methods to evaluate the order of adding these esters in a cosmetic formula, since they are inactivated, partially or completely, by hydrogen bonds. Further, according to Steinberg (2006), the best methods for incorporating parabens in the formulations include: Pre-dissolution in a solvent which is soluble; Addition should occur at room temperature and pH must be controlled by adjusting whenever necessary; Addition of the parabens to the water at the emulsification temperature (between 75°C and 80°C) so that the dissolution takes place more quickly (STEINBERG, 2006; GOLDEN; GANDY, 2005).

Toxicological aspects

The United States Environmental Protection Agency (USEPA) has defined endocrine disruptors as agents that may interfere with the body's synthesis, secretion, transport, binding, action and elimination of natural hormones (WHO, 2002).

According to Guadarrama et al. (2008), parabens and estrogens have similar structures, since both have hydroxyl and phenolic groups and hydrophobic fragments. Therefore, these esters can bind to estrogen receptors and cause effects on human health at lower concentrations because of its hydrophobicity and the association to estrogen receptor binding activity (ER) (WHO, 2002; GUADARRAMA et al, 2008; SANDANGER et al, 2011; ENGELI, 2011).

The greater is the chain size of the alkyl group and the more branched is the chain (methyl < ethyl < propyl < butyl < isobutyl), the more pronounced its estrogenic activity; however this power was estimated to be 1.000 to 1.000.000 times smaller. According to Routledge et al. (1998), the estrogenic response of the methyl, ethyl, propyl and butylparaben compounds are, respectively, about 2.500.000, 150.000, 30.000 and 10.000 times less powerful than estradiol, the female hormone (WHO, 2002; GUADARRAMA et al, 2008; SANDANGER et al, 2011; ENGELI, 2011).

Even not recommended, the use of cosmetics in pregnant women and children is quite common. Exposure to chemicals may directly influence the embryonic, fetal and growth development, especially the endocrine and neurological systems, during the gestation period,

so there are several warnings for non-use of certain cosmetics during pregnancy, since some adverse effects can be permanent. It has been observed that maternal exposure to butylparaben and propylparaben during gestation and breastfeeding of children harms the mitochondrial membrane performance at cellular respiration process. It is noticed that especially in male children affects the development of the reproductive organ (MEIRELES et al, 2007; TOWERS et al, 2015; FERNANDES; MACHADO; OLIVEIRA, 2011; BEVACQUA, 2013; CANN, 2011; FERREIRA; FILGUEIRA, 2012, FILHO; ARAÚJO; VIEIRA; 2006; KONDURACKA; KRZEMIENIECKI, 2014; LOBERMEIER et al, 1996).

Environmental aspects

The continued exposure of parabens to the environment entails a risk to ecosystems. According to Bila and Dezotti (2007), the immunological systems of marine mammals are modified by contact with these preservatives, the hatching of eggs of fish, turtles and birds occurs; besides affecting the reproductive system of reptiles, mammals, birds and fish (LUNDOV et al, 2009; BILA, DEZOTTI; 2007; SPADOTO, 2017; MINCEA, 2009; PAUWELS; ROGIERS; 2007).

In a study carried out in Portugal, it was found that the wastewater treatment plants in the country are not enough for removing parabens and other compounds that are classified as endocrine disruptors. Samples were collected after treatment to be analyzed and there were detected high concentrations of paraben derivatives, as well as other toxic substances (TAVARES, 2009).

Once the wastewater is passed through this treatment, they are used in agriculture in the fertilization process of the fields, so those who consume the agricultural products in that country would be ingesting a greater number of parabens than recommended, in addition to affecting local ecosystems due to exposure of these esters (TAVARES, 2009).

In this study, the researchers also certified that parabens react with free chlorine from the water producing halogenated byproducts. Halogen-derived compounds have a high carcinogenic potential and also offer a high risk of intoxication, and if these substances are ingested or exposed to humans and animals for a long time. They also can cause serious public

health problems and environment, that is, the social and environmental impact is extremely severe (TAVARES, 2009).

Other Synthetic preservatives

There is a lack of information regarding the environmental aspects of all preservatives belonging to synthetic preservatives. In this way, it is advised for researchers to carry out more studies to describe and evaluate the impacts of these substances on ecosystems.

Imidazolidinyl urea

The chemical structure of imidazolidinylurea is shown in figure 2. This compound is a reaction product of allantoin with formaldehyde, also known as "imidurea", which is a water-soluble and oil-insoluble substance marketed as powder. This type of product is very active against bacteria and little active against fungi, besides presenting synergistic effect with the parabens. The maximum allowable concentration of use in cosmetics in Brazil and in the European Union is 0.6%, while in Japan it's 0.3% (OLIVEIRA, 2008; STEINBERG, 2006).

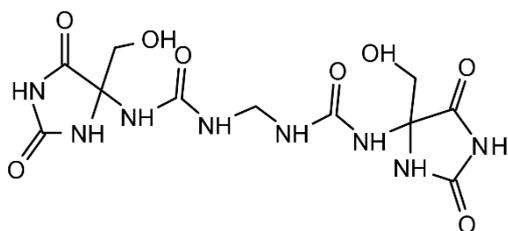


Figure 2. Chemical structure of imidazolidinyl urea ($C_{11}H_{16}N_8O_8$)

Source: Author's own figure.

Diazolidinyl urea

The preservative diazolidinyl urea is very effective against bacteria. It is synthesized from the reaction of allantoin with formaldehyde in different proportions. Traded as a powder

or in propylene glycol solution, it is also sold in blends with parabens. This substance is soluble in water and insoluble in oil and it is stable in the pH ranged 2 to 9 and temperatures up to 60°C. The chemical structure of diazolidinyl urea is shown in figure 3 (OLIVEIRA, 2008; STEINBERG, 2006).

The maximum allowable concentration in cosmetic formulations, according to Brazilian and to European Union regulations, is 0.5%, while in Japan the substance is not allowed because it is considered unsafe (OLIVEIRA, 2008; STEINBERG, 2006).

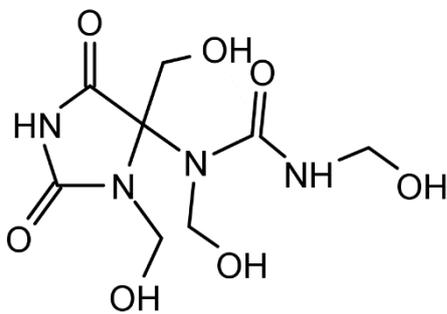


Figure 3. Chemical structure of diazolidinyl urea ($C_8H_{14}N_4O_7$)

Source: Author's own figure.

Dimethylol dimethyl hydantoin

The substance dimethylol dimethyl hydantoin is the product of the reaction of formaldehyde with dimethylhydantoin, commonly known as DMDM Hydantoin, as shown in figure 4.

Firstly this compound was developed to be used by industries as a form of unscented formaldehyde. It is marketed as an aqueous solution, in 55% propylene glycol, or as an anhydrous. The aqueous solution contains up to 2% free formaldehyde. This preservative is very active against bacteria and a little active against fungi, being stable in the range of pH 3 to 9 and up to 80°C (OLIVEIRA, 2008; STEINBERG, 2006).

The maximum allowable concentration in cosmetics formulations, according to Brazilian and to European Union regulations, is 0.6%, while in Japan it is 0.3% (OLIVEIRA, 2008; STEINBERG, 2006).

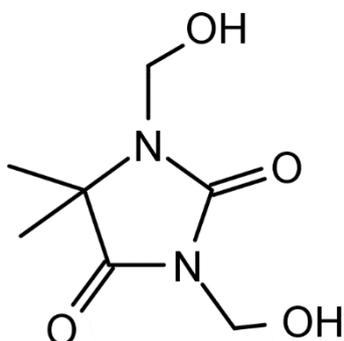


Figure 4. Chemical structure of dimethylol dimethyl hydantoin ($C_7H_{12}N_2O_4$)

Source: Author's own figure.

Phenoxyethanol

The phenoxyethanol is a substance obtained by reacting ethylene oxide with phenol in a basic mean and under constant pressure. Due to the incomplete consumption of phenol by ethylene oxide in the reaction, this preservative may cause skin irritation. This compound does not have many areas of application, but it is very effective against gram-negative bacteria. This compound is an excellent solvent for parabens and mixtures involving parabens and is frequently used by the cosmetics industry (OLIVEIRA, 2008; STEINBERG, 2006).

According to Brazil, to European Union and to Japan regulations, the maximum permissible concentration in cosmetic formulations is 1% (OLIVEIRA, 2008; STEINBERG, 2006).

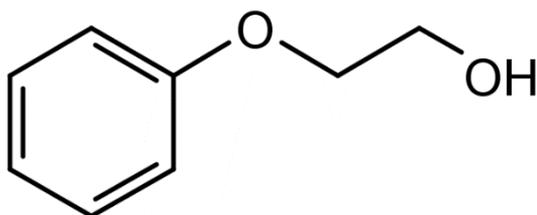


Figure 5. Chemical structure of phenoxyethanol ($C_8H_{10}O_2$)

Source: Author's own figure.

Advantages and disadvantages of parabens and its synthetic substitutes

In order to compare parabens and synthetic preservatives, table 4 below shows a comparison between the advantages and disadvantages of these substances.

Table 4. Main advantages and disadvantages of synthetic preservatives compared to parabens

CHEMICAL PRESERVATIVES	ADVANTAGES	DISADVANTAGES
<i>Parabens</i>	Low toxicity; Stable and effective in a wide range of pH; Approved worldwide in all formulations; Low cost; Easy handling.	Used in blends to increase the effectiveness of formaldehyde releasers; Low aqueous solubility; Incompatible with some proteins and emulsifiers; Weak activity against bacteria compared to other microorganisms.
<i>Imidazolidinyl urea</i>	Soluble in water; Low solubility in oil; Active against bacteria; Active between pH 4 and 10; Easy handling.	Low activity against fungi; Low stability at high temperatures; High cost; Releases formaldehyde.
<i>Diazolidinyl urea</i>	Soluble in water; Low solubility in oils; Active between pH 2 to 9; Effective against bacteria.	Marketed with propylene glycol or mixtures of parabens; Synthesized from formaldehyde; Stability up to 60°C.

<i>Dimethylol dimethyl hydantoin</i>	Low cost; Soluble in water; Broad spectrum of activity; Active in pH range 4-10.	Low activity against fungi; Releases formaldehyde.
<i>Phenoxyethanol</i>	Low toxicity; Compatible with non-ionic proteins and emulsifiers; Used as solvent to increase the activity of other assets.	High concentrations required for use.

Source: (OLIVEIRA, 2008).

Preservatives derived from natural sources

The use of natural, organic and vegan cosmetics has been gaining market share due to the growing of the concern about their safety and health. In this way, the researchers of cosmetic industries are looking forward to substitute synthetic raw materials by herbal substances, in addition to reduce the use of preservatives, developing cosmetics without preservatives or self preservatives (DREGER; WIELGUS, 2013; BRUD, 2010; LEMINI et al, 2003).

An alternative way to prevent the growth and development of microorganisms in cosmetics is the use of extracts and essential oils from medicinal plants that have antimicrobial activity to replace or potentiate the action of synthetic preservatives. This idea seems a promising and practical way, considering that plant compounds are readily available in the environment and many of them are easy to plant and cultivate (WONG et al, 2000; ANDERSEN FA, 2008; RITSCHEL; FOWLER, 2001; OKAMOTO et al, 2008; HANDA et al, 2006; BISHT et al, 2011).

A study was carried out to compare the microbial activity of methylparaben with the herb extracts of *Matricaria chamommilla*, *Aloe vera* and *Calendulas officinalis*, and essential oils of *Lavandulla officinalis*, *Melaleuca alternifolia* and *Cinnamomum zeylanicum*. The antibacterial and antifungal potential was evaluated by the agar diffusion method using microorganisms: *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*. Four emulsions (E) were made for these tests: E1, emulsion without methylparaben, essential oil and extract; E2, emulsion with essential oil (2.5%); E3, emulsion

with extract (2.5%); E4, emulsion with methylparaben (0.4%) (HERMAN; DOMAGALSKA, 2012).

It was verified that essential oils and extracts at 2.5% concentration inhibited all the microorganisms used in the tests, but the E2 emulsion has shown higher antimicrobial activity when compared to the other emulsions (HERMAN; DOMAGALSKA, 2012).

The inhibition potential is directly proportional to the essential oil concentration. Even though the antimicrobial activity of the essential oils is effective at concentrations below 5% (v/v), it must be added at higher concentrations to reach the same action as a preservative synthetic - as the carried out study: 6.25 times more of the natural compounds were added when compared to methylparaben. The use of high concentrations of essential oils in cosmetic formulations excludes the use of very intense fragrances because its strong smell, even though it causes irritation and allergy in the skin of the users. Therefore, these disadvantages reduce the interest of using these compounds as preservatives. Therefore, it is necessary to carry out studies that verify the ideal proportions of essential oils with other synthetic additives to not cause any adverse effects on the users, degradation in the product - such as phase separation and alteration in the ideal viscosity - as well as to verify the ideal pH of these compounds when inserted in formulations, since each region of the body requires products specific pH (THIRUPPATHI et al, 2010; HAMMER et al, 1999; CARSON; HAMMER; RILEY, 2006; KUNICKA-STYCZYNSKA; SIKORA, 2009; SANDIGAWAD; PATIL, 2010; PANDEY et al, 2011).

The extracts are less likely to cause allergic reactions in the users, but there are no studies in the scientific literature that evaluate the adverse effects of extracts inserted in formulations. However, it is known that the mixture of different extracts and essential oils show a greater spectrum of inhibitory activity, besides being able to substitute or significantly reduce the amount of synthetic preservatives used in the products (HAMMER et al, 1999; ABABUTAIN, 2011; PAPAGEORGIOU, 2010; VARVARESOU et al, 2009).

These results are not enough to confirm or deny whether these natural additives can replace methylparaben and the possible interactions of these compounds with the other substances used in cosmetics formulations should be taken account, mainly because it was found that essential oils and extracts have higher affinity with oil/water emulsions. Therefore, their antimicrobial activity is reduced and limited in water/oil emulsion. In addition, tests must be carried out to establish the maximum permissible concentration of use of these substances,

so that they do not present a risk to human health and do not alter the physicochemical and organoleptic properties of the products (MUYIMA et al, 2001; KABARA, 1984; KUNICKA-STYCZYNSKA, 2011).

The lack of pharmacological tests to prove the efficacy and safety of medicinal plants, especially the chemical characterization and quantification of markers chosen to represent the identity of each one, results in contradictory considerations in the scientific literature. Because of that, it is important to consider these parameters, since the antimicrobial activity of essential oils and extracts is determined by their chemical constitution and the concentration of each of the components. This composition and proportion varies according to the chemotype, plant age, climate and planting and growing environment, as well as harvest time and extraction method. Depending on the solvent and the technique used in the extraction process, different chemical substances and biological properties of the extract or the essential oil are observed. Therefore, the description of phytochemical identity of the plant is essential. The wide range of chemical components in plants also hampers the determination of substances that cause allergic reactions and other adverse effects (DREGER; WIELGUS, 2013; KABARA, 1984; KUNICKA; SIKORA; KALEMBA, 2011; MACCIONI, 2001; PATRONE; CAMPANA; VITTORIA; BAFFONE, 2010; MESSEGER; HAMMER; CARSON; RILEY, 2005).

For example, the antimicrobial activity of *Eugenia uniflora* was evaluated against bacteria (gram-positive and gram-negative) and fungi in several studies. Although the methodology applied to carry out the tests is similar, due to the absence of qualitative and quantitative tests with standardized extracts, the results obtained were contradictory, mainly because of the assortment of the concentrations (LAGO et al, 2011; LIMA; FARIAS, 2010; DE CASTRO; LIMA, 2011; ADEBAJO AC, 1989; FIÚZA et al, 2008; VOSS-RECH et al, 2011; FADEYI, 1989).

The studies verified that the essential oil and ethanolic extract of the leaves and fruits of this plant showed an inhibitory action against the most part of the microorganisms mentioned in tables 2 and 3, as *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens*, *Proteus vulgaris* and *Candida albicans*. There are no studies evaluating the efficacy of inhibition against the other microorganisms, as *Streptococcus haemolyticus*, *Lactobacillus buchneri*, *Klebsiella aerogenes*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhi*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus brasiliensis*, *Penicillium digitatum* and *Rhizopus nigricans* (LAGO et al, 2011; LIMA; FARIAS, 2010; DE

CASTRO; LIMA, 2011; ADEBAJO AC, 1989; FIÚZA et al, 2008; VOSS-RECH et al, 2011; FADEYI, 1989).

The essential oil and the ethanolic extract of the leaves are commonly used by the cosmetic industries because the plants provide a great amount of phenolic compounds (flavonoids and tannins) that has antioxidant properties that delay aging. For example, it prevents free radicals to affect the functions of the cells. Thus, there are several formulations adapted for the insertion of extracts and essential oil, but even studies revealing their antimicrobial action, *Eugenia uniflora* has not yet been studied to replace the derivatives of parabens and other synthetic substitutes (LUZIA; BERTANHA; BJ, 2010).

Advantages and disadvantages of parabens and their natural substitutes

In order to compare parabens with natural preservatives, Table 5 presents the advantages and disadvantages of these substances.

Table 5. Main advantages and disadvantages of natural preservatives compared to parabens

PRESERVATIVES	ADVANTAGES	DISADVANTAGES
<i>Parabens</i>	Low toxicity; Stable and effective in wide range of pH; Approved worldwide in all formulations; Low cost; Easy handling.	Used in blends to increase the effectiveness of formaldehyde releasers; Low aqueous solubility; Incompatible with some proteins and emulsifiers; Weak activity against bacteria compared to other microorganisms.
<i>Essencial oils</i>	Synergistic effectiveness when used in a mixture of oils of different species or in	Effectiveness in high concentrations, but may present allergic reactions in the skin depending on the species used;

	<p>addition to other synthetic preservatives;</p> <p>Wide spectrum of antimicrobial activity, varying according to species and form of culture;</p> <p>Mixtures found directly in nature, easy to grow;</p> <p>Variability of chemical substances present in essential oils. Varying as culture, and may present other therapeutic functions in cosmetics.</p>	<p>Exclusion of the use of fragrances because of the strong odor of essential oil;</p> <p>It is necessary to adapt the formulations to insert such mixtures without changing the physicochemical and organoleptic characteristics of the products;</p> <p>High initial cost of research and development.</p>
<p><i>Herbal extracts</i></p>	<p>Synergistic effectiveness when used in mixtures with essential oils of different species or in the addition of other synthetic preservatives;</p> <p>Wide spectrum of antimicrobial activity varying according to species, culture form and preparation form of the extract;</p> <p>Mixtures found directly in nature, and can be easily cultivated;</p> <p>Variability of chemical substances present in extracts. Varying according to the culture, being able to present other therapeutic functions in cosmetics;</p>	<p>It is necessary to adapt the formulations to insert such mixtures without changing the physicochemical and organoleptic characteristics of the products;</p> <p>High initial cost of research and development.</p>

Less likelihood of allergic skin reactions when compared to essential oils.

Source: (HERMAN; DOMAGALSKA, 2012; BRUD, 2010; DREGER, 2013; CLARCK, 2000).

Final considerations

The parabens are the most studied preservatives in the world because no other has all the tests necessary to qualify the safety of its use. Thus, all of the synthetic substitutes presented in this article must be evaluated by its complete risks, as well as be targeted by scientific research for regulatory agencies to use as a reference for developing more complete regulations. Other studies should be carried out to evaluate the environmental and social impacts of the incorrect disposal by the cosmetic industries, mainly by the disposal of chemical preservatives that release harmful substances to human health and by the fact that many are considered as endocrine disrupters. The risk-benefit assessment about the use of medicinal plants with antimicrobial activity in cosmetics is a challenge for health policymakers and scientists, mainly because of the variability of substances and concentrations that can be found in extracts and essential oils.

REFERENCES

1. Oliveira, C. P. d; *Masters dissertation*, Federal University of Rio de Janeiro, Brazil, **2008**.
2. Tortora, G. J.; Case, C. L.; Funke, B. R. *Microbiology*. 12th. Porto Alegre: Artmed. **2016**.
3. Adler, S. et al. *Arch. Toxicol.* (**2011**), doi: 10.1007/s00204-011-0693-2.
4. Rastogi, S. et al. *Contact dermatitis* (**1995**), doi: 10.1111/j.1600-0536.1995.tb00836.x.
5. Ribeiro, C. *Cosmetology Applied to Dermoestética*. 2nd. São Paulo: Pharmabooks, **2010**.
6. Rogiers, V.; Pauwels, M. *Safety assessment of cosmetics in Europe*. London: Karger Medical and Scientific Publishers, **2008**.
7. Steinberg, D. C. *Preservatives for cosmetics*. 2 ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, **2006**.
8. Coelho, C. d. S. *Masters dissertation*, Londrina State University, Brazil, **2013**.
9. Sasseville, D. *Dermatologic therapy* (**2004**), doi: [10.1111/j.1396-0296.2004.04028.x](https://doi.org/10.1111/j.1396-0296.2004.04028.x).
10. Chorilli, M. et al. *Lat. Am. J. Pharm.* (**2007**). 26 (1): 144-54 (2007).
11. Herman A, Herman AP, Domagalska BW, Mlynarczyk A. *Indian J Microbiol* (**2012**), doi: 10.1007/s12088-012-0329-0.
12. Dolzan, M. D. et al. *Masters dissertation*, Federal University of Santa Catarina, **2012**.

13. Brandin, H. et al. *Eur. J. Clin. Pharmacol.* (2007), doi: 10.1007/s00228-007-0289-1.
14. Aulton, M. *The Design and Manufacture of Medicines*. Porto Alegre: 2nd. Artmed, 2005.
15. Jonkers, N. et al. *Environ. Sci. Pollut. Res.* (2010), doi: 10.1007/s11356-009-0275-5.
16. Harvey, P. W.; Everett, D. J. *J. Appl. Toxicol.* (2004), doi: [10.1002/jat.957](https://doi.org/10.1002/jat.957).
17. Routledge, E. J. et al. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* (1998), doi: [10.1006/taap.1998.8544](https://doi.org/10.1006/taap.1998.8544).
18. Chiari, B. G. et al. *Rev. Cienc. Farm. Basica Apl.* (2012). 2012;33(3):323-330. ISSN 1808-4532.
19. SCCP. *Opinion on parabens, underarm cosmetics and breast cancer - sccp/0874/05*. Scientific Committee on Consumer Products, 2005.
20. SCCP. *Opinion on the safety evaluation of parabens - sccp/0873/05*. Scientific Committee on Consumer Products, 2005.
21. SCCS, E. et al. *Opinion on parabens*. [S.l.], 2011.
22. Sasseville, D. *Dermatologic therapy* (2004), doi: 10.1111/j.1396-0296.2004.04028.x.
23. Soni, M.; Carabin, I.; Burdock, G. *Food Chem. Toxicol.* (2005), doi: [10.1016/j.fct.2005.01.020](https://doi.org/10.1016/j.fct.2005.01.020).
24. Tavares, R. S. et al. *Reprod. Toxicol.* (2009), doi: [10.1016/j.reprotox.2008.10.002](https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2008.10.002).
25. Parker, M.; Kabara, J. *Cosmetic and drug preservation*. Dekker, New York, 1984.
26. Itoe, R. *Parabens – friends or foes?* Personal Care Magazine, 2007.
<http://www.dweckdata.com/research_files/paraben_compendium.pdf> acessado em Julho 2018.
27. Anvisa, A. N. de V. S. *Guide to evaluating the safety of cosmetic products*. 2nd: Brazil. 2012.
28. Cowan-Ellsberry, C. E.; Robison, S. H. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* (2009), doi: 10.1016/j.yrtph.2009.08.004.
29. Pellegrini, M. et al. *J. Pharm. Biomed. Anal.* (2011), doi: [10.2174/1570159X14666161028125903](https://doi.org/10.2174/1570159X14666161028125903).
30. Pinto, M.A.; Silva, S. M. A. *Monograph*. Faculty of Pharmacy University of Porto, Portugal, 2014.
31. Cabaleiro, N. et al. *TrAC, Trends Anal. Chem.* (2014), doi: [10.1016/j.trac.2014.02.003](https://doi.org/10.1016/j.trac.2014.02.003)
32. Vollhardt, P.; Schore, N. E. *Organic Chemistry: Structure and Function*. Porto Alegre: Bookman Editora, 2013.
33. Liao, X.; Raghavan, G.; Yaylayan, V. *Tetrahedron Lett.* (2002), doi: [10.1016/S0040-4039\(01\)02065-2](https://doi.org/10.1016/S0040-4039(01)02065-2).
34. Jewell, C. et al. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* (2007), doi: 10.1016/j.taap.2007.08.002.
35. BRAZIL. Law nº. 12.305, of August 2, 2010. Official Journal of the Union of the Federative Republic of Brazil, Brasília, n. 147, section 1, p. 3, 03 Aug, 2010.
36. Fei, T. et al. *J. Sep. Sci.* (2011), doi: 10.1002/jssc.201100225.
37. Fernandes, J. P. dos S. et al. *Quim. Nova* (2013), doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422013000600026>.
38. Soni, M. et al. *Food Chem. Toxicol.* (2002), doi: 10.1016/S0278-6915(02)00107-2.
39. Zhang, Q. et al. *Anal. Chim Acta* (2005), doi: 10.1016/j.aca.2005.01.027.
40. Clariant. *Nipazol: Preservative for the cosmetic industry*. Functional Chemicals Division, 2003.
41. Abrutyn, E. S. *Optimizing formula preservation. Cosmetics and Toiletries*, Allured, 2010.
42. Jay, J. M. *Modern Food Microbiology*. Acribia S.A, 1994.
43. Simão, A. M. *Additives for food in the toxicological aspect*. São Paulo: Nobel, 1989.
44. Franco, B.; Landgraf, M. *Microbiology of food*. São Paulo: Atheneu, 1996.
45. Antunes, A. J. ; Canhos, V. P. *Food additives*. São Paulo: Department of Industry, Commerce, Science and Technology, 1982.

46. Golden, R.; Gandy, J.; Vollmer, G. *Crit. Rev. Toxicol.* (2005), doi: 10.1080/10408440490920104
47. WHO, W. H. O. *Global assessment of the state of the science of endocrine disruptors*. 2002. http://www.who.int/ipcs/publications/new_issues/endocrine_disruptors/en/ acessado em Julho 2018.
48. Guadarrama, P. et al. *J. Biophys. Chem.* (2008), doi: [10.1016/j.bpc.2008.06.001](https://doi.org/10.1016/j.bpc.2008.06.001).
49. Sandanger, T. M. et al. *J. Exposure Anal. Environ. Epidemiol.* (2011), doi: [10.1038/jes.2011.22](https://doi.org/10.1038/jes.2011.22).
50. Harvey, P. W.; Everett, D. J. *J. Appl. Toxicol.*, doi: [10.1002/jat.957](https://doi.org/10.1002/jat.957)
51. Engeli, R.T. et al. *Int. J. Mol. Sci.* (2011), doi: [10.1016/j.bpc.2008.06.001](https://doi.org/10.1016/j.bpc.2008.06.001).
52. Meireles, C. et al. *Lusófona Magazine of Sciences and Technologies of the Health*, 2007; (4) 1: 73-80., 2007.
53. Towers, C. V. et al. *J. Exposure Sci. Environ. Epidemiol.* (2015), doi: [10.1038/jes.2015.27](https://doi.org/10.1038/jes.2015.27).
54. Fernandes, J. D.; Machado, M. C. R.; Oliveira, Z. N. P. d. *Brazilian Annals of Dermatology* (2011), doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0365-05962011000100014>.
55. Bevacqua, J. *Journal of Pediatric Health Care* (2013), doi: [10.1016/j.pedhc.2011.03.006](https://doi.org/10.1016/j.pedhc.2011.03.006)
56. Cann, P. L. et al. *Int. J. Hyg. Environ. Health* (2011), doi: [10.1016/j.ijheh.2011.07.008](https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2011.07.008)
57. Ferreira, D. A. ; Filgueira, Y. A. *Analysis of pulmonary functions in obese children and adolescents and the relation with bronchospasm*. Health and Research, v. 5, n. 1, 2012.
58. Filho, R. W. R.; Araújo, J. d.; Vieira, E. M. *Quim. Nova* (2006), doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422006000400032>.
59. Konduracka, E.; Krzemieniecki, K.; Gajos, G. *Pol. Arch. Med. Wewn* (2014), doi: [10.20452/pamw.2257](https://doi.org/10.20452/pamw.2257)
60. Lobemeier, C. et al. *Biol. Chem.* (1996), doi: [10.1515/bchm3.1996.377.10.647](https://doi.org/10.1515/bchm3.1996.377.10.647).
61. Lundov, M. D. et al. *Contact Dermatitis* (2009), doi: [10.1111/j.1600-0536.2008.01501.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2008.01501.x).
62. Bila, D. M.; Dezotti, M. *Quim. Nova* (2007), doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000300027>.
63. Spadoto, M. *Doctoral thesis*, University of São Paulo, Brazil, 2017.
64. Mincea, M. et al. *J. Serb. Chem. Soc.* (2009), doi: [10.2298/JSC0906669M](https://doi.org/10.2298/JSC0906669M).
65. Pauwels, M.; Rogiers, V. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* (2007), doi: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2007.08.009>.
66. Dreger, Mariola; Wielgus, Karolina. *Herba Pol.* (2013), doi: <http://dx.doi.org/10.2478/hepo-2013-0030>.
67. Brud WS. Industrial uses of essential oils. In: Baser KH, Buchbauer G (eds.). *Handbook of essential oils. science, technology and applications*. CRC Press 2010:843-53.
68. Lemini C. et al. *Toxicol. Ind. Health* (2003), doi: [10.1191/0748233703th177oa](https://doi.org/10.1191/0748233703th177oa).
69. Wong S. et al. *J. Food. Prot.* (2000), doi: [10.4315/0362-028X-63.8.1113](https://doi.org/10.4315/0362-028X-63.8.1113).
70. Andersen FA. *Int. J. Toxicol.* (2008), doi: [10.1080/10915810802548359](https://doi.org/10.1080/10915810802548359).
71. Rietschel RL, Fowler JF. *Allergy to preservatives and vehicles in cosmetics and toiletries*. In: Rietschel RL, Fowler JF, editors. *Fisher's Contact Dermatitis*. 5th edition. Philadelphia, Pa, USA: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
72. Okamoto Y. et al. *Chem. Res. Toxicol.* (2008), doi: [10.1021/tx800066u](https://doi.org/10.1021/tx800066u).
73. Handa O. et al. Kokura S, Adachi S, et al. *Toxicology* (2006), doi: [10.1016/j.tox.2006.07.018](https://doi.org/10.1016/j.tox.2006.07.018).
74. Bisht SPS. et al. *Asian J Pharm Health Sci.* 2011;1:283–285.
75. Thiruppathi S. et al.. *J Biosci Res.* 2010;1:251–258.
76. Hammer KA. Et al. *J Appl Microbiol* (1999), doi: [10.1046/j.1365-2672.1999.00780.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00780.x).

77. Carson CF, Hammer KA, Riley TV. *Clin Microbiol Ver* (2006), doi: 10.1128/CMR.19.1.50-62.2006.
78. Kunicka-Styczyńska A, Sikora M, Kalembe D. *J Appl Microbiol.* (2009), doi: 10.1111/j.1365-2672.2009.04372.x.
79. Sandigawad BM, Patil CG. *Asian J Exp Biol Sci.* 2010;1:434–439.
80. Pandey A, Jagtap JV, Polshettiwar SA. *Int J Pharm Pharm Sci.* 2011;3:234–237.
81. Serban ES, Ionescu M, Matinca D, Maier CS, Bojita MT. *Pharmacy.* 2011;59:440–446.
82. Ababutain IM. *Aust J Basic & Appl Sci.* 2011;5:678–683.
83. Papageorgiou S, Varvaresou A, Tsirivas E, Demetzos C. *J Cosmet Sci.* 2010;61:107–123.
84. Varvaresou A. et al. *Int J Cosmet Sci.* (2009), doi: 10.1111/j.1468-2494.2009.00492.x.
85. Muyima NYO, Zulu G, Bhengu T, Popplewell D. Flavour Fragr J. (2001), doi: 10.1002/ffj.1093.
86. Kabara JJ. Aroma preservatives, essential oils and fragrances as antimicrobial agents. In: Kabara JJ, editor. *Cosmetics and drug preservation principles and practice.* New York: Basel Marcel Dekker, Inc.; 1984. pp. 237–273.
87. Kunicka-Styczyńska A, Sikora M, Kalembe D. *Int J Cosmet Sci.* (2011), doi: 10.1111/j.1468-2494.2010.00582.x.
88. Maccioni AM. et al. *Int J Cosmet Sci.* (2001), doi: 10.1046/j.0412-5463.2001.00113.x.
89. Patrone V, Campana R, Vittoria E, Baffone W. *Curr Microbiol.* (2010), doi: 10.1007/s00284-009-9531-7.
90. Messenger S, Hammer KA, Carson CF, Riley TV. *J Hosp Infect.* (2005), doi: 10.1016/j.jhin.2004.06.032.
91. Lago JHG, Souza ED, Mariane B, Pascon R, Vallim MA, Martins RCC, et al. *Molecules.* 2011;16(12):9827-37.
92. Lima EdO, Farias NMPd. *Rev bras ciênc saúde.* 3(1/3):51-64.
93. de Castro RD, Lima EO. *Odontol. Clín.-Cient.* 2011;11(3):341-5.
94. Adebajo AC, Oloke KJ, Aladesanmi AJ. *Phytotherapy.* 1989;60(5):451-5
95. Fiúza TS, Sabóia-Morais SMT, De Paula JR, Tresvenzol LMF, Pimenta FC. *Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences.* 2008;29(3):245-50.
96. Voss-Rech D, Klein CS, Techio VH, Scheuermann GN, Rech G, Fiorentin L. *Antibacterial activity of vegetal extracts against serovars of salmonella.* 2011;41(2):314-20.
97. Fadeyi MO, Akpan UE. *Phyther. Res.* 1989;3(4):154-5.
98. Luzia, DMM; Bertanha, BJ; Jorge, N. *Rev. Inst. Adolfo Lutz.* 69(2):175-180; 2010.
99. Clark, A. M.; *SKETCHEL*; Interactive Chemical Molecule Sketching Tool; 2000.

Jhone Robson da Silva Costa

Renal toxicity of heavy metal (cádmium and Mercury) and their amelioration with ascorbic acid in rabbits.

Ali, S.; Hussain, S.; Khna, R. et al.

Recebido em 02/06/2019 Aceito em 24/06/2019

Os metais pesados representam um grande risco para o meio ambiente e também a saúde humana, tendo em vista que eles manifestam toxicidades particulares com diferentes graus morbidade. Nesse sentido, a busca por substâncias capazes de diminuir ou prevenir os danos provocados por esses metais, tornam-se essenciais e muito importantes. Diante desse cenário, destaca-se o ácido ascórbico, objeto de estudo deste trabalho que buscou avaliar os efeitos toxicológicos do cloreto de cádmio, cloreto mercúrio e sua co-administração com vitamina C em parâmetros bioquímicos de bioacumulação em coelhos.

Cloreto de cádmio (Cd) (1,5 mg / kg), cloreto mercúrio (Hg) (1,2 mg / kg) e vitamina C (150 mg / kg de peso corporal) foram administrados por via oral a oito grupos de tratamento dos coelhos. Após as medições biométricas de todos os coelhos experimentais, os parâmetros bioquímicos, ou seja, creatinina, cistatina C, ácido úrico e fosfatase alcalina (ALP) e bioacumulação de metais foram determinados utilizando kits e espectrofotômetro de absorção atômica. Os níveis de creatinina: Cd ($26,8 \pm 0,8 \mu\text{mol} / \text{l}$) e Hg ($28,3 \pm 1,1 \mu\text{mol} / \text{l}$), cistatina C: Cd ($1860,0 \pm 38,4 \text{ ng} / \text{ml}$) e Hg ($1932,5 \pm 38,5 \text{ ng} / \text{ml}$) Cd ($1860,0 \pm 38,4 \text{ ng} / \text{ml}$), ácido úrico: Cd ($4,2 \pm 0,2 \text{ mg} / \text{dl}$) e Hg ($4,8 \pm 0,1 \text{ mg} / \text{dia}$), Fosfatase alcalina (ALP): Cd ($48,3 \pm 1,4 \text{ UI} / \text{l}$) e Hg ($52,3 \pm 1,0 \text{ UI} / \text{l}$) foram significativamente ($P < 0,05$) aumentada devido à administração de cloreto de cádmio mercúrio mas, na presença de vitamina C, os efeitos do cloreto de cádmio e mercúrico sobre a creatinina: ($21,0 \pm 1,3 \mu\text{mol} / \text{l}$) e ($21,9 \pm 1,4 \mu\text{mol} / \text{l}$), cistatina C: ($1702,3 \pm 27,7 \text{ ng} / \text{ml}$) e ($1676,2 \pm 42,2 \text{ ng} / \text{ml}$), ácido úrico: ($2,9 \pm 0,1 \text{ mg} / \text{dl}$) e ($3,2 \pm 0,1 \text{ mg} / \text{dl}$) e ALP: ($39,6 \pm 1,7 \text{ UI} / \text{l}$) e ($43,3 \pm 0,8 \text{ IU} / \text{l}$) foram menores em comparação com amostras expostas somente ao metal.

A administração de metais pesados isoladamente e em combinações alterou significativamente o nível de creatinina sérica em animais expostos ao longo do experimento, no entanto, esse aumento diminuiu nos grupos tratados com vitamina C e de prevenção. O estudo mostrou que os níveis séricos de creatinina e ureia aumentaram, evidenciando assim um possível dano tubular renal devido à nefrotoxicidade induzida pelo cádmio, que se deve à incapacidade dos rins de excretar esses biomarcadores.

Doses de cloreto de cádmio e cloreto mercúrio administradas a coelhos também levaram a níveis alterados o ácido úrico no plasma, o que corrobora com o diagnóstico de lesão renal provocada por esses metais. Além, a administração de cloreto de cádmio, cloreto de mercúrio e vitamina C durante 28 dias consecutivos também elevou o nível de ALP e de cistatina C. Nesse sentido, os níveis aumentados de Cistina C e ALP, também indicam que houver diminuição da taxa de filtração do glomérulo.

Frente as análises realizadas nas amostras teciduais de rins, pode-se inferir que o cloreto de cádmio e o cloreto de mercúrio apresentaram acúmulo significativo nestes órgãos com concentração de 1,5 mg / kg e 1,2 mg / kg de peso corporal, respectivamente, em todos os grupos intoxicados. Assim, os resultados indicam que os rins possuem uma grande capacidade de acumular cádmio e mercúrio em concentrações altas quando expostos a esses metais.

Os resultados desse experimento indicaram que o tratamento de coelhos com vitamina C produziu marcantes efeitos protetores contra as alterações renais e bioquímicas induzidas pelo cádmio. No entanto, mais estudos são necessários para elucidar especificamente o mecanismo real de melhora induzido pela vitamina C. Nesse sentido, é importante ressaltar que essa descoberta é um ponto de partida para se pensar num tratamento para intoxicações por metais pesados, mesmo que não reverta todos os efeitos maléficos.

REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, S., HUSSAIN, S., KHAN, R. et al. Renal toxicity of heavy metals (cadmium and mercury) and their amelioration with ascorbic acid in rabbits, *Environ Sci Pollut Res* (2019) 26: 3909, <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3819-8>.