

Recebido em 01/2020. Aceito para publicação em 03/2020.

## OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO BIOTECNOLÓGICO UTILIZANDO RESÍDUO DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA NA PRODUÇÃO DA ENZIMA TANASE

### OPTIMIZATION OF BIOTECHNOLOGICAL PROCESS USING RESIDUES OF THE BREWING INDUSTRY IN TANNASE ENZYME PRODUCTION

Ester Helena Alves<sup>1</sup>

Suelene FS Bispo dos Santos<sup>2</sup>

Priscila Hoffmann Carvalho<sup>3</sup>

Vania Battestin Wiendl<sup>4</sup>

**Resumo:** Os resíduos agroindustriais são produzidos em grandes quantidades a partir do beneficiamento e industrialização de alimentos. O descarte desses resíduos no meio ambiente pode resultar em uma série de transtornos para o ecossistema, devido à sua rica composição em matéria orgânica. Diante desse cenário, o reaproveitamento dos resíduos industriais é uma alternativa viável para a diminuição dos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado e atendimento das exigências legais referentes à destinação final dos resíduos produzidos. Neste contexto, destaca-se a indústria cervejeira, cuja produção inclui etapas de processamento e fermentação de matéria-prima vegetal, gerando resíduos caracterizados por composições que apresentam significativo potencial para aplicação em tecnologias de bioprocessos através de rotas biotecnológicas sustentáveis. Dentre vários metabólitos de interesse industrial, a enzima tanase vem se destacando no cenário nacional devido a sua capacidade de produzir antioxidantes utilizados na indústria química, farmacêutica e alimentícia. O trabalho objetiva a otimização do meio de fermentação sólida para produção desta enzima utilizando resíduos da indústria cervejeira. Para isso, os resíduos foram padronizados e submetidos ao processo fermentativo, onde foram estudadas diversas variáveis da rota de produção do composto. Assim, como principal resultado, destaca-se o aumento da atividade enzimática, que passou de 0,04 U/mL para 0,19 U/mL após os ajustes do agente extrator, umidade do meio fermentativo, tempo de incubação e pH, concentração do agente indutor e temperatura e pH do meio reacional. Portanto, foram estabelecidos os melhores padrões para otimização do processo, reafirmando o resíduo da indústria cervejeira como um ótimo substrato para produção de biomoléculas.

**Palavras-chave:** Bioprocessos; fermentação sólida; otimização de bioprocessos; tanase.

**Abstract:** Agroindustrial residues are produced in large quantities from food processing and beneficiation. The disposal of these residues into the environment can result in a number of disruptions in the ecosystem due to their composition rich in organic matter. In this scenario, the reuse of industrial residues is a viable alternative for reducing the environmental impacts caused by improper disposal and compliance with legal requirements regarding the final disposal of the residues produced. In this context, the brewing industry stands out, whose production includes processing and fermentation stages of vegetable raw material, generating residues characterized by compositions that have significant potential for application in bioprocess technologies using sustainable biotechnological routes. Among several metabolites of industrial interest, the enzyme tannase has been emphasized in the national scenario due to its capacity to produce antioxidants used in the chemical, pharmaceutical and food industry. The work aims to optimize the solid fermentation medium for the production of this enzyme using residues from the brewing industry. For that,

<sup>1</sup> Graduanda em Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus São José dos Campos, Brasil. E-mail: esterhelena15@gmail.com

<sup>2</sup> Técnica em Química Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus São José dos Campos, Brasil. E-mail: suelene@ufrj.br.

<sup>3</sup> Doutora em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Brasil. E-mail: priscila.fea@gmail.com.

<sup>4</sup> Doutora em Ciência de Alimentos. Docente na Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus São José dos Campos, Brasil. E-mail: vbattestin@ifsp.edu.br.

*the residues were standardized and submitted to the fermentation process, where several variables of the compound production route were studied. Thus, as the main result, we highlight the increase in enzymatic activity, which changed from 0.04 U/mL to 0.19 U/mL after adjusting the extracting agent, moisture in the fermentation medium, incubation time and pH, concentration of the inducing agent and temperature and pH of the reaction medium. Therefore, the best standards for process optimization were established, reaffirming the residue from the brewing industry as a great substrate for biomolecule production.*

**Keywords:** Bioprocesses; solid fermentation; bioprocess optimization; tannase.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos produz diversos resíduos com grande potencial de (re)utilização e alto valor agregado quando aplicado para o desenvolvimento biotecnológico. Além de fonte de matéria orgânica, os resíduos agroindustriais são amplamente empregados como fonte de proteínas, enzimas e óleos essenciais. Tendo em vista a crescente dinâmica das políticas ambientais, o desenvolvimento de processos biotecnológicos a partir de resíduos antes descartados, dentre os quais estão os processos enzimáticos, é de grande relevância no cenário mundial. Deste modo, a utilização de resíduos provenientes da indústria cervejeira da Região do Vale do Paraíba e Região Sul do país busca agregar valor e potencializar a produção de enzimas, visando não somente a produção em escala laboratorial (COELHO *et al.*, 2001; PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007).

Sabe-se ainda que devido as características de reprodução e crescimento dos fungos, estes se adequam a diversos substratos, assim, a utilização de micro-organismos para a produção de enzimas por intermédio da fermentação sólida surge como alternativa a utilização dos resíduos da indústria de alimentos que antes eram descartados ou pouco aproveitados. A fermentação em estado sólido (FES) se refere ao processo de crescimento de micro-organismos sobre substratos sólidos sem a presença de água livre circulante, de modo que a água presente no sistema se encontra complexada com a matriz sólida (BATTESTIN; MATSUDA; MACEDO, 2004), esta se mostra bastante vantajosa para a produção de enzimas, pois, além de ser um meio de produção simples, utiliza subprodutos agroindustriais ricos em taninos e acrescidos de ácido tânico (LAGEMAAT; PYLE, 2001; SILVA *et al.*, 2018). Dessa forma, o resíduo da produção artesanal e industrial de cerveja, mercado bastante difundido na região, configura-se como um potencial substrato para a produção de tanase, a partir do fungo *Aspergillus niger*.

As enzimas são biocatalisadores, responsáveis por milhares de reações bioquímicas envolvidas nos mais diversos processos biológicos, tanto nos seres vivos quanto industrialmente (KIELING, 2002). Tanino acil hidrolase, conhecida como tanase (EC 3.1.1.20), é uma enzima extracelular, induzível, produzida por fungos, bactérias e leveduras, na presença de ácido tânico. Trata-se de uma enzima que hidrolisa ésteres e ligações laterais de taninos hidrolisáveis obtendo como produto a glicose e o ácido gálico. Aplicada na indústria de alimentos, sucos, cervejaria, cosméticos, farmacêutica e indústria química; é usada na produção de ácido gálico, chás instantâneos, na

estabilização da cor do vinho, refrigerantes a base de café, processo de tratamento de couro, detanificação de alimentos e para tratamento de efluentes na indústria de couros. Entretanto, apesar de muitas aplicações potenciais da enzima tanase, poucas são efetivamente exploradas em virtude, principalmente, do alto custo de produção da mesma (AGUILAR, C. *et al.*, 1999; BANERJEE; MONDAL; PATI, 2001; BATTESTIN; MATSUDA; MACEDO, 2004; VALERA, 2014).

Visto isso, o presente trabalho busca utilizar os resíduos da indústria cervejeira na produção da enzima tanase por meio de fermentação em estado sólido, testando as melhores condições para a produção do composto, visando a otimização do processo biotecnológico.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Resíduo da produção de cerveja**

Os setores agroindustriais e de alimentos produzem grandes quantidades de resíduos, que podem apresentar elevados problemas de disposição final e potencial poluente, além de representarem, muitas vezes, perdas de biomassa e de nutrientes de alto valor. Assim, conceitos de minimização, recuperação, aproveitamento de subprodutos e bioconversão de resíduos são cada vez mais difundidos e necessários para as cadeias agroindustriais (ROCHA, 2010; BORGES; SOUZA NETO, 2009).

A indústria brasileira de cerveja gera grandes quantidades de resíduos sólidos (bagaço de cevada), resultantes dos processos efetuados. Estima-se que a quantidade de resíduo de cevada produzida anualmente no Brasil seja de aproximadamente dois milhões de toneladas, quantidade esta que representa 85% dos subprodutos do processo. Sua composição, com elevado teor de proteínas e carboidratos, envolve principalmente materiais nitrogenados, fibra, lipídeos e lignina. A cada 100 litros de cerveja produzidos são gerados cerca de 20 kg de bagaço, utilizados somente como ração animal (MATHIAS; MELO; SERVULO, 2014).

Nesse aspecto, visando à obtenção de produtos de maior valor agregado e a destinação dos resíduos gerados para fins mais nobres, os bioprocessos industriais apresentam-se como potenciais meios para destinação destes rejeitos (PANDEY *et al.*, 2001), além de suas possíveis aplicações em alimentação animal e humana. Além disso, na região de São José dos Campos estão localizadas várias cervejarias de pequeno, médio e grande porte. Destacando-se as cervejarias Ambev (Brahma, Skol, Antartica, Original, entre outras) e Heineken (Amstel, Proibida, Schin, e outras) localizadas no município de Jacareí.

### **2.2 Utilização de fungos em bioprocessos**

Na busca de soluções alternativas para o problema do descarte dos resíduos, muitas indústrias têm optado pelo uso de micro-organismos como agentes redutores de

matéria orgânica para eliminação ou redução de compostos tóxicos. Os fungos, em função de suas características de reprodução e crescimento, adaptam-se a diversos substratos, entre os quais efluentes de indústrias processadoras de alimentos, resíduos agrícolas e agroindustriais e resíduos derivados de petróleo (KRONBAUER *et al.*, 2007).

Diversos resíduos estão sendo aproveitados como substratos na produção de enzimas pelos micro-organismos. Resíduos como farelo de trigo, bagaço de cana, resíduos do processamento de suco de laranja, têm sido utilizados para produção de tanase utilizando diferentes micro-organismos (BATTESTIN, 2007).

### **2.3 Otimização dos Processos**

A maioria dos estudos na área de bioprocessos envolve o entendimento do mecanismo de produção, para selecionar o melhor biocatalisador (micro-organismo ou enzima), as melhores condições ambientais que propiciam um melhor rendimento, a procura de recursos mais econômicos, mas que ainda produzam um rendimento satisfatório. O estudo de um processo fermentativo envolve também o desenvolvimento de uma estratégia de otimização, obtendo-se assim um melhor rendimento do produto. A otimização pode ser feita ajustando várias etapas do processo, sendo algumas delas mais facilmente modificadas do que outras. São geralmente alterados alguns dos parâmetros relacionados com os quatro pilares da fermentação: no micro-organismo, no substrato, nas condições operacionais, e nos processos de recuperação do produto (PERLINGEIRO, 2005; TEIXEIRA; VAZ; BATTESTIN, 2017).

### **2.4 Otimização dos Processos**

O grande interesse industrial pela enzima tanase está relacionado com seu potencial de aplicação em diversas indústrias e sua eficiência vem sendo estudada atualmente nos processos de produção de antioxidantes em chás comerciais (BATTESTIN, 2007), na erva mate, suco de laranja (FERREIRA, 2011) e ração animal (SCHONS; RIES; MACEDO, 2012). As tanases ainda podem ser utilizadas no tratamento de efluentes da indústria de couro, na produção de vinhos, na produção de medicamentos e fármacos. Atualmente o mercado nacional é suprido com essa enzima apenas via importação.

A partir disso, espera-se que esse trabalho contribua para a tecnologia nacional de produção de enzimas, principalmente na produção da enzima tanase, que é o estado da arte desse projeto. Além de colaborar com diversas indústrias alimentícias, químicas e farmacêuticas, tanto no que diz respeito a utilização de um subproduto gerado pela agroindústria, quanto no desenvolvimento de rotas biotecnológicas sustentáveis e na produção de uma biomolécula com ampla possibilidade de emprego e interesse industrial ainda não produzida em grande escala no âmbito nacional.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Materiais e equipamentos utilizados**

Resíduos: Os resíduos da indústria cervejeira e da produção artesanal da bebida foram doados por empresas e produtores da região de São José dos Campos e do Sul do país.

Reagentes químicos e meios de cultura: ácido tânico, SDS-trietanolamina, sais minerais e tampões, PDA (Ágar de Batata Dextrosado), resíduos da indústria cervejeira e de aguardente de Cambuci, proteína BSA (albumina de soro bovino).

Equipamentos: Espectrofotômetro (Metash-Tecnal); Banho termostático (Tecnal); Centrífuga (Kasvi k14-4000); Estufa de Cultura (Tecnal TE-392-1); Incubador Shaker (K-330-Pro); Balança analítica (Mettler Toledo Me 104), pHmetro (Metler Toledo).

#### **3.2 Métodos**

##### **3.2.1 Padronização dos resíduos**

As amostras dos resíduos foram padronizadas em relação a secagem dos resíduos em estufa, determinação do pH e determinação de granulometria, visando a homogeneização dos resíduos para o processo fermentativo.

As amostras dos resíduos foram desidratadas em estufa a aproximadamente 75°C. Para a determinação do pH foram adicionados 40 mL de água destilada a 4,0 g de amostra, e a mistura foi vigorosamente agitada – por 15 minutos, no Shaker, a 200 rpm – até que as partículas se mostrassem uniformemente suspensas. Após 10 minutos, o pH do sobrenadante foi determinado em pHmetro (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Além disso, foram determinados os tamanhos médios das partículas dos resíduos estudados.

##### **3.2.2 Micro-organismo, conservação e preparo do inóculo**

A linhagem fúngica que foi utilizada no presente estudo foi isolada do solo da árvore conhecida popularmente com Ingá. Posteriormente esta linhagem foi identificada como sendo *Aspergillus niger*. A linhagem fúngica foi conservada em tubos de ensaio com meio de ágar batata dextrose (PDA), inclinados e em temperatura de 10°C. A linhagem foi repicada em meio PDA inclinado, com suplemento de ácido tânico 0,2% (p.v-1), pH final do meio igual a 5,2 e incubadas em estufa à 32°C por 120 horas para pré-indução da tanase.

##### **3.2.3 Meio de fermentação sólida para produção da tanase**

O meio de fermentação foi preparado adicionando 20 g da mistura do resíduo na proporção 1:1, acrescido de solução de sais e ácido tânico, ajustável à concentração de 10% de ácido tânico (agente indutor). O meio foi esterilizado e em seguida os frascos foram inoculados com 2 mL de solução de esporos e incubados a 32°C em estufa bacteriológica por 120 horas. Após a fermentação, foram adicionados 70 mL de solução tampão acetato 0,2 M - pH 5,0 (agente extrator) e agitados a 200 rpm por 1 hora. A solução foi filtrada em algodão e levada a centrifuga por 15 minutos a 4.000 rpm. No sobrenadante foi medida a atividade enzimática de acordo com metodologia proposta por Lekha e Lonsane (1994). Para isso, a solução substrato foi preparada pela adição de ácido tânico 0,2% (p.v-1) em tampão acetato 0,2 M (pH 5,5). A reação enzimática foi realizada adicionando 0,3 mL da solução substrato com 0,5 mL de extrato enzimático bruto deixado em banho maria à 60°C por 10 minutos. Após a incubação, a reação foi paralisada com 3 mL de solução BSA preparada na concentração de 1 mg.mL<sup>-1</sup> de BSA e de cloreto de sódio 0,17 M em tampão acetato 0,2 M (pH 5), e em seguida, centrifugada a 4.000 rpm por 15 minutos. Ao precipitado foi adicionado 3 mL de solução SDS-trietanolamina acrescido de 1 mL de solução de FeCl<sub>3</sub>. A absorbância foi medida após 15 minutos a 530 nm de acordo com metodologia sugerida por Mondal, Banerjee e Jana (2001). A curva padrão foi elaborada utilizando quantidades de ácido tânico comercial variando entre 0,02 e 0,14 mg.

Foram testadas variáveis do processo de produção da enzima tanase, tais como: resíduo da produção de cerveja artesanal e industrial, influência do agente extrator e da umidade do meio de FES, influência do tempo de incubação, do pH do meio, do agente indutor, e da temperatura e pH da reação enzimática.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Meio de fermentação sólida para produção da tanase

As amostras de resíduos da indústria de cerveja foram desidratadas em estufa até a obtenção de partículas secas e não aglomeradas (Figura 1), que apresentaram um tamanho médio de aproximadamente 0,66 cm ± 0,14.

Figura 1 - Resíduo da indústria cervejeira.



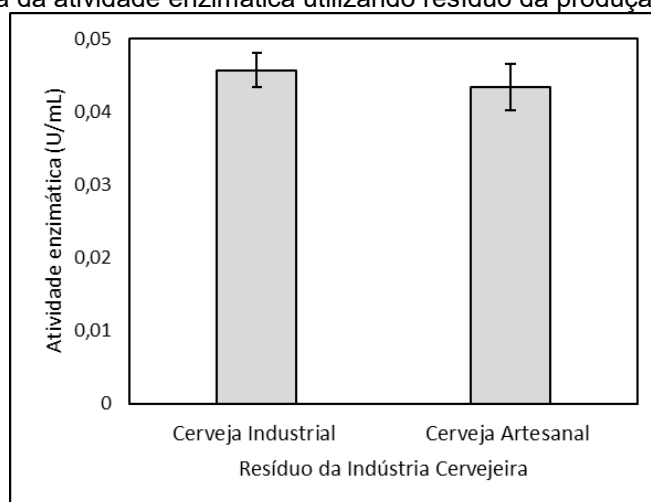
Fonte: Os autores.

O pH da amostra foi medido a cada 1 (uma) hora, num período total de 3 (três) horas e manteve-se estável no decorrer das medidas, numa média de  $5,24 \pm 0,02$ . O caráter ácido observado é proveniente da composição deste resíduo, assim como afirmam os autores Cabral Filho (1999) e Rech e Zorzán (2017), e estão em acordo com o resultado encontrado na literatura, que relatou  $\text{pH}=5,96$  para o bagaço de malte úmido (RECH; ZORZAN, 2017):

#### 4.2 Análise da produção da enzima utilizando resíduo da produção cervejeira

A Figura 2 apresenta os dados de produção da enzima tanase no resíduo da indústria cervejeira.

Figura 2 - Medida da atividade enzimática utilizando resíduo da produção cervejeira.



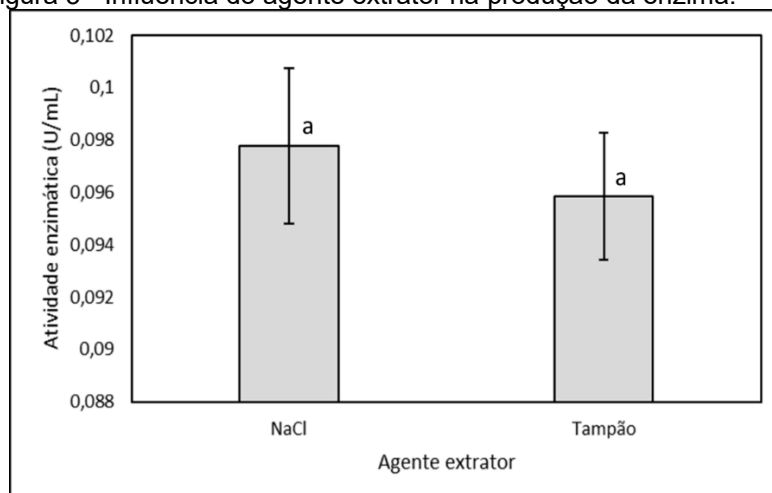
Fonte: Os autores.

A partir disso, constatou-se que a produção da enzima tanase nos resíduos cervejeiros foi de  $0,046\text{U/mL} \pm 0,002$  para o resíduo da cerveja industrial e de  $0,043\text{U/mL} \pm 0,003$  para o resíduo da cerveja artesanal. Dessa forma, foi dada a preferência para os estudos com o resíduo proveniente da produção industrial.

#### 4.3 Influência do agente extrator na produção da enzima

Foi verificado a influência do agente extrator NaCl 1,5% e tampão acetato ( $\text{pH} 5,0 - 0,2\text{M}$ ) na extração da enzima após a fermentação (Figura 3).

Figura 3 - Influência do agente extrator na produção da enzima.



Nota: Colunas com letras iguais não apresentam diferenças significativas para o teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).  
Fonte: Os autores.

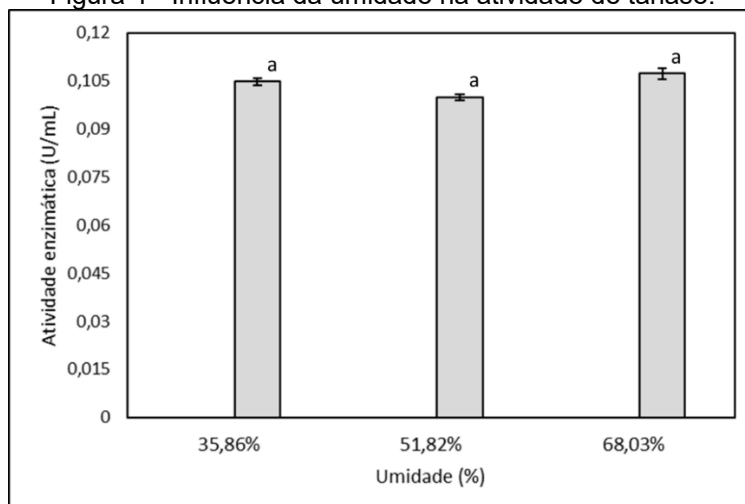
A extração da enzima foi maior quando se utilizou NaCl (1,5%), obtendo-se valores de atividade de tanase em torno de 0,098 U/mL. Ao utilizar o tampão acetato (pH 5,0 – 0,2M), o valor de atividade foi de 0,096 U/mL. Dessa forma, os testes seguintes foram conduzidos com o tampão acetato (pH 5,0 – 0,2M), posto que não houve diferença significativa na atividade de tanase, segundo o teste de Tukey ( $p > 0,05$ ), e estes resultados estão de acordo com a metodologia relatada na maioria dos estudos que obtiveram bons resultados (BATTESTIN, 2007; EL-FOULY *et al.*, 2010; SCHONS; RIES; MACEDO, 2012; SRIVASTAVA; KAR, 2009).

#### 4.4 Influência da umidade na produção da enzima

Foram testadas três diferentes proporções (resíduo: solução de sais acrescido de ácido tânico) no meio de fermentação em estado sólido: (1:0,5), (1:1) e (1:2). Os resultados obtidos estão descritos na Figura 4.



Figura 4 - Influência da umidade na atividade de tanase.



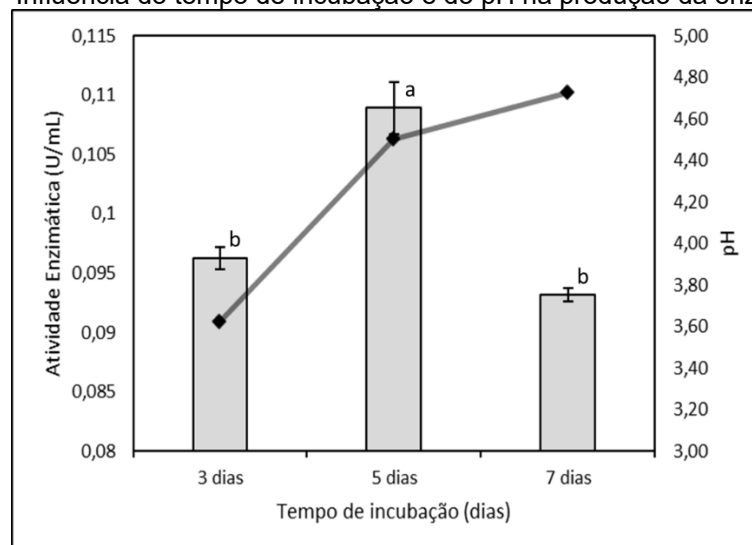
Nota: Colunas com letras iguais não apresentam diferenças significativas para o teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).  
Fonte: Os autores.

A partir disso, comprovou-se que a atividade de tanase foi de  $0,104 \text{ U/mL} \pm 0,001$  no meio de fermentação sólida com umidade de 35,86% (proporção 1:0,5), assim como a enzima demonstrou atividade de  $0,099 \text{ U/mL} \pm 0,000$  no meio de FES com umidade de 51,82% e  $0,107 \text{ U/mL} \pm 0,001$  para a umidade de 68,03% (respectivamente, nas proporções 1:1 e 1:2). Entretanto, não houve diferença significativa entre os três ensaios descritos, de acordo com o teste de Tukey, além de que, a atividade enzimática permaneceu linear. Logo, os testes seguintes mantiveram a proporção padrão 1:1 (BATTESTIN, 2007; EL-FOULY *et al.*, 2010; SCHONS; RIES; MACEDO, 2012), com umidade de 51,82%.

#### 4.5 Influência do tempo de incubação e do pH na produção da enzima

Foram analisados também a influência do tempo de incubação na atividade enzimática, assim como a variação do pH no meio (Figura 5).

Figura 5 - Influência do tempo de incubação e do pH na produção da enzima.



Nota: Colunas com letras distintas são significativamente diferentes para o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

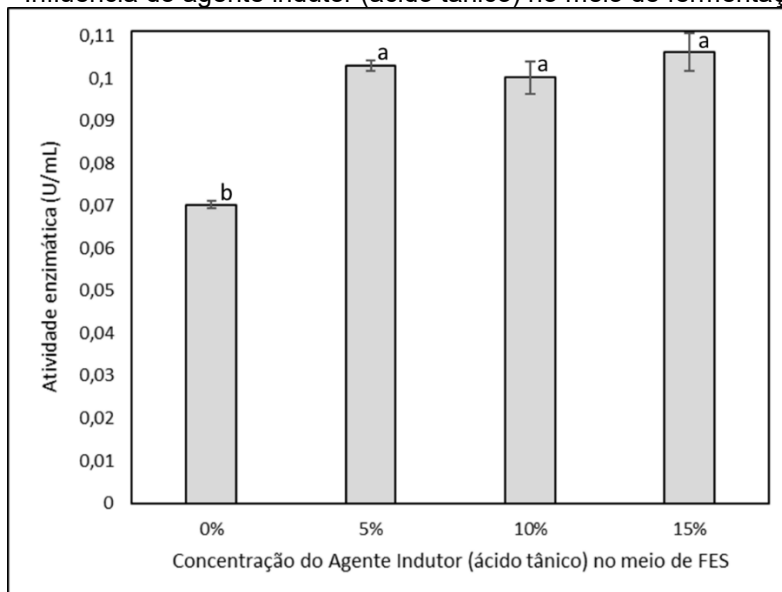
Fonte: Os autores.

O período ideal de incubação foi de 5 dias, resultados estes semelhantes aos obtidos por El-Fouly *et al.* (2010) e Teixeira, Vaz e Battestin (2017). Contudo, Lal *et al.* (2012) relatou a máxima atividade enzimática em 7 dias. Além disso, foi possível constatar que o pH ótimo para a máxima atividade de tanase foi de 4,50 (5 dias). Estes dados são semelhantes aos obtidos por Lal *et al.* (2012) e El-Fouly *et al.* (2010), entretanto, Marco *et al.* (2009) e Srivastava e Kar (2009) relataram pH ótimo para a atividade de tanase em 6,0. A queda na atividade enzimática – com 7 dias – pode ser justificada pelo aumento do pH à medida que se aumenta o período de incubação, apesar de manter-se com pH ácido. Provavelmente, a variação do pH ao longo dos períodos de incubação analisados ocorreu devido aos produtos formados e consumidos no meio durante o processo.

#### 4.6 Influência do agente indutor no meio de fermentação sólida

Foram conduzidos ensaios de produção da enzima sem indutor no meio e utilizando as variações de 5%, 10% e 15% de indutor (Figura 6).

Figura 6 - Influência do agente indutor (ácido tânico) no meio de fermentação sólida.



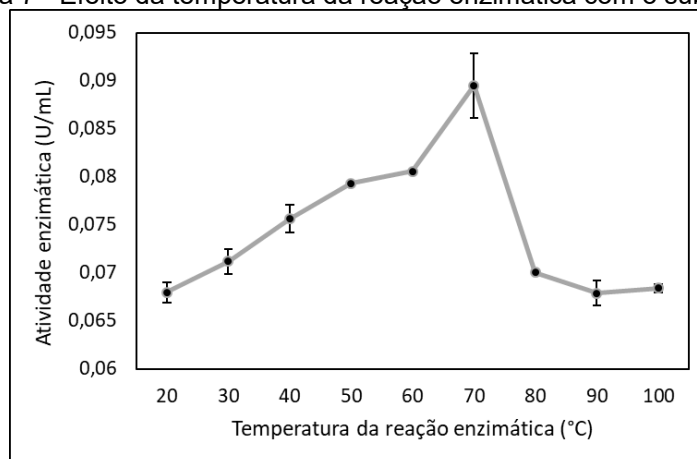
Nota: Colunas com letras distintas são significativamente diferentes para o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).  
Fonte: Os autores.

Foi possível constatar que a adição de indutor proporciona uma diferença significativa na produção da enzima tanase, posto que a atividade enzimática foi de  $0,07 \text{ U/mL} \pm 0,001$  sem o referido aditivo e apresentou valores de  $0,10 \text{ U/mL} \pm 0,001$ ,  $0,10 \text{ U/mL} \pm 0,004$  e  $0,11 \text{ U/mL} \pm 0,004$ , respectivamente para as concentrações de 5%, 10% e 15% de ácido tânico (agente indutor) no meio de fermentação sólida. Entretanto, as variações da concentração durante os testes não apresentaram uma diferença significativa para o teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Em virtude disso, os próximos ensaios seguiram com a concentração padrão de 5% de ácido tânico, utilizando menos reagente para o desenvolvimento dos testes seguintes.

#### 4.7 Influência da temperatura e do pH da reação enzimática com o substrato

Foram realizados ensaios que variaram a temperatura de  $20\text{-}100^\circ\text{C}$  e o pH de 3,5-9,5 na reação enzimática com o substrato (Figuras 7 e 8).

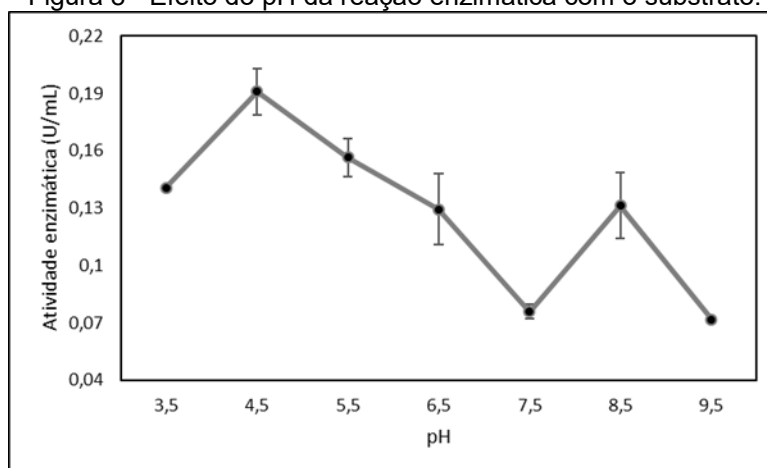
Figura 7 - Efeito da temperatura da reação enzimática com o substrato.



Fonte: Os autores.

Foi possível constatar que a atividade máxima foi determinada em 70°C, com uma faixa ideal de atividade entre 50-70°C, com valores de 0,079 U/mL  $\pm$  0,0001, 0,08 U/mL  $\pm$  0,0001 e 0,09 U/mL  $\pm$  0,003, respectivamente, de forma que, com o aumento gradual da temperatura nos intervalos de 20 a 70°C houve um aumento correspondente de atividade enzimática, que passou de 0,068 U/mL (20°C) para 0,09 U/mL (70°C). Em contrapartida, a partir dos 80°C, a atividade de enzima diminuiu significativamente. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Battestin (2007), que obteve atividade máxima em 60°C, com uma faixa ideal de produção entre 40-60°C, enquanto Cavalcanti e Guimarães (2018) encontraram temperatura ótima na faixa de 40-45°C para a atividade de tanase.

Figura 8 - Efeito do pH da reação enzimática com o substrato.



Fonte: Os autores.

Foi possível constatar que a atividade máxima foi determinada com pH=4,5, apresentando atividade enzimática de 0,19 U/mL  $\pm$  0,011, com uma boa faixa de atividade entre 4,5 e 5,5, de forma que, com o aumento gradual do pH houve um decréscimo correspondente de atividade enzimática, que passou de 0,19 U/mL (pH=4,5) para 0,07 U/mL (pH=7,5). Estes valores são semelhantes aos encontrados por Battestin (2007), que demonstrou pH ótimo entre 4,0-5,5 para a enzima produzida por *Aspergillus niger*. Lal *et al.* (2012), por sua vez, obteve atividade máxima em pH=5,0, com tanases

também produzidas por *Aspergillus niger*, enquanto Valera (2014) obteve bons resultados entre 5,0-5,5 com tanases produzidas por *Aspergillus carbonarius*. Em contrapartida, a reação realizada no pH=8,5 apresentou um pequeno aumento de atividade (0,13 U/mL), sugerindo a existência de uma isoenzima, que corresponde a enzimas que catalisam a mesma reação, entretanto, não possuem necessariamente as mesmas propriedades físicas, devido a diferenças geneticamente determinadas na sequência de seus aminoácidos, assim, as isoenzimas podem apresentar diferentes números de aminoácidos. Um resultado semelhante foi obtido por Valera (2014), em que, com pH=8,0, também relatou um pequeno pico de atividade enzimática, sugerindo que possivelmente também ocorreu a produção de uma isoenzima, assim como relatou-se no presente trabalho.

## 5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos com o desenvolvimento do trabalho, foi possível constatar que o resíduo da indústria cervejeira se configura em um ótimo resíduo agroindustrial empregado como substrato para a produção de biomoléculas através de fermentação em estado sólido a partir do fungo *Aspergillus niger*. Além disso, foram estabelecidos os melhores padrões para a otimização do processo biotecnológico, que se firmaram em testes com resíduo da produção industrial de cerveja, com o tampão acetato (pH 5,0 – 0,2M) como agente extrator, o preparo do meio de fermentação na proporção 1:1 com umidade de cerca de 52%, 5 dias de incubação, com pH ótimo para a máxima atividade de tanase de 4,50, 5% de agente indutor (ácido tânico) no meio fermentativo, e a reação enzimática realizada a 70°C no pH=4,50.

Com base nisso, foi possível observar o aumento da atividade enzimática, passando de 0,04 U/mL para 0,19 U/mL ao final dos ensaios. Dessa forma, os próximos passos são direcionados ao início do processo de purificação da biomolécula produzida.

## REFERÊNCIAS

- AGUILAR, C. *et al.* A comparison of methods to determine Tannin Acyl Hydrolase Activity. **Braz. Arch. Biol. Technol.**, v. 42, n. 3, p. 355-361, 1999.
- BANERJEE, D.; MONDAL, K. C.; PATI, B. R. Production and characterization of extracellular and intracellular tannase from newly isolated *Aspergillus aculeatus* DBF 9. **J. Basic Microbiol.**, v.41, n.6, p.313-318, 2001.
- BATTESTIN, V; MATSUDA, L. K.; MACEDO, G. A. Fonte e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 25, n. 1, p. 63-72, 2004.
- BATTESTIN, V. **Produção, purificação e aplicação de tanase de *Paecilomyces variotii***. 2007. 99f. Tese (Doutorado em Ciências de alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- BORGES, M. S.; SOUZA NETO, S. P. Meio ambiente x Indústria de cerveja: um estudo

de caso sobre práticas ambientais responsáveis. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 5., 2009. Niterói. **Anais...**, Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2009.

CABRAL FILHO, S. L. S. **Avaliação do resíduo de cervejaria em dietas de ruminantes através de técnicas nucleares e correlativas**. 1999. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

CAVALCANTI, R. M. F.; GUIMARÃES, L. H. S. Produção e Caracterização Parcial de Tanase Pelo Fungo Endofítico *Aspergillus Niger* Ang 18 em Fermentação em Estado Sólido. **Revista Saúde & Ciência Online**, v. 7, n. 2, p.426-440, ago. 2018.

COELHO, M. A. Z. *et al.* Aproveitamento de resíduos agroindustriais: produção de enzimas a partir da casca de coco verde. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 33-42, 2001.

EL-FOULY, M. Z. *et al.* Biosynthesis and Characterization of *Aspergillus niger* AUMC 4301 Tannase. **Journal of American Science**, v. 6, n. 12, p. 709-721, 2010.

FERREIRA, L. R. **Estudo da especificidade da tanase de *Paecilomyces variotii* e sua aplicação na biotransformação dos polifenóis do suco de laranja**. 2011. 156f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KIELING, D. D. **Enzimas: Aspectos Gerais**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

KRONBAUER, E. A. W. *et al.* Produção de xilanase por *Aspergillus casielus* com diferentes fontes de carbono. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 207-216, 2007.

LAGEMAAT, J. V.; PYLE. D. L. Slid-state fermentation and bioremediation: development of a continuous process for the production of fungal tannase. **Chem. Eng. J.**, v. 84, p. 15-123, 2001.

LAL, D. *et al.* Production of Tannin Acyl Hydrolase (E.C. 3.1.1.20) from *Aspergillus niger* isolated from bark of *Acacia nilotica*. **Journal of Microbiology and Biotechnology Research**, v. 2, n. 4, p.566-572, 2012.

LEKHA, P. K.; LONSANE, B. K. Comparative titres, location and properties of Tannin Acyl Hydrolase produced by *Aspergillus niger* PKL 104 in solid-state, liquid surface and submerged fermentations. **Process Biochem.** v. 29, p. 497-503, 1994.

MARCO, M. *et al.* A Novel Tannase from the Xerophilic Fungus *Aspergillus niger* GH1. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, set. 2009.

MATHIAS, T. R. S.; MELLO, P. P. M.; SERVULO, E. F. C. Caracterização de resíduos cervejeiros. COBEQ. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20. 2014. São Paulo. **Anais...**, Sãp Paulo: Blucher, 2014. p. 3805-3812.

MONDAL, K.C. BANERJEE, D.; JANA, M.; PATI, B.R. Colorimetric Assay Method for determination of the Tannin Acyl Hidrolase activity. **Analytical Biochemistry**, n. 295, p. 168-171. 2001.

- PANDEY, A. *et al.* Production of organic acids by solid-state fermentation. *In*: PANDEY A.; SOCCOL C.R.; LARROCHE C. (eds) **Current Developments in Solid-state Fermentation**. New Delhi: Asiatech Publishers, 2001. p. 113-126.
- PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. O. Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Journal Of Technology Management & Innovation**, v. 2, n. 1, 2007.
- PERLINGEIRO, C. A. G. **Engenharia de Processos**: análise, simulação, otimização e síntese de processos químicos. São Paulo: Blucher, 2005.
- RECH, K. P. M.; ZORZAN, V. **Aproveitamento de resíduos da indústria cervejeira na elaboração de cupcake**. 2017. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2017.
- ROCHA, C. P. **Otimização da produção de enzimas por *Aspergillus niger* em fermentação em estado sólido**. Dissertação (Mestrado em Engenharias) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.
- SCHONS, P. F.; RIES, F. E.; MACEDO, G. A. Fermentation and enzyme treatment on sorghum. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 1, p. 89-97, 2012.
- SILVA, E. P. *et al.* Seleção de fungos do gênero *Aspergillus* produtores de tanase para inclusão em ração animal. **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 12, n. 2, p.1-7, fev. 2018.
- SRIVASTAVA, A.; KAR, R. Characterization and Application of Tannase Produced by *Aspergillus niger* ITCC 6514.07 On Pomegranate Rind. **Brazilian Journal of Microbiology**, n. 40, p.782-789, out. 2009.
- TEIXEIRA, M. C. V.; VAZ, L.; BATTESTIN, V. Uso da biotecnologia na produção de enzimas. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO, 6., 2017, Taubaté. **Anais...**, Taubaté, 2017.
- VALERA, L. S. **Produção e Caracterização das Tanases do Fungo Filamentoso *Aspergillus carbonarius***. 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2014.

**PRESENÇA DE METAIS PESADOS EM ASAS DE HAMADRYAS FEBRUA HÜBNER, 1823 (Lepidoptera, Nymphalidae, Biblidinae)****PRESENCE OF HEAVY METALS ON WINGS OF HAMADRYAS FEBRUA HÜBNER, 1823 (Lepidoptera, Nymphalidae, Biblidinae)**Lucas Liesak Sant'Ana Santos<sup>1</sup>José Geraldo Gomes de Alvarenga<sup>2</sup>Eduarda Figueiredo Borges<sup>3</sup>Laís Silva<sup>4</sup>Nicole Carvalho Campos<sup>5</sup>Rafael Vitor De Medeiros Costa<sup>6</sup>Nádia Maria Rodrigues De Campos Velho<sup>7</sup>

**Resumo:** *Microscopia eletrônica de varredura (MEV) acoplada a Espectroscopia de energia dispersiva de raios-X (EDS) tem como princípio de funcionamento a utilização de feixes de elétrons de pequeno diâmetro para explorar a superfície da amostra em estudo e identificar elementos químicos presentes. Borboletas são potenciais bioindicadores da qualidade ambiental, sendo possível observar em algumas espécies o processo de migração, e desta forma, tornam-se vítimas, involuntariamente, de dispersão de metais. O presente estudo teve como objetivo identificar e realizar uma análise semiquantitativa da presença de metais pesados em asas da espécie Hamadryas februa. Os exemplares foram coletados no campus da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), São José dos Campos, SP, em três locais distintos: borboletário; interior de um fragmento de Mata Atlântica e entorno do Centro de Planejamento e Desenvolvimento da Educação (CEPLADE). Foram selecionados no total, cinco espécimes de borboletas para remoção de um fragmento da asa inferior, e imediatamente, realizada a soltura dos exemplares. Os fragmentos foram fixados em porta amostras, seguindo o processo de secagem, metalizados com ouro e analisados em Microscópio Eletrônico de Varredura. Análises semiquantitativas foram realizadas com base na porcentagem atômica total dos metais encontrados em cada amostra sendo obtidos os seguintes valores: ferro (0,28%), manganês (0,74%), níquel (0,77%), cobalto (2,32%), cobre (4,96%), zinco (11,71%), bromo (12,83%), alumínio (19,57%), chumbo (21,79%) e mercúrio (24,98%). Segundo as análises, as amostras apresentaram concentrações acentuadas de chumbo e mercúrio. Este trabalho pode indicar que borboletas da espécie Hamadryas februa são capazes de acumular em suas escamas, metais pesados.*

**Palavras-chave:** Bioindicadores; MEV; gases tóxicos; borboletas.

**Abstract:** *Scanning electron microscopy (SEM) coupled with X-ray dispersive energy spectroscopy (EDS) has as its operating principle the use of a small diameter electron beam to explore the surface of the sample under study and identify chemical elements present in the samples. Butterflies are potential bioindicators of environmental quality, being possible to observe in some species the migration process, and thus, they unintentionally become victims of metal dispersion. The present study aimed to identify and perform a semiquantitative analysis of the presence of heavy metals in wings of the species Hamadryas februa. The*

<sup>1</sup> Universidade do Vale do Paraíba – Univap, Brasil. E-mail: lucasliesakss@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade do Vale do Paraíba – Univap, Brasil. E-mail: ge.alvarenga.bio@gmail.com.

<sup>3</sup> Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade do Vale do Paraíba – Univap, Brasil. E-mail: dudafigueiredosjc@gmail.com.

<sup>4</sup> Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade do Vale do Paraíba – Univap, Brasil. E-mail: leallajo@hotmail.com.

<sup>5</sup> Colégio Técnico Opção, Brasil. E-mail: nicole.carvalho15@gmail.com.

<sup>6</sup> Graduando em Ciências Biológicas, Universidade do Vale do Paraíba – Univap, Brasil. E-mail: rvmcosta2@gmail.com.

<sup>7</sup> Doutorado em Biologia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil. E-mail: nvelho2020@gmail.com.



specimens were collected on the campus of the University of Vale do Paraíba (UNIVAP), São José dos Campos, SP, in three distinct locations: butterfly garden; inside a fragment of Atlantic Forest and surrounding the Center for Planning and Development of Education (CEPLADE). A total of five butterfly specimens were selected for removal of a fragment of the lower wing, and the specimens were immediately released. The fragments were fixed in a sample holder, following the drying process, treatment with gold metallization, and analysis under a Scanning Electron Microscope. Semiquantitative analyses were performed based on the total atomic percentage of the metals found in each sample: iron (0.28%), manganese (0.74%), nickel (0.77%), cobalt (2.32%), copper (4.96%), zinc (11.71%), bromine (12.83%), aluminum (19.57%), lead (21.79%) and mercury (24.98%). According to the analyses, the samples showed marked concentrations of lead and mercury. This work may indicate that butterflies from the species *Hamadryas februa* are able to accumulate heavy metals in their scales.

**Keywords:** Bioindicators; SEM; toxic gases; butterflies.

## 1 INTRODUÇÃO

O objeto de estudo desta pesquisa é a borboleta da espécie *Hamadryas februa* (HÜBNER, 1823) (Figura 1). Esta espécie é capaz de manter uma população durante o ano inteiro por usar plantas hospedeiras que perduram as quatro estações e os indivíduos adultos não sofrem com desidratação em temporadas secas e, portanto, não precisam fazer diapausas reprodutivas (YOUNG, 2009). Diferente da maioria das borboletas diurnas, a espécie em questão dispõe de tons em cinza em suas asas, comparada a mosaicos, são facilmente confundidas com líquens, o que funciona como camuflagem em resposta à predação.

São considerados bioindicadores, seres vivos suscetíveis a processos ou poluentes no meio ambiente, produzindo uma resposta que pode ser traduzida como indicação de qualidade do ambiente (MARKERT; BREURE; ZECHMEISTER, 2003). Insetos são considerados indicadores ambientais de ótima qualidade (VIEIRA *et al.*, 2011), nestes animais a ação de metais pesados no exoesqueleto causa danos ao DNA e compromete o desenvolvimento de embriões imaturos (BROTTO; FIRMINO, 2014).

A dispersão de metais pesados por gases tóxicos, descartados indevidamente, flutuam em áreas públicas como parques e praças, arriscando a saúde da população, e se estende para áreas não urbanizadas como rios, matas e campos, afetando a biologia destes locais. Um estudo recente realizado no município de Taubaté propôs que metais pesados como ferro, zinco, cromo e níquel (dentre outros) podem ser encontrados em áreas foliares de bromélias da espécie *Tillandsia recurvata* L. Neste estudo foram usados nove espécimes para análise (LEITE; ROSA; VASQUES, 2012).

O objetivo deste trabalho é identificar e semiquantificar a presença de metais pesados dispersos em asas de borboletas de *Hamadryas februa* por meio da técnica de microscopia eletrônica de varredura acoplada a Espectroscopia de energia dispersiva de raios X (MEV-EDS).

Figura 1 - *Hamadryas februa* (HÜBNER, 1823), espécime de vida livre em um tronco da árvore.



Fonte: Os autores.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Área de Estudo

Para coleta de borboletas da espécie *Hamadryas februa*, três áreas foram selecionadas, sendo: (1) o Lago da Mata - fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Santana do Poço ( $23^{\circ}12'40''\text{S}$  e  $45^{\circ}57'35''\text{W}$ ), (2) o Borboletário da UNIVAP ( $23^{\circ}12'37.7''\text{S}$  e  $45^{\circ}57'56.1''\text{W}$ ) e (3) os entornos do CEPLADE ( $23^{\circ}12'31.6''\text{S}$  e  $45^{\circ}57'05.6''\text{W}$ ) (Figura 2).

Figura 2 - Mapa da UNIVAP e locais de coleta, (1) Vista parcial do Lago da Mata, (2) Vista do interior e exterior do Borboletário, (3) Vista externa do CEPLADE.



Fonte: Os autores.

### 2.2 Coleta e transporte

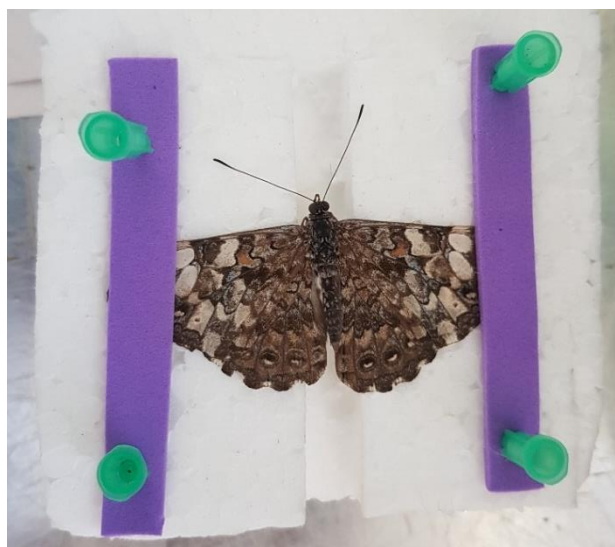
Os exemplares foram coletados no campus da UNIVAP, em três locais distintos: dois espécimes no Borboletário da UNIVAP; dois espécimes no interior de um fragmento de Mata Atlântica e um espécime no entorno do CEPLADE. As borboletas foram coletadas por meio de coleta ativa, utilizando rede entomológica e transportadas até o

laboratório do borboletário em envelopes entomológicos.

### 2.3 Extração da amostra

Os espécimes coletados foram mantidos em uma câmara de resfriamento por dois minutos e meio para que o metabolismo diminuísse, e fosse realizada a extração do fragmento da asa sem machucar ou agitar o espécime. Com uma tesoura esterilizada foi removido um setor circular de 1cm<sup>2</sup> de área da asa inferior direita visando a preservação do estado natural da asa.

Figura 3 - *Hamadryas februa* no suporte de isopor para extração do fragmento da asa.



Fonte: Os autores.

### 2.4 Preparação e análise da amostra

Os cinco fragmentos de tamanho aproximado de 1 cm<sup>2</sup> foram fixados em portas amostras (Figura 4), para a secagem, posteriormente montados em “stubs” e metalizados com ouro (Fig.5). Todas as amostras foram microfotografadas através do Microscópio Eletrônico de Varredura EVO MA10 ZEEIS acoplado com espectrômetro de energia dispersiva de raios-x (EDS) na Central Analítica do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D) da UNIVAP. As análises para encontrar metais pesados nas escamas das asas compreenderam uma área essencialmente igual para todos os cinco fragmentos, representado pelo retângulo “Spectrum 1” da figura 6. Os metais pesados dos fragmentos foram identificados e semiquantificados utilizando o software INCA PONIT and ID.

Figura 4 - Fragmento de asa de *Hamadryas februa* fixado em porta amostra.



Fonte: Os autores.

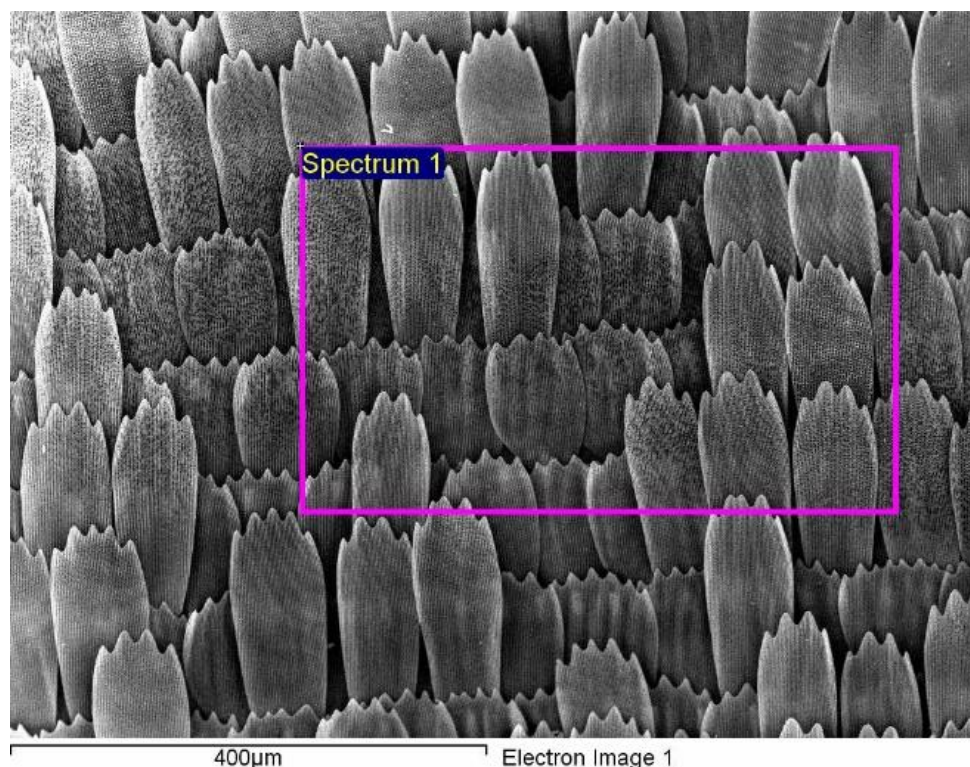
Figura 5 - Vista interna do metalizador com suporte dos "Stubs" em que foram fixadas as amostras.



Fonte: Os autores.



Figura 6 - Área delimitada para análise de químicos metálicos.



Fonte: Os autores.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Ordem Lepidoptera

Borboletas e mariposas (Ordem Lepidoptera) são animais que fazem parte do cotidiano popular urbano, sendo possível encontrar populações em cidades, parques e campos. Estes insetos são caracterizados como visitantes florais por se alimentarem do néctar de flores e frutas em decomposição (em fase imago) ou das folhas (em fase larval) (ANTONINI *et al.*, 2005; CRANSTON; GULLAN, 2005; LEMES; MORAIS; RITTER, 2008). Sendo assim, é considerável, portanto, que lepidópteros podem ser usados como bioindicadores (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Estes animais possuem vasto alcance, sendo possível observar em algumas espécies o processo de migração, como por exemplo, a famosa borboleta monarca *Danaus plexippus* (LINNAEUS, 1758; URQUHART; URQUHART, 1978). Desta forma podem ser vítimas de dispersão de metais pesados de maneira involuntária.

O gênero *Hamadryas* contém um grupo de 20 espécies para a região Neotropical e são famosas por produzir sons de cliques altos durante o seu voo ou em perseguições aéreas (MARINI-FILHO; BENSON, 2010), fato este que atribuiu a estas o nome popular de borboletas estaladoras. A hipótese mais aceita é a de que este som é produzido com um conjunto de estruturas situadas no primeiro par de asas das borboletas deste gênero, o órgão de Vorgel, a membrana da célula costal e a base protuberante da veia

costal (NÁJERA; HERNÁNDEZ-CHAVARRIA, 1993).

### 3.2 Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um bioma único do Brasil, considerado um *hotspot*, que após 500 anos de exploração decaiu para restantes 8% de sua área original, além de perda massiva de espécies vegetais e animais em abundância e diversidade. Geralmente classificada como floresta ombrófila densa, semidecidual e estacional decidual, com temperatura média entre 22 e 25 graus Celsius. A poluição atmosférica tem intensificado o impacto ambiental em áreas de Mata Atlântica, evidenciando que mudanças atmosféricas são as novas ameaças que este Bioma enfrenta (COLOMBO; JOLY, 2010).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando a relação da concentração total de cada elemento encontrado nas amostras, na tabela 1, os fragmentos 1 e 2 referem-se aos espécimes coletados no Borboletário da UNIVAP e apresentaram as maiores concentrações de Al, Fe, Zn e Br; o fragmento 3 que se refere ao espécime coletado no CEPLADE, apresentou a maior concentração de Cu e para os fragmentos 4 e 5 os espécimes coletados no Lago da Mata, apresentaram as maiores concentrações de Mn, Co, Ni, Hg e Pb.

Tabela 1 - Porcentagem da quantidade em peso dos metais em cada fragmento de asa.

	Fragmento 1	Fragmento 2	Fragmento 3	Fragmento 4	Fragmento 5	TOTAL
Al K	48,84%	26,34%	19,33%	5,49%	0%	100%
Mn K	5,13%	36,54%	0%	58,33%	0%	100%
Fe K	22,35%	77,65%	0%	0%	0%	100%
Co K	2,36%	0%	0%	70,52%	27,12%	100%
Ni K	8,97%	0%	0%	91,03%	0%	100%
Cu K	5,26%	30,35%	38,93%	25,46%	0%	100%
Zn K	8,92%	49,32%	41,76%	0%	0%	100%
Br L	94,21%	0%	0%	0%	5,79%	100%
Hg M	5,78%	19,04%	19,59%	29,76%	25,84%	100%
Pb M	2,84%	21,17%	23,65%	22,36%	29,97%	100%

Fragmentos 1 e 2: Borboletário da UNIVAP.

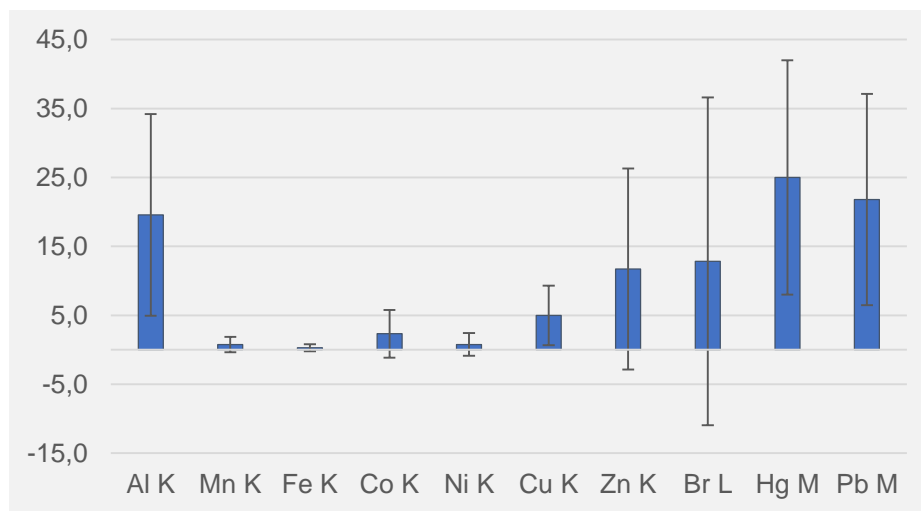
Fragmento 3: CEPLADE.

Fragmentos 4 e 5: Lago da Mata.

Fonte: Os autores.

Os metais encontrados foram quantificados com base na porcentagem atômica total dos mesmos em cada amostra, resultando no gráfico de porcentagem média (Gráfico 1): ferro (Fe) (0,28%), manganês (Mn) (0,74%), níquel (Ni) (0,77%), cobalto (Co) (2,32%), cobre (Cu) (4,96%), zinco (Zn) (11,71%), bromo (Br) (12,83%), alumínio (Al) (19,57%), chumbo (Pb) (21,79%) e mercúrio (Hg) (24,98%). Foi realizado teste t comparando cada porcentagem com o valor “zero”, adotado como padrão, Hg e Pb obtiveram diferença significativa.

Gráfico 1 - Porcentagem atômica média dos metais pesados para todos os fragmentos de asas (1 a 5).



Fonte: Os autores.

Besouros da família Carabidae, apresentam características de elevada acumulação e excreção de taxas de Cádmio e altos níveis de Pb distribuído em maior parcela no exoesqueleto (BUTOVSKY, 2011) e para o presente estudo foi encontrada, em média, baixa concentração de Fe e elevadas concentrações de Pb nos espécimes avaliados.

Um estudo sobre poluição em Himenópteros pertencentes a tribo Bombini revelou a diminuição da diversidade desta população, a redução da abundância e o aumento da mortalidade dos organismos frente à elevada contaminação do pólen por metais pesados, tanto em comunidades selvagens quanto em solitárias. Este estudo ainda aponta os metais pesados como principais motivadores para a perda de espécies de polinizadores (KOSIOR *et al.*, 2007), o que pode indicar a diminuição de abundância de *Hamadryas februa* em áreas mais próximas de ação antrópica.

Um estudo comparativo entre uma área com maior grau de poluição e outra com menor grau de poluição, constatou que as taxas de crescimento larval da espécie *Epirrita autumnata* (BORKHAUSEN, 1794) de diferentes ninhadas diferiram significativamente entre o local contaminado e local não contaminado (VAN OOIK; RANTALA; SALONIEMI, 2006). Comparando a área do Lago da Mata e o CEPLADE, é possível identificar diferenças nas concentrações percentuais de metais, sendo o Cu e o Zn os mais encontrados na área antropizada e as maiores concentrações de Hg e Pb em área com menor antropização.

Segundo Penha *et al.* (2014), corroborada por Santos *et al.* (2012), mercúrio e chumbo são metais considerados perigosos poluentes aquáticos, pela alta toxicidade destes, o que aponta um alarme para as concentrações elevadas de ambos os metais nas amostras coletadas de invertebrados Platelminetes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo constatou a presença de elementos metálicos considerados pesados, acumulados em escamas de asas de borboletas da espécie *Hamadryas februa*. Segundo as análises semiquantitativas, as amostras apresentaram concentrações acentuadas de chumbo e mercúrio.

## 6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Me. Priscila M. Sarneiro Marciano Leite pelo auxílio no preparo das amostras do MEV na Central Analítica do IP&D e ao professor Dr. Paulo Roxo Barja pelo auxílio nas análises estatísticas. Além disso agradecemos ao editor e revisores anônimos por suas sugestões e revisões valiosas no manuscrito.

## REFERÊNCIAS

- ANTONINI, Y. *et al.* Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta Glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG, **Neotrop. Entomol.**, v. 34, n. 4, p. 555-564, 2005.
- BROTTO, D. de F.; FIRMINO, E. L. B. Insetos como bioindicadores e acumuladores de poluição por metais pesados. *In: ENCONTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO*, 5., 2014. **Anais...**, Dourados: Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2014, p. 1-12.
- BUTOVSKY, R. O., Heavy metals and Carabidae (Coleoptera, Carabidae). **Zookeys**, n. 100, p. 215-222, 2011.
- COLOMBO, A. F.; JOLY, C. A. Brazilian Atlantic Forest *latu sensu*: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot is highly threatened by climate change. **Braz. J. Biol.**, v. 70, n. 3, p. 697-708, 2010.
- CRANSTON, P. S.; GULLAN, P. J. **Os Insetos**: um resumo de entomologia, 3. ed. São Paulo: Roca, 2005.
- KOSIOR, A. *et al.* The decline of the bumble bees and cuckoo bees (Hymenoptera: Apidae: Bombini) of Western and Central Europe. **Oryx**, 41, n. 1, p. 79-88. 2007.
- LEITE, P.; ROSA, A.; VASQUES, M. Quantificação de metais pesados em *Tillandsia recurvata* L. (Bromeliaceae) de diferentes áreas do município de Taubaté. *In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 16. 2012. **Anais...**, São José dos Campos: Univap, 2012.
- LEMES, R.; RITTER, C. D.; MORAIS, A. B. B. de. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes florais no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. **Biotemas**, v. 21, n. 4, 2008.
- MARKERT, B. A.; BREURE, A. M.; ZECHMEISTER, H. G., **Biondicators and biomontiors**: trace Metals and other Contaminants in the Environment. Kidlington/UK: Elsevier. v. 6, 2003.



- MARINI-FILHO, O. J.; BENSON, W. W., Use of sound and aerial chases in sexual recognition in Neotropical Hamadryas butterflies (Nymphalidae). **Rev. Journal of Research on the Lepidoptera**, n. 42, p. 5-12, 2010.
- NÁJERA, J. M.; HERNÁNDEZ-CHAVARRIA, F. A morphological search for the sound mechanism of Hamadryas butterflies. **J. Res. Lepid.**, v. 30, n. 3-4, p. 196-208, 1993.
- OLIVEIRA, M. A. *et al.* Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação, **Rev. Ceres**, v. 61, p. 800-807, 2014.
- PENHA, B. R. *et al.* Avaliação dos efeitos da toxicidade em planárias limnáticas expostas a cádmio e cromo. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 20, 2014, p.13-21.
- SANTOS, S. *et al.* Poluição Aquática. *In*: ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. (orgs.). **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- URQUHART F. A.; URQUHART N. R., Autumnal migration routes of the eastern population of the monarch butterfly (*Danaus p. plexippus* L.; Danaidae; Lepidoptera) in North America to the overwintering site in the Neovolcanic Plateau of Mexico. **Canadian Journal of Zoology**, v. 56, n. 8, 1978.
- VAN OOIK, T.; RANTALA, M.J.; SALONIEMI, I., Diet-mediated effects of heavy metal pollution on growth and immune response in geometrid moth *Epirrita autumnata*. **Environmental Pollution**, 145, p. 348-354, 2006.
- VIEIRA, N. Y. C. *et al.* Diversidade de insetos bioindicadores em área de cultivo de milho transgênico no município de Araçatuba, PR. *In*: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, 7., 2011. **Anais...**, Maringá: Editora CESUMAR, 2011, 4 p.
- YOUNG, A. M. On the biology of *Hamadryas februa* (Lepidoptera: Nymphalidae) in Guanacaste, Costa Rica. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v. 76., p. 380 - 393, 2009.

## FATORES CONDICIONANTES NA EXPLORAÇÃO INDUSTRIAL DE GNAISSE PARA BRITA: CASO DE GNAISSES DE ANCHILO

### CONDITIONING FACTORS IN THE INDUSTRIAL MINING OF GNEISS FOR GRAVEL: CASE OF ANCHILO GNEISS

António Gonçalves Fortes<sup>1</sup>

Almerino da Conceição Mungambe<sup>2</sup>

**Resumo:** A exploração industrial de rochas para uso na construção civil é condicionada por vários fatores, como as características físico-químicas e mineralógicas das rochas, os aspectos legais, socioeconômicos e ambientais. Este artigo analisa os principais fatores que condicionam a exploração industrial do gnaisse para produção de brita usada na construção civil, na pedreira João Baptista Eusébio–Anchilo, numa época de muita procura de produtos de brita (pedra, areia e pó) na cidade de Nampula e região. Para o estudo, efetuou-se a revisão bibliográfica, trabalho de campo e estudo petrográfico no laboratório de Geologia da Universidade Pedagógica – Nampula (UPN). Das análises, retiraram-se as seguintes conclusões: (I) os gnaisses de Anchilo são de excelente qualidade para uso como brita; (II) a pedreira João Baptista Eusébio tem uma localização geoestratégica privilegiada para extração e comercialização de grandes volumes de brita; (III) a atividade mineira na pedreira está de acordo com a atual lei mineira, mas é preciso adequá-la a lei de ambiente; (IV) as atividades da pedreira contribuem no desenvolvimento socioeconômico regional.

**Palavras-chave:** Brita de gnaisse; exploração industrial; fatores condicionantes; Anchilo.

**Abstract:** The industrial exploration of rocks for use in construction is conditioned by several factors, such as the physical-chemical and mineralogical characteristics of the rocks, and the legal, socioeconomic and environmental aspects. This article analyzes the main factors that determine the industrial exploration of gneiss to produce gravel used in construction at the João Baptista Eusébio-Anchilo quarry, at a time where there is a great demand for gravel products (stone, sand and dust) in the city of Nampula and region. For the study, a bibliographical review, fieldwork and petrographic study at the Geology Laboratory of the Universidade Pedagógica – Nampula (UPN) were performed. From the analyses, the following conclusions were drawn: (i) Anchilo gneisses are of excellent quality for use as gravel; (ii) the João Baptista Eusébio quarry has a privileged geostrategic location for the extraction and commercialization of large volumes of gravel; (iii) the mining activities in the quarry are in accordance with the current mining law, but must be adapted to the environmental law; (iv) quarry activities contribute to regional socioeconomic development.

**Keywords:** Gneiss gravel; industrial mining; conditioning factors; Anchilo.

## 1 INTRODUÇÃO

A mineração fornece para a sociedade os recursos minerais necessários para o seu desenvolvimento. O crescimento socioeconômico demanda maior consumo de bens minerais, sendo a intensidade da mineração um indicador social. A atual explosão demográfica, urbanismo e condições socioeconômicas dos grandes centros urbanos moçambicanos estão associados a várias edificações e infraestruturas, que afetam

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Geológica, Docente de Geologia no Departamento de Ciências da Terra e Ambiente da Universidade Pedagógica de Moçambique – Nampula. E-mail: antoniogoncalves.fortes@yahoo.com.

<sup>2</sup> Graduado em Geologia, com habilitação em Mineração, Universidade Pedagógica de Moçambique – Nampula. E-mail: almerinomungambe@gmail.com.

todos os setores econômicos, como a construção civil e a produção da brita.

A pedreira pode ser definida como o tipo de mineração destinada à extração de rochas ou minerais que podem ser usados como materiais de construção (MECHI; SANCHES, 2010). Devido a razões econômicas e geológicas favoráveis, na pedreira João Baptista Eusébio, a mineração é realizada a céu aberto, com uso de explosivos.

A brita é um termo utilizado para se referir a fragmentos de rochas duras originados de processos da desagregação de blocos maiores, extraídos de rochas quartzosas, como o gnaiss, com o auxílio de explosivos ou desmonte mecânico (PETRAKIS *et al.*, 2010; VELHO, 2005). Após beneficiamento, os seus produtos são materiais essenciais para a construção civil, como agregado ou isolado.

A procura de brita em Nampula é permanente, com alguns picos aquando da realização de grandes obras e em épocas secas. A característica mineralógica e textural, cor, granulometria, resistência mecânica e o nível de alteração da rocha são principais fatores que condicionam o uso da rocha como brita. Porém, as tecnologias de extração e beneficiamento, localização e vias de acesso, a legislação e demanda, são fatores que condicionam o aproveitamento econômico e o preço final da brita.

Neste artigo, analisamos os principais fatores que condicionam a exploração industrial de *gnaisse* para produção da brita, baseando-se no caso da pedreira João Baptista Eusébio, localizada no posto de Anchilo – cidade e província de Nampula.

A região está inserida no cinturão Neoproterozoico Moçambicano (1100-800 Ma) com embasamento formado por rochas supracrustais, caracterizados por um metamorfismo de fácies anfibolito. Os *gnaises* de Anchilo têm características típicas, dos designados *gnaises* de Nampula, do complexo de Rapale (CGS, 2006).

A escolha do *gnaisse* como objeto de estudo, deve-se ao fato da rocha ser bastante utilizada para a produção de brita na região norte do País, associado à facilidade na extração e grandes ocorrências de afloramentos gnáissicos em Nampula. Outro fator que chamou atenção é a ausência de norma e estudos científicos sobre a qualidade da brita usada na construção civil na cidade e província de Nampula. Este déficit de informação, segundo Petrakis *et al.* (2010; p. 25) “... é devido, provavelmente, à insuficiente interação entre geólogos e engenheiros”.

### 1.1 Características dos gnaises de Anchilo - Nampula

As rochas metamórficas são o produto da transformação de qualquer tipo de rocha levada a um ambiente onde as condições físicas de temperatura e pressão, a ação química de fluidos e o tempo de submissão a esses efeitos em ambientes distintos de formação da rocha, podem tornar instáveis alguns minerais e reagirem formando outros minerais estáveis nas novas condições (ASSIS; DIAS, 2007).

*Gnaisses* são rochas de origem metamórfica, resultantes da deformação de sedimentos arcosianos (paragnaisse) ou granito (ortognaisse), ocasionalmente, originadas por transformações profundas em maciços graníticos originais, nas condições de alto grau (GERALDI, 2011).

O gnaiss de Nampula exibe característica de paragnaisse cinzento mesoleucocrático, relativamente homogêneo (CGS, 2006), cuja paragénese mineral é essencialmente quartzo, feldspato potássico, plagioclásio e biotita, com acessórios de moscovita, anfibólio e piroxênio, com traços de hornblenda e magnetita.

A rocha tem aspecto bandado (Fig. 1A e B), alternando-se as bandas de minerais félsicos e máficos, textura glanoblástica e a estrutura em bandas e veios (Fig. 1C). As bandas estão bem definidas, ao longo de todo corpo rochoso, na direção N180E, marcadas pelo alinhamento paralelo dos minerais placóides, a biotita e anfibólios (Fig. 1B). Os veios cortam a rocha em planos concordantes (Fig. 1C).

O metamorfismo de alto grau pode ser responsável pelo arranjo dos minerais, dando origem a foliação e as dobras escalonadas (Fig. 1D). O grau de alteração de rocha pode ser observado superficialmente (Fig. 1C), devido aos agentes externos (tempo e percolação de fluidos), mostrando a oxidação de minerais ferromagnesianos.

Figura 1 - Gnaisses de Anchilo. Mostrando bandas (A) centimétricas e (B) milimétricas de minerais máficos e félsicos. (C) com veio de feldspato e quartzo parcialmente alterados, e (D) dobras antisinclinal característico dos gnaisses de Nampula.



Fonte: Os autores.

## 1.2 Gnaiss para brita

A brita é um termo utilizado para se referir a fragmentos de rochas duras originados de processos de beneficiamento (britagem e peneiramento) de blocos maiores, extraídos de maciços rochosos, como granito, gnaiss, basalto, calcário, dolomito e outros, com o auxílio de explosivos ou manualmente. Desta forma, a brita tem como principal área fonte pedreiras de rochas cristalinas quartzosas, como granito

e gnaïsse, com solos pouco espessos sem muita alteração (MARTINS, 2014).

Segundo Velho (2005, p. 10), “*Em termos gerais, exige-se que a brita seja dura e inerte, capaz de formar uma massa estável, por adição de cimento e outros materiais aglomerantes, como no concreto, ou por compactação sem aglomerantes, como na base de pavimento de estrada*”.

A composição mineralógica, grau de alteração e de metamorfismo são condições essenciais para enquadramento como brita para construção civil (quando o teor de micas é baixo), edificações, revestimento de paredes, detalhes em pisos, pavimentação, nos leitos das linhas férreas, tampos de mesa e balcões de cozinhas, obras civis e de infraestruturas, e como rocha ornamental (LAMAGUTI, 2011).

A qualidade da brita depende sobremaneira da textura da rocha, a qual determina a força das ligações intergranulares (VELHO, 2005). A textura da rocha fonte deve ser coesa e não muito grossa, com baixa porosidade, ausência de plano de fraqueza ou estrutura isotrópica. Os minerais dielétricos devem ser evitados na exploração e são preferíveis rochas com minerais desagregados como feldspatos e micas (MARTINS, 2014). A forma também é muito importante, pois grãos angulosos e rugosos aderem-se mais facilmente ao cimento, em comparação com os grãos arredondados e lisos (MARTINS, 2014; VELHO, 2005).

## 2 METODOLOGIA

Inicialmente, efetuou-se levantamento das empresas produtoras de brita com objetivo de conhecer o perfil delas e levantar informações sobre o processo produtivo, com vista a adequar com o perfil definido nos objetivos da pesquisa. Os responsáveis da pedreira João Baptista Eusébio responderam positivamente ao nosso pedido para realizar a pesquisa. O trabalho de campo consistiu na: (I) observação *in situ* de todas as etapas do processo produtivo da brita; (II) caracterização dos afloramentos e coleta de 60 amostras brutas de  $\pm 200$  g nos pontos definidos; (III) análise dos documentos normativos da empresa, conforme a documentação exigida para a atividade.

Conjuntamente, realizou-se a revisão bibliográfica, baseada na leitura de livros, artigos científicos e relatórios técnicos. A consulta foi baseada nos seguintes itens: geologia e mineralogia dos *gnaïsses* de Nampula, aspectos que condicionam a produção de *gnaïsse* para brita e as leis de mina e ambiente em Moçambique.

As análises micro e macroscópica das amostras de *gnaïsse* foram realizadas no Laboratório de Geologia da UPN, com utilização da lupa e Microscópio Ótico.

### 3 RESULTADOS E ANÁLISES

#### 3.1 Legislação Moçambicana aplicada à produção de brita

A atividade mineira em Moçambique é regida pelas legislações mineira, ambiental e outras leis e regulamentos específicos para cada atividade e local.

Segundo o artigo 5 da *lei de minas nº 20/2014*, a titulação mineira é feita através de: (I) licença de prospecção e pesquisa; (II) concessão mineira; (III) certificado mineiro; (IV) senha mineira; (V) licença de tratamento mineiro; (VI) licença de processamento mineiro; e (VII) licença de comercialização de produtos minerais (MOÇAMBIQUE, 2014a). Cada licença tem os princípios gerais, em harmonia com as práticas de mineração sustentável: segurança, economia e equilíbrio socioambiental.

O plano de exploração é parte dos requisitos da *lei nº 20/2014*, que recomenda a elaboração do plano de exploração mineira sustentável e em conformidade com a *lei de ambiente nº 20/97*, que regula o processo de *avaliação de impacto ambiental (AIA)* nos projetos suscetíveis de gerar impactos ambientais consideráveis. Nestes, é obrigatório a recuperação das áreas degradadas pela mineração (MOÇAMBIQUE, 1997, 2014b). A lei classifica a atividade mineira em três categorias: A, B e C, todavia a mineração em pedreiras está na categoria B e requer uma AIA simplificada.

O Decreto nº 54/2015 “*Regulamento sobre o processo de AIA*” revoga o decreto nº 26/2004 “*Regulamento ambiental para a atividade mineira*” e a *Lei de ambiente nº 20/97*. O decreto nº 54/2015 define o modelo, responsáveis, periodicidade e os critérios de AIA para cada tipo de atividade, os termos de referência para AIA, os direitos e obrigação dos visados (MOÇAMBIQUE; 1997; 2004; 2015).

Para a atividade de produção de brita, o Decreto nº 54/2015 estabelece cuidados sobre os padrões de qualidade do ar durante emissão de substâncias tóxicas ou poeiras nocivas para a atmosfera (Artigo 16). Os ruídos e vibrações deverão cumprir os padrões nacionais e internacionais recomendados sobre tal (Artigos 17).

A falta de técnicos fiscalizadores especializados em pedreiras e a participação dos órgãos do Estado e do Município no processo de gestão mineira, com funções mal definidas contribuem no déficit da aplicação da lei mineira e ambiental vigente.

#### 3.2 Acesso à infraestrutura

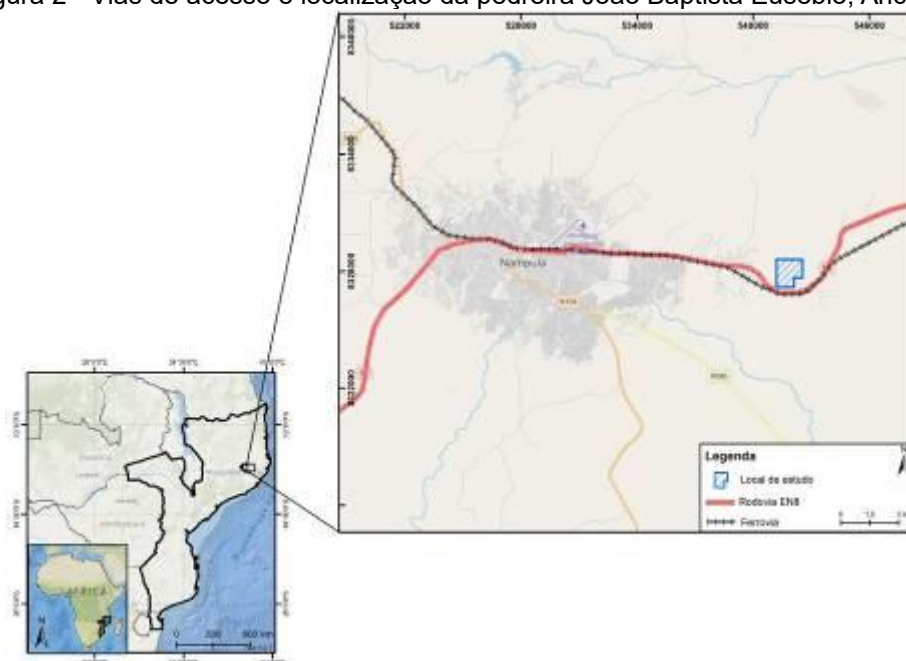
O distrito de Nampula é a cidade capital da província do mesmo nome, na região norte de Moçambique, com uma população de 743 125 habitantes (MOÇAMBIQUE, 2019). A cidade está dividida em sete postos administrativos, onde o posto de Anchilo integra cinco localidades: Anchilo-sede, Namachilo, Namigonha, Napuri e Saua-Saua.

A pedreira João Baptista Eusébio–Anchilo tem uma localização geoestratégica, ao longo da rodovia EN8, a 15 km da cidade de Nampula (Fig. 2), a maior cidade da região norte e a terceira maior metrópole do País. A pedreira ocupa uma área de 165

hectares, inscrita no Ministério de Recursos Minerais e Energia pelo nº 6444CM. O acesso à pedreira é realizado por uma rodovia de terra pavimentada, em ótimas condições, o que favorece a movimentação de pessoas, caminhões e bens.

Anchilo também é atravessado pela ferrovia que liga as cidades de Nacala (Nampula) à Moatize (Tete), num percurso de 900 km. Atualmente, não é usado para escoar a brita, mas é um condicionante para explorações em grande volume.

Figura 2 - Vias de acesso e localização da pedreira João Baptista Eusébio, Anchilo.



Fonte: Os autores.

### 3.3 Composição mineralógica e granulometria

A mineralogia dos *gnaiesses* da pedreira João Baptista Eusébio é basicamente *mica-quartzo-feldspato gnaiss*, tendo baixo teor de micas e minerais dielétricos, o que Martins (2014) considera os principais elementos na valorização da brita gnáissica.

O excesso de quartzo nas amostras influencia na resistência e no índice de finura, que de acordo com Silva (2016, p. 82) “*O mineral não apresenta planos de clivagem para absorver e dissipar esforços envolvidos no processo de cominuição, caracterizado pela fratura conchoidal e por fraturar-se sob ação dos esforços para britar a rocha*”. Por outro lado, os planos de clivagem dos minerais influenciam no alto valor do módulo de forma que interfere na resistência a compressão. Assis e Dias (2007) relaciona a resistência à compressão dos *gnaiesses* com a baixa porosidade, baixa absorção de água e por ser constituído por minerais esféricos e cúbicos.

A estrutura bandada e em veios estreitos influencia na desagregação da rocha, pois: (i) as bandas indicam variação dos domínios minerais, que tem influências na dureza, resistência à compressão simples, módulo de finura e índice de forma; (ii) os veios demonstram os planos de fratura ocupados após a cristalização do maciço, logo,

há uma variação abrupta da consistência da rocha. Segundo Petrakis *et al.* (2010, p. 25) “A textura homogênea sem orientação dos minerais constituintes (Fig. 1A) pode ser um dos aspectos responsáveis por esta resistência mecânica, o que compõe um importante fator para a formação de jazidas de agregado rochoso de alta qualidade”.

Por apresentar uma mineralogia variada e o brilho que combina com a imensa variedade de cores, o *gnaisse* de Anchilo tem superfície antiderrapante e escorregadia quando polida, resistente ao choque e dureza que varia de 5-6 na escala de Mohs. Estas propriedades condicionam o seu uso como brita e outras aplicações.

Pela presença de minerais com vulnerabilidade ao intemperismo, caso de feldspatos e argilas, associado ao clima tropical, de altas temperaturas e umidade, a camada superficial do *gnaisse* de Anchilo apresenta-se parcialmente intemperizadas. Porém, a rocha coberta com a camada de argila é relativamente menos alterada, isso acontece “devido ao fenômeno paradoxal de passividade intempérica” (PETRAKIS *et al.*, 2010, p. 25). Esta condição facilita o beneficiamento dos *gnaises* de Anchilo.

A Pedreira João Baptista Eusébio produz diversos tipos de brita (Fig. 3). O principal mercado da pedra britada é a construção civil, para ornamentação, lajes, pisos, vigas, pilares, concreto ciclópico, base de ferrovias, entre outros, enquanto que a areia e o pó de brita são usados para produção de concreto (geral e asfáltico), fabricação de blocos de concreto e indústria de pré-moldados.

Figura 3 - O produto de diferente granulometria (A, B e C) e o pó de brita (D).



Fonte: Os autores.



### 3.3.1 Areia “artificial” e pó de brita

Na produção de brita na pedreira João Baptista Eusébio, forma-se um resíduo de granulometria distinta, formada por areia (Fig. 3C) e pó de brita (Fig. 3D). Devido a questões socioeconômicas e ambientais, referentes à extração de areia natural, em depósitos fluviais e sedimentos não consolidados do Quaternário, surge a necessidade do aproveitamento da areia fina e pó de brita gerado no processo de britagem.

A fração fina é constituída por fragmentos de rochas de tamanho inferior que 3 mm, ou seja, mais fina que a areia de brita (Fig. 3C). Devido ao baixo aproveitamento e qualidade, a fração fina vem sendo acumulada na pedreira. Entretanto, a utilização da areia e o pó de brita reduzem os resíduos/desperdícios da mineração, diminui os impactos ambientais associados e promove a mineração sustentável.

Porém, a areia artificial para construção civil apresenta as seguintes limitações: (I) baixa resistência mecânica da própria rocha; (II) forma não arredondada dos grãos, e; (III) heterogeneidade da granulometria dos grãos (PETRAKIS *et al.*, 2010). Parte dos limites pode ser superada utilizando a tecnologia de aeroseparação pneumática.

### 3.4 Aspectos socioeconômicos

Na pedreira João Baptista Eusébio, o *gnaisse* vem sendo explorado há mais de cinco décadas, por prospectores mineiros artesanais. Atualmente, a mineração é praticada em dois níveis: industrial e artesanal, com uma divisão natural do mercado da brita: (I) a mineração industrial fornece brita para empresas de construção civil e grandes obras, localizadas nos centros urbanos; (II) a mineração artesanal fornece brita para pequenas obras, por isso, a sua presença próxima aos clientes.

A mineração industrial vem sendo o foco regional, por gerar emprego e renda as famílias locais, motivado pela grande expansão da cidade de Nampula e vilas vizinhas. Na extração industrial há maior produção, mas já se discute a questão da sustentabilidade ambiental dos projetos. Apesar disso, a mineração artesanal “ilícita” continua a crescer, envolvendo parte da população local que exercem a atividade nas imediações dos matacões soltos e meteorizados, o que facilita o beneficiamento mecânico, usando materiais convencionais. A atividade contribui para a redução dos níveis de pobreza, através da promoção de autoemprego.

O preço da brita depende do mercado da construção civil, dos concorrentes ativos no mercado, localização da pedreira e da capacidade de produção. Os preços da brita em Anchilo também são influenciados pela relação custo–benefício, natureza do mercado consumidor, das tecnologias usadas e da situação macroeconômica do País. Ademais, quanto menor a granulometria do produto da brita, maior dispêndio de energia no processo de britagem e como consequência, mais caro será o produto. De acordo com Macedo (1998, p. 67) “*Os materiais de construção, embora muito importantes para o atendimento das necessidades da população e para o comércio, são pouco*

*contemplados pelas ações governamentais e ignorados pelo público*". Pela falta de histórico de produção de brita é difícil mensurar o valor da contribuição da pedreira João Baptista Eusébio na economia local, mas podemos destacar que o processo produtivo gerou empregos para a população local, gera renda os fornecedores de bens e serviços, potencializa o setor de construção civil em regiões vizinhas consequentemente, dinamização da economia local.

A produção de brita na província de Nampula, nos últimos 2 anos foi 63.246 e 200.000 ton, que rendeu 9.550.000,0 Mts (152.000 USD) e 19.100.000,00 Mt (303.000 USD) em 2017 e 2018, respectivamente (DPRME, 2018). Com base nesses dados, no ano de 2018, a produção de brita é a quarta mais importante na produção mineral na província, sendo superado, em valor econômico, somente pela ilmenita (1.781.913.750,00 Mts), zircão (1.020.765.000,00 Mts) e rutilo (104.766.000,00 Mts).

### 3.5 Aspectos socioambientais

A extração da rocha na pedreira João Baptista Eusébio é realizada a céu aberto, por desmonte mecânico em bancadas, consistindo nas seguintes etapas: limpeza e capeamento do terreno (Fig. 4A), perfuração e desmonte por explosivos (Fig. 4B), transporte da mina para a britagem (Fig. 4C), britagens primária, secundária e quando necessário a terciária (Fig. 4D), peneiramento e classificação. Em todas as etapas há geração de impactos ambientais local, havendo alteração física e funcional das variáveis ambientais, influenciando no ecossistema e na sociedade.

Figura 4 - Etapas do processo produtivo: (A) área capeada e limpa; (B) explosivo usado no desmonte; (C) Carregamento; (D) Poeira gerada na cominuição.



Fonte: Os autores.

Dos impactos ambientais verificados no local, há a destacar: emissão de gases e poeiras, geração de ruídos, vibrações, lançamento de fragmentos, erosão, rejeitos

constituídos por material inerte, alteração da paisagem por meio da retirada das plantas, migração de aves e reptéis. Parte dos impactos ambientais descritos pode ser mitigada com o reflorestamento ao redor da pedreira. No entanto, há necessidade adequar os sistemas de gestão, segundo a lei ambiental nº 20/97 vigente no País.

#### 4 CONCLUSÕES

Cabe ressaltar que o potencial da indústria de brita tem um raio local, devido ao baixo valor agregado dos seus produtos. Da análise dos resultados, podemos inferir as seguintes conclusões:

- A pedreira João Baptista Eusébio tem uma localização geoestratégica privilegiada, próximo da maior metrópole da região norte de Moçambique, ao longo da EN8 e da ferrovia Nacala-Moatize, condições suficientes para exploração em grandes volumes e perspectivar os novos mercados/serviços;
- A análise mineralógica e granulométrica mostrou que os *gnaisse*s de Anchilo têm excelente qualidade para uso como brita, podendo ser usados em outras aplicações mediante novos estudos detalhados;
- A extração industrial de *gnaisse* na pedreira contribui no desenvolvimento socioeconômico regional, através da geração de empregos e renda aos fornecedores de serviços e bens, dinamiza a economia local e potencializa o setor de construção civil em regiões vizinhas.
- A atividade de extração de *gnaisse* na pedreira está de acordo com a lei mineira vigente, mas é preciso adequar a lei de ambiente, com vista à prática da mineração sustentável: segurança – economia – equilíbrio socioambiental.

Sugere-se de antemão uma discussão envolvendo o Governo Provincial, Município, instituições de pesquisa e ensino, mineradoras e sociedade civil sobre mineração sustentável, prevista na lei de mina e lei de ambiente, e a regulamentação da mineração artesanal ilegal. Recomenda-se o uso de pó de brita para diminuir os resíduos da mineração e evitar a poluição e a contaminação de águas.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Departamento de Recursos Minerais da Direção Provincial de Recursos Minerais e Energia de Nampula, a toda equipa da Pedreira João Baptista em Anchilo e ao Curso de Geologia da UPN.

## REFERÊNCIAS

- ASSIS, L. G.; DIAS, F. M. Estudo da viabilidade da utilização da rocha dunito, proveniente de Catas Altas - MG, como agregado para concreto. *In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA*, 4, 2007, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: SEGeT, 2007.
- CGS. Notícia Explicativa. Folhas: Alto Molócuè (1537), Murrupula (1538), Nampula (1539), Mogincual (1540), Errego (1637), Gilé (1638) e Angoche (1639). Direcção Nacional de Geologia, Maputo, 2006. p. 17-121.
- DPRME. **Programa de promoção da pesquisa e exploração dos recursos minerais incluindo hidrocarbonetos**: Produção mineira. Direcção Provincial de Recursos Minerais e Energia. Nampula, 2018. p. 17-121.
- GERALDI, J. L. P. **O ABC das Escavações de Rocha**. Rio de Janeiro, RJ: Editora Interciência, 2011.
- LAMAGUTI, A. P. S. Resultados do projeto. *In: LAMAGUTI, A. P. S. Manual de rochas ornamentais para arquitetos*. São Paulo-SP: Universidade Estadual Paulista, 2011. p. 9-78.
- MACEDO, A. B. Recursos minerais não-metálicos. **Estudos Avançados**, v. 12, n. 33, p. 67–87, 1998.
- MARTINS, C. C. **Utilização de métodos geométricos para auxílio do planejamento de lavra em pedra de gnaiss**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geofísica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 209–220, 2010.
- MOÇAMBIQUE. **Lei 20/1997**, de 1 de Outubro. Lei do Ambiente. República de Moçambique. Bolentim da República, 1997.
- MOÇAMBIQUE. **Decreto n°26/2004**, de 20 de Agosto. Regulamento ambiental para a atividade mineira. República de Moçambique, Bolentim da República, 2004.
- MOÇAMBIQUE. **Lei de Mina**. República de Moçambique, Bolentim da República, 2014a.
- MOÇAMBIQUE. **Nova Lei de Minas e nova Lei dos Petróleos**. República de Moçambique, Bolentim da República, 2014b.
- MOÇAMBIQUE. **Decreto n.º 54/2015**, de 31 de Dezembro. Regulamento sobre o Processo de Avaliação de Impacto Ambiental. República de Moçambique, Bolentim da República, 2015.
- MOÇAMBIQUE. **IV recenseamento geral da população e habitação 2017**: resultados definitivos Moçambique. Maputo: Instituto Nacional de estatística, 2019.
- PETRAKIS, G. H. *et al.* Geologia de jazidas de brita e areia artificial de qualidade especial: exemplos do álca sienito de Nova Iguaçu, RJ, e riolitos de Nova Prata, RS. **Geociências**, v. 29, n. 1, p. 21-32, 2010.

SILVA, M. A. P. DA. **Influências das características morfológicas de britas graníticas e gnaíssicas na resistência à compressão do concreto**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

VELHO, J. L. Parte I - Minerais Industriais: Agravados. In: VELHOS, J. L. **Mineralogia Industrial**: princípios e aplicações. Lisboa: LIDEL, 2005. p. 3-15.

## IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE EVENTOS HILDCAA/HILDCAA\* PARA O ANO DE 1998 USANDO PYTHON

## IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF EVENTS HILDCAA/HILDCAA\* FOR THE YEAR 1998 USING PYTHON

Isabelle Cristine Pellegrini Lamin<sup>1</sup>

Virgínia Klausner de Oliveira<sup>2</sup>

Arian Ojeda González<sup>3</sup>

Alan Prestes<sup>4</sup>

Valdir Gil Pillat<sup>5</sup>

Marina Cezarini<sup>6</sup>

**Resumo:** O artigo visa o desenvolvimento de um novo algoritmo via Python para estudar eventos de Atividade Auroral Contínua do Índice AE (Eletrojato Auroral), de Grande Intensidade e Longa Duração, HILDCAAs e HILDCAAs\* (no qual \* corresponde ao fenômeno HILDCAA flexibilizado). Este algoritmo é baseado e validado por meio do algoritmo previamente desenvolvido por Prestes et al. (2017a) em MATLAB. O intuito deste novo algoritmo proposto aqui é tornar o fluxograma deste acessível a todos os usuários, além de complementar e atualizar o algoritmo em MATLAB já existente. Um importante aspecto é o fato da linguagem de programação de alto nível Python ser uma ferramenta gratuita. Ademais, o artigo também objetiva a comparação dos eventos encontrados no ano de 1998 neste trabalho com aqueles obtidos por Prestes et al. (2017a) e Guarnieri (2006). A nova flexibilização adotada aqui não tem a intenção de suprimir ou modificar a concepção original das HILDCAAs, mostra que os eventos encontrados aqui continuam associados aos fenômenos HSSs/CIRs (Feixes Rápidos do Vento Solar/Regiões de Interações Corrotantes).

**Palavras-chave:** HILDCAA; Python; CIRs; HSSs.

**Abstract:** The project aims to study High Intensity and Long Duration, Continuous AE (Geomagnetic Auroral Electroject index) Auroral Activity events (HILDCAAs) and HILDCAAs\* (in which \* corresponds to a less strict HILDCAA phenomenon). This algorithm is based on and validated using the code previously developed by Prestes et al. (2017a) in MATLAB. The purpose of the new algorithm proposed here is to make the code flow chart accessible to all users, in addition to complementing and updating the existing program in MATLAB. Another important aspect is the fact that the high-level programming language Python is a free source. Moreover, the paper also aims to compare the events found in the year 1998 obtained using the new code developed in Python with those by Prestes et al. (2017a) and Guarnieri (2006). The relaxation adopted here does not intend to suppress or modify the original conception on HILDCAAs, and shows that our events are still associated with the HSSs/CIRs (High Speed Streams/ Corotating Interaction Regions) events.

**Keywords:** HILDCAA, Python, CIRs, HSSs.

## 1 INTRODUÇÃO

A geofísica tem por objetivo descrever os fenômenos físicos do planeta Terra,

---

<sup>1</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: isa\_lamin@hotmail.com.

<sup>2</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: viklausner@gmail.com.

<sup>3</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: ojeda.gonzalez.a@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: aprestes@gmail.com.

<sup>5</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: valdirgp@univap.br.

<sup>6</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: marina.cezarini@gmail.com.

como por exemplo a gravimetria, aeronomia, sismologia, geotermia, entre outras. Este trabalho está inserido na aeronomia, a qual estuda as características físicas e químicas da alta atmosfera, e a qual depende diretamente das variações da atividade solar e do campo magnético. O planeta Terra está sujeito às radiações, partículas, e campos magnéticos emanadas do Sol, entretanto, o campo magnético terrestre desempenha o papel de "camada protetora". Portanto, a magnetosfera é a região que "isola" o planeta Terra dos fenômenos do meio interplanetário, como por exemplo, do vento solar. Em outras palavras, a magnetosfera atua como um escudo protetor possibilitando a existência de vida, e permite que seres vivos habitem o planeta Terra (RATCLIFFE, 1972).

Nesse sentido, as variações da atividade solar são responsáveis pelo fluxo de partículas dentro da magnetosfera. Em decorrências destas atividades, as variações de regime estacionário do vento solar, principalmente variações de densidade e temperatura aliadas ao campo magnético ocasionam distúrbios na magnetosfera. Como exemplo prático deste tipo de interação vento solar/magnetosfera, pode-se mencionar um fenômeno muito conhecido devido a penetração de partículas energéticas atingindo altitudes atmosféricas, as conhecidas auroras boreal e austral (CHAPMAN; FERRARO, 1930; 1931; 1933).

Neste contexto, existem dois tipos de tempestades geomagnéticas: (1) tempestade geradas por Ejeção de Massa Coronal (CME) e (2) tempestade geradas por HSS/CIR. A segunda está relacionada a presença de buracos coronais no Sol. Estes buracos dão origem a HSSs, e, conseqüentemente, a CIRs. A interação entre a magnetosfera terrestre e os HSSs/CIRs ocasiona distúrbios da atividade geomagnética pois altera os sistemas de correntes nas regiões polares, mensurados pelo índice eletrojato auroral (AE), que será discutido a seguir.

Um dos eventos relacionados a HSSs/CIRs são as HILDCAAs, Atividade Auroral Contínua do índice AE (do inglês Auroral Electrojet), de Grande Intensidade e Longa Duração (do inglês High-Intensity Long-Duration Continuous Auroral Activity). Esses eventos HILDCAAs têm sido estudados por diversos autores (TSURUTANI; GONZALEZ, 1987; GONZALEZ *et al.*, 1994; HAJRA *et al.*, 2014; HAJRA *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2016; PRESTES; KLAUSNER; GONZALEZ, 2017).

Durante eventos HILDCAAs, com as variações dos parâmetros do vento solar há uma intensificação nas correntes ovais aurorais, que resultam em distúrbios nos valores de campo geomagnético em diversas longitudes localizadas em regiões de altas latitudes do hemisfério Norte e Sul quantificados pelo índice AE. Este é um índice magnético de alta resolução temporal, ou seja, obtido a cada minuto. É obtido a partir do monitoramento das perturbações geomagnéticas medidas por no mínimo 10 observatórios geomagnéticos localizados em regiões sub-aurorais e aurorais no Hemisfério Norte (SOUZA *et al.*, 2016; TSURUTANI; GONZALEZ, 1987; GONZALEZ *et al.*, 1989).

Para o auxílio da interpretação da atividade geomagnética durante a ocorrência de eventos HILDCAAs, utiliza-se o índice Dst (do inglês *Disturbance Storm Time*). Este índice é obtido pela média da componente horizontal do campo magnético medida em observatórios localizados em baixas e médias latitudes, entre os principais observatórios utilizados pode-se mencionar: Kakioka (KAK), Honolulu (HON), Hermanus (HER) e San Juan (SJG). O índice Dst mede a intensidade da corrente de anel, entretanto, cada observatório magnético apresenta suas particularidades locais (Klausner et al., 2013; 2014; 2015; 2016a; 2016b).

De acordo com Tsurutani e Gonzalez (1987), HILDCAAs são definidas pelos seguintes critérios:

- 1) A duração do evento deve ser superior ou igual a dois dias;
- 2) Os valores de pico do índice AE devem exceder 1.000 nT pelo menos uma vez durante a duração do evento;
- 3) O índice AE não pode registrar valores menores que 200 nT durante intervalos maiores que duas horas consecutivas;
- 4) Os eventos devem ocorrer fora da fase principal de tempestades geomagnéticas, visto que nesta fase da tempestade geomagnética há uma intensificação da Corrente de Anel que deve ser desconsiderada como parte do evento.

Utilizando os critérios acima mencionados, Guarnieri (2006) identificou e estudou os eventos HILDCAAs ocorridos no período de 1998 a 2001. Além disso, para verificar se o evento HILDCAA se encontrava fora da fase principal da tempestade geomagnética, Guarnieri (2006) considerava o início do evento a partir do menor valor detectado pelo índice Dst, caracterizando assim o começo da fase de recuperação, e por conseguinte, o início do evento HILDCAA. Reanalizando os critérios estabelecidos para os eventos HILDCAAs, Prestes *et al.* (2017) consideraram que poderia realizar uma flexibilização quanto ao terceiro critério estabelecido por Tsurutani e Gonzalez (1987), definindo estes “novos” eventos como HILDCAAs\*. Ao invés do índice AE não registrar valores menores que 200 nT durante períodos maiores que duas horas de cada vez, em HILDCAAs\* estes intervalos se estenderiam para quatro horas consecutivas. Este estudo verificou que os eventos HILDCAAs\* possuíam características similares aos eventos HILDCAAs, sendo estas relacionadas principalmente aos seus forçantes, isto é, aos mesmos fenômenos do meio interplanetário. Vale ressaltar que para a identificação de HILDCAAs, Prestes *et al.* (2017) consideraram os critérios definidos por Tsurutani e Gonzalez (1987). E para atender ao quarto critério, consideravam que os eventos HILDCAAs estavam fora da fase principal da tempestade magnética somente quando a fase de recuperação iniciava e atingia  $Dst > -50$  nT.

Dando continuidade aos estudos realizados por Guarnieri (2006), e considerando os critérios e características dos eventos HILDCAAs/HILDCAAs\*, Prestes *et al.* (2017) desenvolveram um algoritmo via MATLAB para a detecção dos eventos no decorrer dos



anos de 1998 a 2007. Pode-se citar que o algoritmo foi divulgado na comunidade científica pela primeira vez por Prestes *et al.* (2017). Neste trabalho, foi descrito o passo a passo do algoritmo desenvolvido, em conjunto com o fluxograma do mesmo. Essa ferramenta contribuiu ainda para a análise estatística dos eventos, e para correlacioná-los com os eventos HSSs/CIRs (GUARNIERI, 2006; HAJRA *et al.*, 2014; HAJRA *et al.*, 2015). Sendo assim, Prestes *et al.* (2017) contabilizaram a quantidade de eventos no período decorrente entre 1998 e 2007, e redigiram uma lista com os todos eventos encontrados (data, hora e minuto de início e fim) e o seus respectivos forçantes interplanetários associados.

Lamin *et al.* (2017) executaram o algoritmo via MATLAB citado acima, e detectaram que havia candidatos aos eventos HILDCAA/HILDCAA\* descartados por Prestes *et al.* (2017) devido ao rigor do seu quarto critério. Ou seja, Lamin *et al.* (2017) encontraram mais eventos, porém estes ocorriam dentro da fase principal da tempestade geomagnética, sendo considerados falsos positivos e denominados “HILDCAAs\*?”. Os eventos “HILDCAAs\*?” apresentaram um comportamento duvidoso devido à flutuação do índice Dst e à complexidade da tempestade geomagnética, e por esse motivo, gerou controvérsias quanto aos resultados dos pesquisadores supracitados. Afim de ilustrar as diferenças em definição de HILDCAA, HILDCCA\*, HILDCAA\*?, a Tabela 1 mostra detalhadamente como cada critério é definido.

Tabela 1 - Critérios de definições.

Critério	HILDCAA	HILDCAA*	HILDCAA*?
1) Longa Duração	>= 2 dias	>= 2 dias	>= 2 dias
2) Alta Intensidade	1.000 nT	1.000 nT	1.000 nT
3) Atividade Contínua do AE	2 horas	4 horas	4 horas
4) Fora da Fase Principal da Tempestade Magnética	Sim	Sim	Não necessariamente

Fonte: Os autores.

Portanto, este artigo tem como propósito a efetivação do algoritmo em Python, listando os eventos HILDCAAs/HILDCAAs\* recorrentes no ano de 1998. Os resultados encontrados serão comparados com os encontrados por Guarnieri (2006) e Prestes *et al.* (2017). Ademais, esta ferramenta irá possibilitar a verificação da ocorrência dos eventos falsos positivos, denominados HILDCAAs\*?, e analisar se estes poderão ser inclusos nas listas de eventos HILDCAAs.

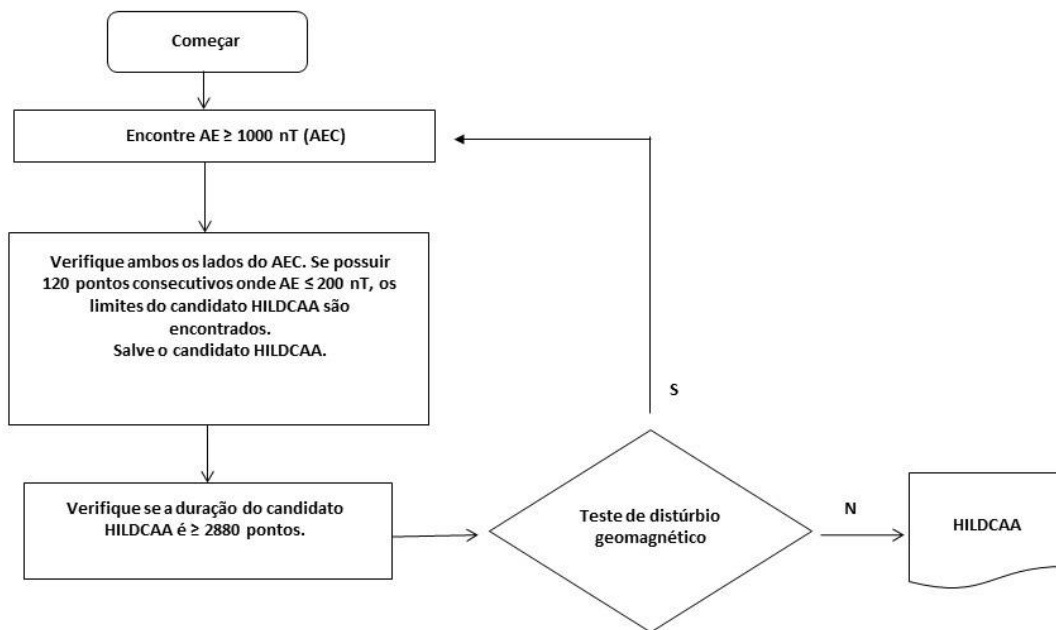
## 2 METODOLOGIA

Com base no algoritmo elaborado por Prestes *et al.* (2017), foi desenvolvido um algoritmo para identificação de eventos HILDCAAs em Python pelo grupo do Laboratório

de Imagens e Sinais (LIS/UNIVAP) o qual os autores integram. Além disso, nosso algoritmo objetiva a validação dos resultados obtidos pelo algoritmo via MATLAB de Prestes *et al.* (2017).

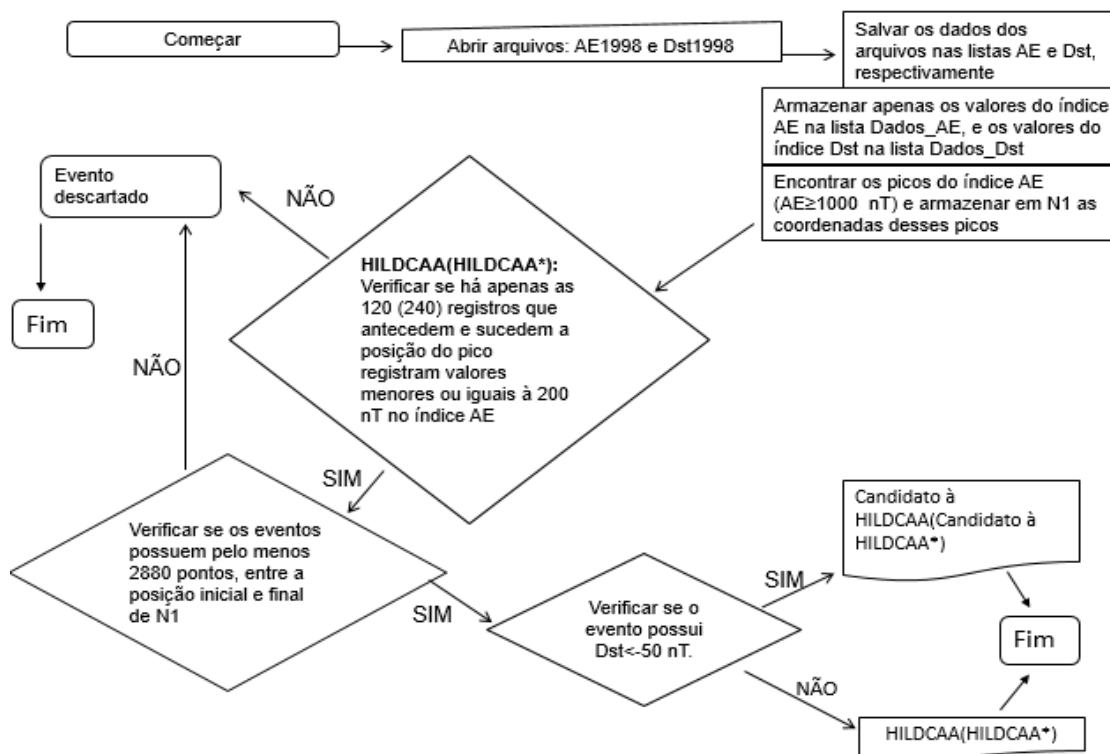
A Figura 1 mostra o fluxograma do algoritmo de Prestes *et al.* (2017) para identificação de HILDCAAs. Com base neste fluxograma, foi desenvolvido neste artigo o algoritmo em Python (veja Figura 2), para a detecção de eventos HILDCAA e HILDCAA\*. Os fluxogramas ilustrados nas Figuras 1 e 2 mostram de modo didático a diferença entre os algoritmos desenvolvidos em MATLAB e em Python.

Figura 1 - Fluxograma de detecção de HILDCAA/HILDCAA\* desenvolvido por Prestes *et al.* 2017a em MATLAB.



Fonte: Adaptado de Prestes *et al.*, (2017).

Figura 2 - Fluxograma do algoritmo desenvolvido em Python para detecção de HILDCAA/HILDCAA\*.



Fonte: Os autores.

O algoritmo em Python será aplicado para os eventos ocorridos no ano de 1998, além disso, estes eventos serão comparados com os eventos encontrados por Prestes *et al.* (2017) e Guarnieri (2006). A seguir, uma breve descrição do mesmo será dada.

Inicialmente, o algoritmo abre dois arquivos, um com os valores do índice AE e outro com registros do índice SYM-H referente ao ano analisado (<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/index.html>). Apesar do algoritmo utilizar o índice SYM-H ao invés do índice Dst, isto não é um problema pois o índice SYM-H é semelhante ao índice Dst, mas com resolução temporal de 1 min.

Posteriormente, o algoritmo deve executar os critérios que definem HILDCAAs conforme estabelecido por Tsurutani e Gonzalez (1987). O primeiro passo é criar um laço para encontrar os picos do índice AE, ou seja, valores maiores ou iguais a 1.000 nT, atendendo ao critério (2). Uma nova lista deve ser criada para guardar essas posições de picos AE maiores ou iguais a 1.000 nT representado por 'N1' no código, porque por meio destas coordenadas que se estabelece a duração de um possível candidato à HILDCAA ou evento HILDCAA, posteriormente.

De acordo com o critério (3), os valores de AE não podem apresentar valores menores do que 200 nT por períodos superiores a duas horas. Dessa forma, utiliza-se a última posição do pico AE maior ou igual a 200 nT para constar se há 120 pontos

consecutivos (dados com resolução de minutos, *i.e.*, duas horas) que antecedem e sucedem este pico, os quais registram valores menores que 200 nT. Caso essa condição se confirme, este prossegue como candidato à HILDCAA, e o contador da quantidade de picos 'y' avança para o próximo registro superior ou igual a 1.000 nT.

Depois de detectado a posição inicial e final do evento, é verificado o critério (1). O intervalo deve conter o mínimo de 2.880 pontos (dois dias). Este processo se repete até serem examinados todos os picos encontrados no conjunto total de dados para o ano de 1998. Para tal, utiliza-se a variável 'h' para representar a quantidade de pontos por candidato, que corresponde ao contador do intervalo de duração de cada candidato.

Para verificar se os possíveis candidatos não se encontram dentro da fase principal de tempestade geomagnética (critério 4), é necessário a inspeção visual nesse passo. Caso o candidato não registre valores menores que -50 nT, o algoritmo automaticamente denomina o evento como HILDCAA/HILDCAA\* pois atende a todos critérios necessários.

Em contrapartida, se o candidato registra valores inferiores à -50 nT será necessária a análise gráfica para o descarte da fase principal, e conseqüentemente, a certificação da duração temporal deste (critério 1). Primeiramente, o algoritmo plota os gráficos de cada evento, com os respectivos valores dos índices geomagnéticos - AE e SYM-H. Deve-se descartar o intervalo da fase principal anterior ao valor mínimo registrado pelo índice SYM-H e, a partir deste ponto verificar novamente os 3 critérios supracitados. Atendendo a estas condições, o *Candidato* é considerado HILDCAA, caso contrário, este é descartado.

Por fim, o algoritmo cria um arquivo com os índices AE com início e fim (dia, mês, ano, hora e minuto) de evento analisado. Este arquivo é utilizado para determinar o forçante interplanetário em questão responsável pelas variações geomagnéticas no índice AE (<https://omniweb.gsfc.nasa.gov/>), neste caso, se o forçante é CME e/ou CIR.

O mesmo passo a passo acima descrito é executado para a detecção de eventos HILDCAAs\*, todavia com alteração na parte do algoritmo que se refere ao critério (3). Ao invés do algoritmo percorrer 120 pontos consecutivos que antecedem e sucedem a última posição do pico AE maior ou igual à 200 nT, ele percorre 240 pontos. Quanto ao restante, o método é idêntico ao relatado anteriormente, seguindo a mesma sequência de etapas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, será mostrado exemplos de eventos identificados como HILDCAAs/HILDCAAs\*, e os *Candidatos* gerados como saída do algoritmo antes da inspeção visual. A partir da análise gráfica verifica-se por meio de um exame visual minucioso, quais *Candidatos* do algoritmo condizem com os critérios de

HILDCAA/HILDCAA\*.

### 3.1 Eventos de HILDCAAs

Na Tabela 2 consta a quantidade de eventos HILDCAAs identificados e o horário de ocorrência dos mesmos, após a inspeção visual. Além disso, caso o evento seja consequência de algum mecanismo interplanetário responsável pelas variações geomagnéticas oriundas de tempestades - CIR ou ICME, estão registrados a data e horário do mecanismo, que por sua vez, constata a correlação entre HSS/CIR e HILDCAA (causa-efeito). Os resultados descritos acima podem ser comparados aos resultados obtidos por Prestes *et al.* (2017) e Guarnieri (2006).

Tabela 2 - Eventos HILDCAAs no ano de 1998.

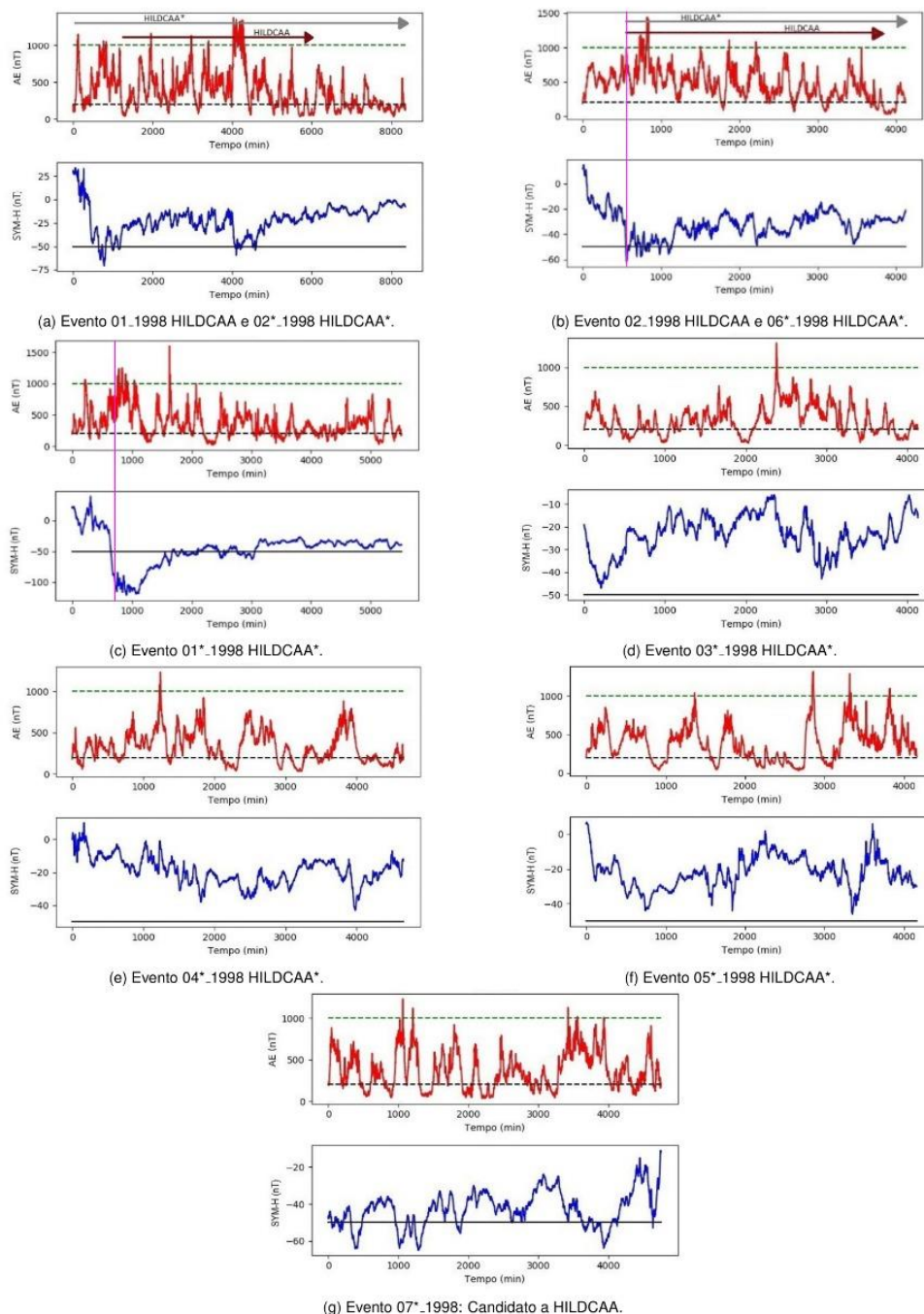
Evento_Ano	Início	Término	Mec.	Início	Término	Autor
01_1998	24 abr, 17:10	27 abr, 16:46	CIR	23 abr, 17:29	25 abr, 00:00	Os Autores
02_1998	23 jul, 06:11	25 jul, 12:32	CIR	22 jul, 12:00	23 jul, 20:00	Os Autores
01_1998	22 jul, 20:56	25 jul, 12:32	CIR	22 jul, 12:00	23 jul, 20:00	Prestes
01_1998	24 abr, 18:03	27 abr, 06:05	CIR	23 abr, 17:29	25 abr, 00:00	Guarnieri
02_1998	22 jul, 21:09	25 jul, 12:25	CIR	22 jul, 12:00	23 jul, 20:00	Guarnieri

Fonte: Os autores.

Na Figura 3, para cada evento mostram-se dois painéis. O painel superior corresponde ao índice AE, no qual o eixo X horizontal representa a quantidade de pontos em minutos do evento para a verificação da duração deste, enquanto que o eixo vertical são os valores do índice AE em nano-Tesla (nT). Neste gráfico, a linha pontilhada na cor verde centrada em 1.000 nT é utilizada como referência para identificarmos os picos de AE maiores ou iguais a 1.000 nT. Esta linha refere-se ao pico AE do critério (2) estabelecido por Tsurutani e Gonzalez (1987). Enquanto a linha pontilhada na cor preta faz menção ao critério (3) de HILDCAA/HILDCAA\*, demarcando os valores de 200 nT. O painel inferior apresenta o índice SYM-H, no qual o eixo X representa a quantidade de pontos de minutos do evento, já o eixo vertical Y marca os valores do índice SYM-H em nano-Tesla. No mesmo painel, há a existência de uma linha preta que é utilizada como referência para determinar os valores do índice SYM-H equivalentes à -50 nT. Esta linha auxilia na inspeção visual, e refere-se ao critério (4). O valor "0" no eixo X corresponde ao início do evento HILDCAA\* em ambos painéis. Nas Figuras 3(a) e 3(b), a HILDCAA está contida em uma HILDCAA\*, portanto para verificação do início da HILDCAA usar seta vermelha como referência de início e fim. Entretanto nas Figuras 3(b) e 3(c), a linha vertical magenta refere-se ao final da fase principal de tempestade magnética, e possível descarte como será explicado a seguir. Nesses casos, a linha magenta indica o início dos eventos. Para maiores detalhes do início e fim de cada

evento, ver Tabela 2.

Figura 3 - Eventos de HILDCAA/HILDCAA\* detectados pelo algoritmo em Python em 1998.



Fonte: Os autores.

A Figura 3(a) retrata nosso primeiro evento 01\_1998 descrito na Tabela 2. Percebe-se que este evento ocorreu durante a fase de recuperação da tempestade geomagnética. Apesar de apresentar uma flutuação considerável do índice SYM-H, esta corresponde à uma injeção de energia associada a HSSs/CIRs, e, portanto, considera-se como evento HILDCAA. Ademais, conforme os dados do Centro de Física Espacial

da Universidade da Califórnia em Los Angeles (UCLA) houve episódio de mecanismo CIR durante este evento ([http://www-ssc.igpp.ucla.edu/~jlan/ACE/Level3/SIR\\_List\\_from\\_Lan\\_Jian.pdf](http://www-ssc.igpp.ucla.edu/~jlan/ACE/Level3/SIR_List_from_Lan_Jian.pdf) acessado em Janeiro, 2018).

Por outro lado, no segundo evento da Tabela 2 (02\_1998) demonstrado na Figura 3(b), é necessário o descarte do intervalo condizente à fase principal da tempestade geomagnética, e conseqüentemente depois disto, o evento teve que ser reavaliado. Analisando o gráfico consoante ao índice SYM-H, iniciou-se a contagem do ponto do eixo X referente a duração do evento, a partir do valor mínimo do índice SYM-H encontrado, ou seja, o ponto mínimo relativo a esse valor inferior à -50 nT (linha vertical magenta). Por conseguinte, verificou se o candidato possuía um pico de 1.000 nT a partir desse ponto mínimo, como descreve a linha na cor vermelha, atendendo ao critério (2). Concluiu que partindo deste ponto, o evento ultrapassava 2.880 pontos, e, portanto, atende ao critério (1). Logo, é chamado de HILDCAA por meio da inspeção visual. Além disso, conforme os dados do Centro de Física Espacial da UCLA, houve episódio de mecanismo CIR durante este evento. Os resultados descritos acima podem ser comparados aos resultados obtidos por Prestes *et al.* (2017) e Guarnieri (2006), ver Tabela 2.

Verifica-se que a data tanto do início quanto do término do evento 01\_1998 detectado no algoritmo em Python foi equivalente às datas do primeiro evento encontrado por Guarnieri (2006), todavia, este evento não foi identificado pelo algoritmo via MATLAB de Prestes *et al.* (2017). Apesar das datas terem sido compatíveis nos estudos supracitados, os horários de início e término deste evento foram distintos nos estudos realizados. Esse fato deve-se a flexibilização adotada pela metodologia deste artigo certamente foi diferente da utilizada por Guarnieri (2006). Percebe-se que esse evento teve início quase uma hora antes. Por outro lado, os horários de término foram consideravelmente díspares com variação de dez horas e quarenta e um minutos, o que se deve também a metodologia aplicada de cada autor.

Alia-se à discussão o segundo evento HILDCAA, que por sua vez foi identificado pelos três estudos em questão. Observa-se a consistência dessa ocorrência, todavia houve disparidade nos resultados registrados como constam nas tabelas. As datas iniciais do evento são iguais nos estudos de Prestes *et al.* (2017) e Guarnieri (2006), porém usando o algoritmo em Python foi registrado um dia depois o início deste, por conta do descarte da duração da fase principal da tempestade. Por outro lado, verifica-se que as datas finais dos eventos foram condizentes. Além disso, os horários de início também foram similares, visto que a diferença da hora inicial de Prestes *et al.* (2017) para Guarnieri (2006) foram de exatos 13 minutos, ver Tabela 2. Já os horários finais desse evento HILDCAA foram equivalentes na análise dos gráficos disponibilizados tanto em MATLAB quanto em Python, e estes se estenderam sete minutos a mais que o horário detectado por Guarnieri (2006). Ademais, assim como estabelecido nesse artigo o evento 02\_1998 está associado com o mecanismo CIR.

### 3.2 Eventos de HILDCAAs\*

Do mesmo modo, aplicou-se os mesmos passos para encontrar as HILDCAAs\*. A Tabela 3 consigna os eventos que foram denominados de HILDCAA\*, com base na flexibilização do critério (3) conforme estabelecido por Prestes *et al.* (2017). Dessa forma, têm-se as datas e os horários dos eventos, e as datas e os horários dos mecanismos físicos (CIR ou CME) associados aos eventos HILDCAAs\*.

Tabela 3 - Eventos HILDCAAs\* no ano de 1998.

Evento_Ano	Início	Término	Mec.	Início	Término	Autor
01*_1998	10 mar, 18:01	14 mar, 01:25	CIR	9 mar, 21:00	11 mar, 04:00	Os autores
02*_1998	24 abr, 07:25	29 abr, 13:44	CIR	23 abr, 17:29	25 abr, 00:00	Os autores
03*_1998	10 mai, 05:31	13 mai, 02:24	-	-	-	Os autores
04*_1998	20 jun, 03:15	23 jun, 08:50	CIR	18 jun, 18:00	20 jun, 12:00	Os autores
05*_1998	03 jul, 19:58	06 jul, 17:20	CIR	04 jul, 18:00	06 jul, 18:00	Os autores
06*_1998	23 jul, 06:14	25 jul, 17:36	CIR	22 jul, 12:00	23 jul, 20:00	Os autores
07*_1998	28 ago, 22:44	01 set, 05:54	CIR	26 ago, 06:40	28 abr, 01:00	Os autores
01*_1998	24 abr, 11:59	26 abr, 13:00	CIR	23 abr, 17:29	25 abr, 00:00	Prestes
02*_1998	10 mai, 05:32	13 mai, 02:24	-	-	-	Prestes
03*_1998	20 jun, 03:16	23 jun, 08:50	CIR	18 jun, 18:00	20 jun, 12:00	Prestes
04*_1998	03 jul, 19:59	06 jul, 17:20	CIR	04 jul, 18:00	06 jul, 18:00	Prestes
05*_1998	22 jul, 20:56	25 jul, 17:36	CIR	22 jul, 12:00	23 jul, 20:00	Prestes

Fonte: Os autores.

Algumas HILDCAA\* no ano de 1998 foram considerados *Candidatos* de acordo com o algoritmo, já que possuíam valores do índice SYM-H menores que -50 nT. Dessa forma, como os eventos não podem acontecer durante a fase principal da tempestade, detecta-se o ponto mínimo do índice SYM-H em cada gráfico. Por conseguinte, descarta-se todo intervalo da fase principal da tempestade geomagnética a partir deste ponto mínimo do índice SYM-H (ver linha vertical magenta). Baseado no novo início determinado para o evento, verifica se os quatro critérios de HILDCAA\* são atendidos. Sob essas circunstâncias, tem-se o evento 1 (apresentado na Figura 3(c)).

Outra peculiaridade é a HILDCAA contida em uma HILDCAA\*, estas casualidades são ilustradas nas Figuras 3(a) e 3(b) que equivalem aos eventos: 02\*\_1998 e 06\*\_1998 da Tabela 3. As Figuras 3(d)-3(g) mostram os demais eventos descritos na Tabela 3.

Note-se que o evento 7 da Tabela 3 detectado pelo algoritmo em Python não precisa do descarte da fase principal de tempestade geomagnética, visto que apresenta comportamento de uma flutuação correspondente a uma injeção de energia prolongada associada à HSS/CIR (Figura 3(g)) relacionada a fase de recuperação de tempestade geomagnética.

Por outro lado, quando não há registros do índice SYM-H abaixo de -50 nT, o evento certamente corresponde à HILDCAA, pois se encontra fora de uma fase principal de tempestade geomagnética, ou seja, atende também aos demais critérios de HILDCAA. Pode-se verificar esse tipo de eventos nas Figuras 3(d), (e) e (f).



A Tabela 3 também apresenta os eventos estabelecidos por Prestes *et al.* (2017) como HILDCAA\*, e, dessa forma, pode-se compará-los aos detectados no algoritmo em Python. Nota-se que a mesma análise não pode ser contrastada com os estudos de Guarnieri (2006), já que a flexibilização HILDCAA\* foi definida somente posteriormente por Prestes *et al.* (2017).

Primeiramente, verifica-se que no algoritmo via Python houve dois eventos a mais do que aqueles obtidos por Prestes *et al.* (2017), entre eles, 01\*\_1998 e 07\*\_1998 (ver Tabela 3). Isto se deve a inspeção visual. Por outro lado, os nossos demais eventos foram compatíveis com aqueles listados por Prestes *et al.* (2017). Verifica-se que o evento 02\*\_1998 condiz com o evento 01\*\_1998 de Prestes *et al.* (2017), apesar dos dois eventos relatarem durações distintas. Nosso evento correspondeu à um Candidato à HILDCAA que teve descarte da fase principal, o que pode explicar a disparidade também nos horários de término dos eventos. Por outro lado, os eventos 03\*\_1998, 04\*\_1998, e 05\*\_1998 foram compatíveis com aqueles relatados por Prestes *et al.* (2017). A única disparidade assinalada nestes casos foi quanto ao horário inicial, pois os eventos detectados pelo algoritmo em Python iniciaram-se apenas um minuto antes daqueles listados pelo algoritmo em MATLAB. Enquanto os horários de término foram condizentes, assim como as datas de início e fim.

Ademais, todos os eventos relatados tanto neste artigo quanto por Prestes *et al.* (2017) como HILDCAA\* estão associados ao mecanismo CIR, exceto o nosso evento 03\*\_1998 equivalente ao 02\*\_1998 de Prestes *et al.* (2017).

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos pelo algoritmo em Python, os eventos encontrados foram compatíveis com aqueles tabelados por Prestes *et al.* (2017) e por Guarnieri (2006). Foi verificado que as datas e os horários dos eventos correspondiam com relação a grande maioria dos eventos. Algumas ocorrências identificadas pelo Python apresentaram apenas uma ínfima disparidade com relação ao horário de início do evento. Esta diferença pode ser justificada por conta do algoritmo em Python não eliminar os intervalos da fase principal, sendo esta eliminada pela inspeção visual em alguns candidatos. Por ser manual, pode justificar algumas distinções dos nossos resultados com aqueles encontrados por Prestes *et al.* (2017) e por Guarnieri (2006).

Alia-se ao assunto os eventos detectados como HILDCAAs\*, verifica-se que dentre os resultados estabelecidos aqui com aqueles registrados por Prestes *et al.* (2017), tiveram três eventos equivalentes, apresentando apenas um adiantamento de um minuto para o início dos eventos. Verifica-se também que houve um evento HILDCAA\* condizente no estudo realizado aqui com a pesquisa desenvolvida por Prestes *et al.* (2017), porém com uma diferença de nove horas e dezoito minutos quanto ao início do evento. Ademais, percebe-se que houve novamente maior número de eventos, com exatamente o acréscimo de dois eventos, por conta da flexibilização

adotada na nossa análise visual.

Todavia, o algoritmo desenvolvido aqui ainda não é autossuficiente, uma vez que, é necessário um exame minucioso dos candidatos para não haver descartes inapropriados, já que o algoritmo executa apenas três dos quatro critérios automaticamente que definem HILDCAA/HILDCAA\*. Dessa forma, objetiva-se prosseguir os estudos de HILDCAAs/HILDCAAs\* nos anos subsequentes de 1998, aprimorando o algoritmo, e, se possível, torná-lo autônomo para avaliação de todos os critérios. Busca em um futuro próximo, acrescentar ao algoritmo a detecção do ponto mínimo identificado na inspeção visual para alguns eventos, eliminando essa etapa manual, e, conseqüentemente, tornando ainda mais preciso os resultados descobertos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (processo: 129109/2017-7) e à Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro (processo: 2018/02692-0).

## REFERÊNCIAS

CHAPMAN, S.; FERRARO, V. C. A. A new theory of magnetic storms. **Nature**, v. 126, n. 3169, 1930.

CHAPMAN, S.; FERRARO, V. C. A. **Terrestrial Magnetism**, v. 36, n. 77, 1931.

CHAPMAN, S.; FERRARO, V. C. A. **Terrestrial Magnetism**, v. 38, n. 79, 1933.

GONZALEZ, W. D. *et al.* Solar wind-magnetosphere coupling during intense magnetic storms (1978-1979). **Journal of Geophysical Research: Space Physics**, v. 94, p. 8835–8851, 1989.

GONZALEZ, W. D. *et al.* What is a geomagnetic storm. **Journal of Geophysical Research: Space Physics**, v. 99, p. 5771-5792, 1994.

GUARNIERI, F. L. The Nature of Auroras During High-Intensity Long-Duration Continuous AE Activity (HILDCAA) Events: 1998 to 2001. *In*: MCPHERRON, R. *et al.* **Recurrent Magnetic Storms: Corotating Solar Wind**. [s.l.]: American Geophysical Union, 2006.

HAJRA, R. *et al.* Relativistic electron acceleration during high-intensity, long-duration, continuous AE activity (HILDCAA) events: Solar cycle phase dependences. **Geophysical Research Letters**, 41, p. 1876-1881, 2014.

HAJRA, R. *et al.* Relativistic ( $e > 0.6$ ,  $> 2.0$ , and  $> 4.0$  MeV) Electron Acceleration at Geosynchronous Orbit during High-intensity, Long-duration, Continuous AE Activity (HILDCAA) Events. **The Astrophysical Journal**, v. 799, n. 39, 2015.

KLAUSNER, V. *et al.* Latitudinal and longitudinal behavior of the geomagnetic field during a disturbed period: A case study using wavelet techniques. **Advances in Space Research**, v. 58, p. 2148–2163, 2016a.

KLAUSNER, V. *et al.* An alternative way to identify local geomagnetically quiet days: a case study using wavelet analysis. **Annales Geophysicae**, v. 34, p. 451–462, 2016b.

KLAUSNER, V. *et al.* Main patterns of the geomagnetic field: A case study using principal component analysis. **Physicae**, v. 11, p. 1-11, 2015.

KLAUSNER, V. *et al.* Study of local regularities in solar wind data and ground magnetograms. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, v. 112, p. 10–19, 2014.

KLAUSNER, V. *et al.* Characteristics of solar diurnal variations: A case study based on records from the ground magnetic station at Vassouras, Brazil. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, v. 92, p. 124-136, 2013.

LAMIN I. C. P. *et al.* Criterio para identificacao de eventos hildcaa/hildcaa\* baseado em Indices geomagneticos. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21, 2017. **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2017. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2017/anais/arquivos/RE\\_0554\\_0207\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2017/anais/arquivos/RE_0554_0207_01.pdf). Acesso em: 01 mar. 2020.

PRESTES, A. *et al.* Statistical analysis of solar wind parameters and geomagnetic indices during HILDCAA/HILDCAA\* occurrences between 1998 and 2007. **Advances in Space Research**, v. 60, p.1850-1865, 2017a.

PRESTES, A.; KLAUSNER, V.; GONZALEZ, A. O. High-intensity, long-duration, continuous AE activity events associated with Alfvénic fluctuations in 2003. **Annales Geophysicae**, v. 35. p. 1231–1240, 2017.

RATCLIFFE, J. A. **An introduction to ionosphere and magnetosphere**. São Paulo: Cambridge University Press, 1972.

SOUZA, A. M. *et al.* A study on the main periodicities in interplanetary magnetic field Bz component and geomagnetic AE index during HILDCAA events using wavelet analysis. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, v. 149, p. 81–86, 2016.

TSURUTANI, B. T.; GONZALEZ, W. D. The cause of high-intensity long-duration continuous AE activity (HILDCAAS) – Interplanetary Alfvén wave trains. **Planetary and Space Science**, v. 35, p. 405–412, 1987.

**AVALIAÇÃO CLÍNICA E MORFOLÓGICA DO TENDÃO DO CALCÂNEO: ESTUDO ULTRASSONOGRÁFICO DE SUJEITOS PATOLÓGICOS E SADIOS****CLINICAL AND MORPHOLOGICAL EVALUATION OF THE CALCANEUS TENDON: ULTRASONOGRAPHY STUDY OF HEALTHY AND PATHOLOGICAL SUBJECTS**Ana Paula Pinto<sup>1</sup>Mário Oliveira Lima<sup>2</sup>Patrícia Sardinha Leonardo<sup>3</sup>Douglas Peretta Barbaroto<sup>4</sup>Natália Galvão Rocha Moreira<sup>5</sup>Ary Teixeira Breguez de Oliveira<sup>6</sup>Fernanda Púpio Silva Lima<sup>7</sup>Jon Joensen<sup>8</sup>Jan Magnus Bjordal<sup>9</sup>Rodrigo Alvaro Brandão Lopes-Martins<sup>10</sup>

**Resumo:** O tendão do calcâneo (TC) é o mais forte tendão do corpo humano, com grande capacidade de suportar carga. O TC é vulnerável a lesões por esforço repetitivo por receber muita carga, responsável por 18% de todas as lesões no esporte. O ultrassom (US) diagnóstico é uma técnica barata, dinâmica e rápida para avaliação de tecidos tendíneos, que pode ser associada a testes clínicos para diagnóstico de tendinopatias. Considerando que a simetria do organismo está relacionada com bom estado geral de saúde, objetivou-se neste trabalho avaliar a morfologia e aspectos clínicos do TC de indivíduos com e sem tendinopatia do TC. Participaram do estudo 28 indivíduos: 15 no grupo controle (GC) e 13 no grupo tendinopatia (GT). Os participantes passaram por avaliações específicas do TC: Exame de US, testes à palpação e clínicos. Os sujeitos do GC apresentam média de 0,407cm e 0,389cm da espessura do TC (TC direito e TC esquerdo), e não foram demonstradas anormalidades que indicassem inflamação nas imagens de US e nos testes clínicos. Nos indivíduos do GT, os valores da espessura do TC foram maiores, atingindo até 0,563cm, além de apresentarem alterações nas imagens de ultrassom para inflamação. A diferença da espessura do TC entre membros dos indivíduos do GC foi de 10%, enquanto no GT foi de 22%. Por meio dos resultados, sugere-se que diferenças da espessura do TC superiores a 20% indiquem a presença de tendinopatia, comprovadas pelos achados nas imagens de ultrassom e pelos resultados positivos dos testes à palpação e clínicos.

**Palavras-chave:** Ultrassom de imagem; tendão de Aquiles; tendão do calcâneo; tendinopatia; tendinite.

<sup>1</sup> Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensório Motora, Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: apaula@outlook.com.br.

<sup>2</sup> Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensório Motora, Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: mol@univap.br.

<sup>3</sup> Laboratório de Biofotônica e Terapêutica Experimental, Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: pssardinha@yahoo.com.br.

<sup>4</sup> Laboratório de Biofotônica e Terapêutica Experimental, Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: barbaroto@hotmail.com.

<sup>5</sup> Laboratório de Biofotônica e Terapêutica Experimental, Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: ftnatalia.galvao@gmail.com.

<sup>6</sup> Laboratório de Biofotônica e Terapêutica Experimental, Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: ary14teixeira@gmail.com.

<sup>7</sup> Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensório Motora, Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: fpupio@univap.br.

<sup>8</sup> Department of Physiotherapy, University of Bergen, Noruega. E-mail: Jon.Joensen@uib.no.

<sup>9</sup> Department of Physiotherapy, University of Bergen, Noruega. E-mail: Jan.Bjordal@uib.no.

<sup>10</sup> Post-graduation Program in Human Movement and Rehabilitation, Centro Universitário UniEvangélica, Brasil. E-mail: ralopesmartins@gmail.com.

**Abstract:** *Calcaneal tendon (CT) is the strongest tendon in the human body, with a great capacity to support load. CT is vulnerable to repetitive strain injuries since it receives too much load, responsible for 18% of all injuries in sports. Diagnostic ultrasound (US) is a cheap, dynamic and fast technique for assessing tendon tissues, which can be associated with clinical tests for the diagnosis of tendinopathies. Considering that the symmetry of the organism is related to good general health, the aim of this study was to evaluate the morphology and clinical aspects of CT in individuals with and without CT tendinopathy. 28 individuals participated in the study: 15 in the control group (CG) and 13 in the tendinopathy group (TG). The participants underwent specific CT assessments: US examination, palpation and clinical tests. The subjects of the CG had an average of 0.407 cm and 0.389 cm for CT thickness (right CT and left CT), and no abnormalities were shown that would indicate inflammation in the US images and in clinical tests. In the TG individuals, the CT thickness values were higher, reaching up to 0.563 cm, in addition to showing changes in the US images for inflammation. The difference in CT thickness among members of the individuals in CG was 10%, while in the TG it was 22%. By the results, it is suggested that differences in CT thickness greater than 20% indicate the presence of tendinopathy, confirmed by the findings in the ultrasound images and by the positive results of the palpation and clinical tests.*

**Keywords:** Ultrasound imaging; Achilles tendon; Calcaneus tendon; tendinopathy; tendonitis.

## 1 INTRODUÇÃO

As doenças musculoesqueléticas correspondem a um grupo amplo de alterações relacionadas a inflamação e degeneração de músculos, tendões, ligamentos, articulações e cartilagens, as quais podem resultar em sintomas algícos e levar a limitação funcional. Estas fazem parte das doenças crônicas não transmissíveis e que acarretam grandes impactos socioeconômicos (SOUZA; SANTANA, 2011).

A tendinopatia do calcâneo ou de Aquiles é um distúrbio entre as doenças musculoesqueléticas que afeta o membro inferior. Em atletas, é responsável por 18% de todas as lesões no esporte, com incidência cumulativa ao longo da vida de 24%. Apesar de ser afetado em menor escala, indivíduos não-atléticos também são acometidos. A tendinopatia do calcâneo é a sexta razão mais comum para consultas não traumáticas de pé e tornozelo (MENZ *et al.* 2010; MUNTEANU, 2015).

O tendão do calcâneo (TC) é o mais largo e forte tendão do corpo humano, com a maior capacidade de suportar carga (O'BRIEN, 2005; KRAEUTLER; PURCELL; HUNT, 2017) e é biologicamente importante para o movimento mais funcional e rápido, sendo responsável pelos estágios finais do passo na marcha (RAMACHANDRAM, 2007). A força gerada no TC durante o exercício pode atingir 12 vezes o peso corporal, tornando o TC vulnerável a lesões por esforço repetitivo (BENJAMIN *et al.*, 2006).

A Tendinopatia é uma síndrome clínica relacionada ao tendão e tecidos ao redor, podendo ser caracterizada por inflamação, deformação, microrrupturas ou rupturas. Inclui os distúrbios tendinose e tendinite, que resultam muitas vezes em dor e sensibilidade, bem como uma perda de força biomecânica e amplitude de movimento nas estruturas anatômicas envolvidas (MAFFULLI; SHARMA; LUSCOMBE, 2004; RIO *et al.*, 2014).

O sintoma mais comum é a dor. Edema, sensibilidade no local, crepitação também

são comuns nos indivíduos com a patologia. Outras queixas, além da dor, estão relacionadas com o comprometimento da funcionalidade, como o a diminuição do desempenho nos esportes e nas atividades de vida diária, diminuição da amplitude de movimento e fraqueza muscular (MAFFULLI; SHARMA; LUSCOMBE, 2004; RYAN *et al.*, 2009).

A etiologia da tendinopatia é considerada multifatorial, com fatores intrínsecos e extrínsecos envolvidos (MAFFULLI; SHARMA; LUSCOMBE, 2004). A carga excessiva nos tendões por tempo prolongado (overuse) é a causa mais comum de lesão do TC (COOK; KHAN; PURDAM, 2002; RIO *et al.*, 2014). É comum que indivíduos sedentários e até mesmo atletas, não realizem a prevenção, por isso o diagnóstico precoce e o tratamento eficaz da tendinopatia do TC são essenciais para evitar um pior prognóstico, como a ruptura do tendão.

O diagnóstico da tendinopatia do TC é baseado principalmente na história, no exame clínico detalhado, e em exame de imagem. Atualmente, os exames de imagem mais utilizados para diagnóstico são o ultrassom e a ressonância magnética (JÓZSA; KANNUS, 1997; MARTIN *et al.*, 2018; CHINESE SOCIETY OF SPORTS MEDICINE, 2019).

A ultrassonografia é uma técnica de imagem rápida, de baixo custo, que não emite radiação e não invasiva. O alto contraste acústico dos tendões com os tecidos ao redor, permite a avaliação ultrassonográfica. Esta técnica permite que os exames sejam mais dinâmicos e com feedback em tempo real. É possível realizar a análise anatômica, morfológica e alguns aparelhos com o modo Doppler, estudar a dinâmica circulatória (KHARATE; CHANCE-LARSEN, 2012; CHINESE SOCIETY OF SPORTS MEDICINE, 2019).

A simetria do organismo está relacionada com um bom estado geral de saúde. Do contrário, a assimetria de algumas estruturas do corpo humano pode ser refletida negativamente no desenvolvimento, como em algumas doenças genéticas cromossômicas, ou ser um marcador de uma possível condição patológica (PAWLOWSKI *et al.*, 2018). Por isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar a morfologia e aspectos clínicos do TC de indivíduos com e sem tendinopatia do calcâneo para traçar um perfil de normalidade e patológico de indivíduos sem e com tendinopatia do calcâneo.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Desenho Experimental e Amostra**

Estudo analítico, transversal e de cunho quali/quantitativo. Participaram voluntários com e sem tendinopatia do tendão calcâneo.

### **2.2 Critérios de Inclusão e Exclusão**

Para o grupo tendinopatia, os critérios de inclusão foram: Tendinopatia do TC unilateral ou bilateral com duração mínima de três meses, ambos os gêneros, idade entre 18-80 anos, sujeitos ativos ou sedentários e aparência de ultrassonografia patológica do TC, com tendão espessado. Quanto aos critérios de exclusão, foram: cirurgia anterior no TC, injeção de cortisona nos últimos 6 meses, doença inflamatória sistêmica, sutura / cirurgia prévia do TC, gravidez ou hipercolesterolemia familiar (pode provocar o xantoma do TC).

Para o grupo controle, os critérios de inclusão adotados foram: TC saudável, ambos os gêneros, idade entre 18-80 anos e sujeitos ativos ou sedentários. E os critérios de exclusão envolveram: doenças ou injúrias musculoesqueléticas em membros inferiores.

Todos os participantes foram instruídos a evitar o uso de medicamentos anti-inflamatórios não esteróides (AINEs) uma semana antes da avaliação.

### **2.3 Local de Estudo**

Este estudo foi realizado junto ao Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensório Motora pertencente ao Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D) da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) e ao Centro de Práticas Supervisionadas pertencente à Faculdade de Ciências da Saúde (FCS) da UNIVAP.

### **2.4 Aspectos Éticos do Estudo**

O presente projeto de pesquisa foi submetido à análise do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) através da Plataforma Brasil e foi aprovado sob o protocolo CAAE: 94820218.2.0000.5503.

Este estudo foi conduzido de acordo com a resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Todos os voluntários foram previamente esclarecidos e orientados sobre os procedimentos. Após aceitação plena, todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### **2.5 Riscos e Benefícios**

Os riscos desta pesquisa, ainda que classificados como baixos, incluem constrangimento, dor durante o teste e queda durante a locomoção do participante pelo local de pesquisa. No entanto, para minimizar a ocorrência dos riscos, os pesquisadores envolvidos na pesquisa foram profissionais responsáveis, orientados a atuar com ética, respeito e compromisso com os voluntários. Para reduzir o risco de queda, o participante sempre foi acompanhado por dois pesquisadores para dar suporte. E quanto relatado dor, os testes foram realizados com cautela e no limite de cada voluntário.

E como benefício, os voluntários tiveram a possibilidade de obter melhor conhecimento sobre a condição atual do TC e contribuição para o meio científico acerca de um novo recurso para identificação de patologias inflamatórias.

## 2.6 Grupos do Estudo

O presente estudo teve em sua composição o total de 28 participantes, divididos em dois grupos:

Grupo Tendinopatia (GT): n=13. Esses indivíduos eram portadores de tendinopatia do TC bilateral (n=7) ou unilateral (n=6).

Grupo Controle (GC): n=15. A tendinopatia do TC ou outras injúrias do sistema musculoesquelético em membros inferiores eram ausentes nos voluntários deste grupo.

## 2.7 Coleta de Dados

A bateria de avaliações para cada voluntário ocorreu em um dia, em que eles passaram pela anamnese, avaliação do exame de ultrassonografia e por testes físicos, respectivamente nesta ordem, para que um teste ou exame não interferisse no outro. A seguir, serão comentadas com mais detalhes as avaliações realizadas.

### 2.7.1 Anamnese e Ultrassom de Imagem

Durante o período de acomodação do participante no ambiente da avaliação, foi realizada a anamnese a respeito de informações pessoais, perguntas sobre os hábitos de vida e histórico (ou não) sobre a tendinopatia do TC. Na coleta das imagens de ultrassom, foi utilizada uma sala com a luminosidade reduzida, para facilitar a visualização durante a captação das imagens.

Para a avaliação estrutural da disposição das fibras, limites do tendão, presença ou ausência de edema, calcificação e irrigação intratendínea, utilizou-se o aparelho de ultrassom portátil (Mindray M6®), com tela de 19", que foi operado nos Modos B, Color e Doppler com imagens de alta definição, resolução CrossXBeam e imagens harmônicas codificadas. Foi utilizado um transdutor/*probe* linear (L14-6NS) com ajuste para a frequência 12MHz e gel condutor a base de água com meio de contato e assim visualizar as estruturas com maior clareza. O aparelho possui uma função que possibilita a medição precisa e escalonada em centímetros.

A posição de coleta foi idêntica à avaliação da termografia, com o voluntário deitado em decúbito ventral, com os pés levemente para fora da maca e com os membros inferiores relaxados (tornozelo em posição neutra).

Primeiramente, foi realizado o cadastro do participante no sistema do aparelho e depois, foram coletadas imagens de ambos os membros, no corte longitudinal e transversal. Padronizou-se a superfície do osso calcâneo como ponto de referência, em que deveria estar presente no lado esquerdo da tela. A marcação de referência na *probe* (figura 1) seguia o padrão de ser direcionada ao osso calcâneo e virada para cima para



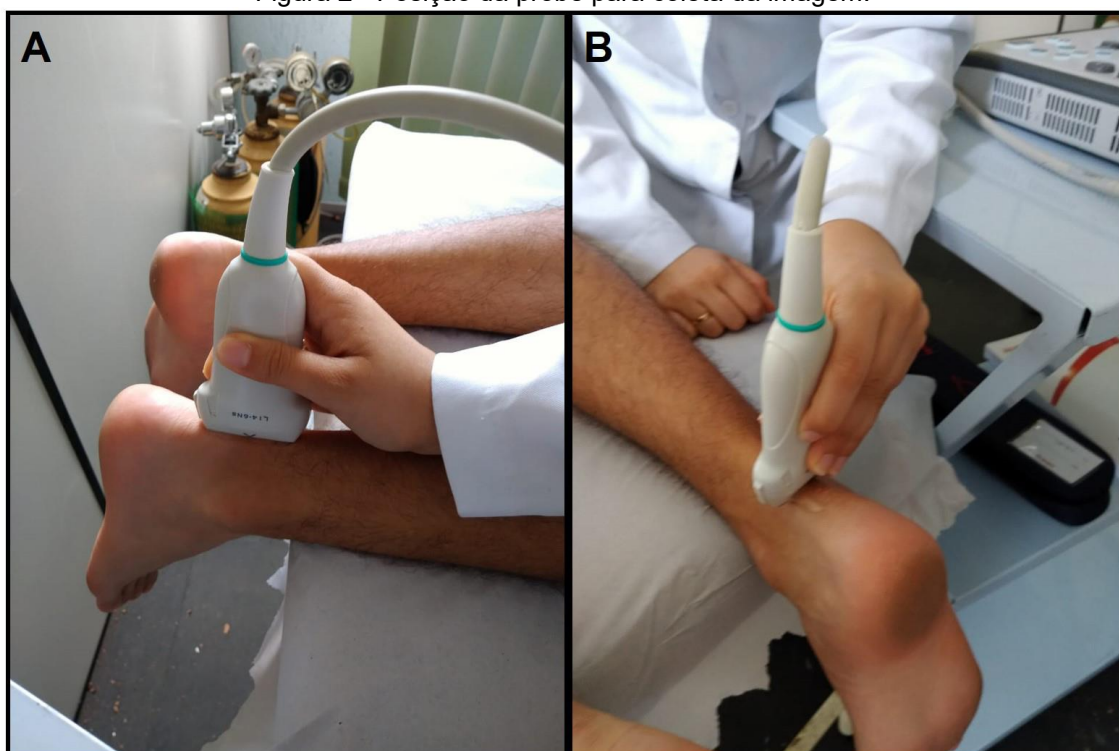
obter a imagem no corte longitudinal (figura 2A) e as imagens no corte transversal, o ponto de referência era voltado para a parte medial do voluntário (figura 2B). As imagens foram nomeadas de acordo com o lado do membro e realizadas medidas do comprimento e espessura, função presente no próprio aparelho (HASLERUD *et al.*, 2017).

Figura 1 - Ponto de referência da probe para orientação.



Fonte: Os autores.

Figura 2 - Posição da probe para coleta da imagem.



Legenda: A= Eixo longitudinal (ponto de referência voltado para o osso calcâneo); B= Eixo transversal (ponto de referência sentido linha mediana do participante).

Fonte: Os autores.

Considerou-se para a estatística a medida da espessura no corte longitudinal, ausência ou presença de edema em ambos os cortes, ausência ou presença de irrigação intratendínea no corte transversal com modo PW ativado (Doppler), e levou-se em consideração para análise de outros achados ultrassonográficos (irregularidade das fibras ou borda do tendão e calcificação) o corte transversal e longitudinal. As imagens foram salvas em formato JPEG, transferidas para um computador através de um

pendrive USB, as quais foram salvas em um computador e analisadas com cautela.

### **2.7.2 Crepitação, Espessura e Ternura (sensibilidade) à Palpação**

A degeneração das fibras do tecido conjuntivo, devido ao processo inflamatório, causa hiperemia, espessamento na área com a infiltração de células inflamatórias e o exsudato fibrinoso envolvendo o tendão e causa crepitação (estalido). Na inflamação crônica, as fibras lesionadas podem calcificar devido a constante tentativa de cicatrização. Com os depósitos de cálcio nas lesões há perda do tecido conjuntivo e da elasticidade e causar dor e sensibilidade (ternura) à palpação (KHAN *et al.*, 1999; VIEIRA *et al.*, 2010; MASCI *et al.*, 2016).

Na avaliação, realizamos a mensuração dos sinais de espessamento, crepitação e maciez por meio da palpação do tendão com o voluntário deitado em decúbito ventral, com os joelhos estendidos e os tornozelos nas posições neutra para os movimentos de flexão plantar e dorsiflexão.

O resultado era considerado positivo para crepitação se apresentasse o estalido durante o movimento; positivo para espessamento se observasse aumento da espessura e alteração da textura; positivo para textura se o tendão apresentar sensibilidade à palpação.

### **2.7.3 Sinal do Arco**

O teste do Sinal do arco é realizado para verificar se há tendinopatia do tendão do TC. A posição de avaliação foi com o voluntário deitado em decúbito ventral, com os joelhos estendidos e os tornozelos livres. Foi solicitada ao participante para que realizasse a dorsiflexão do tornozelo, avaliando se um arco se formaria, e posteriormente, foi solicitado o movimento de dorsiflexão e flexão plantar, no qual o ventre do tendão era palpado para verificar a presença de inchaço que evidenciasse um edema (MAFFULLI *et al.*, 2003). O resultado era considerado positivo quando havia presença deste sinal.

### **2.7.4 Test Hospital Royal London**

Este teste é realizado para verificar se há sensibilidade do TC. A posição de avaliação foi com o voluntário deitado em decúbito ventral, com os joelhos estendidos e os tornozelos livres. Foi solicitado ao voluntário o movimento de dorsiflexão e flexão plantar máxima do tornozelo. Durante a realização, foi questionado ao voluntário se houve dor. O teste é positivo na presença de dor (MAFFULLI *et al.*, 2003).

## **2.8 Análise dos dados**

Os resultados foram tabulados no *software* Microsoft Office Excel 2010®, onde dados foram expressos em média e desvio padrão. A análise dos resultados foi

realizada com o programa *GraphPad Prism 5.0®*, onde foi feito o tratamento estatístico utilizado o teste *t student* para a comparação entre os dois grupos analisados (GT vs GC), considerado estatisticamente significativo às comparações com  $p \leq 0,05$ .

### 3 RESULTADOS

28 voluntários participaram do estudo. Divididos entre 2 grupos: GC (26,8 anos $\pm$ 8,93) e GT (57,23 anos $\pm$ 9,42). A tabela 1 demonstra as características dos grupos:

Tabela 1 - Características dos grupos do estudo.

Grupo	Resumo	Participantes	Gênero
Controle	Ausência de doenças musculoesqueléticas	n=15	Mulheres: 10
		n=13	Homens: 5
Tendinopatia	Presença de tendinopatia do TC há mais de 3 meses	-Unilateral no MID: 4	Mulheres:4
		-Unilateral no MIE: 2	Homens: 9
		-Bilateral: 7	

TC= Tendão do calcâneo; MID= Membro inferior direito; MIE= Membro inferior esquerdo.

Fonte: Os autores.

Para avaliar a morfologia e estrutura do tendão, foi utilizado o recurso do ultrassom de diagnóstico. Na tabela 2 estão demonstrados os resultados quanto à presença ou ausência destes achados.

Tabela 2 - Exame de ultrassonografia.

	Grupo Controle		Grupo Tendinopatia	
	Presença	Ausência	Presença	Ausência
Edema	0	100%	59,33%	40,67%
Irregularidade	0	100%	50,00%	50,00%
Circulação intratendínea	0	100%	15,5%	84,5%
Calcificação	0	100%	2,33	97,67

Fonte: Os autores.

A tabela 3 demonstra a média geral das medidas da espessura do TC de ambos os membros dos indivíduos do GC e GT. O grupo de tendinopatia foi separado em subgrupos: unilateral no MID (com o membro inferior direito afetado), unilateral no MIE (com o membro inferior esquerdo afetado) e bilateral (ambos os membros com tendinopatia do TC).

Tabela 3 - Medida da espessura do tendão do calcâneo.

(continuação)

		Espessura (cm)	
		Corte longitudinal	Corte transversal
Grupo Controle (n=15)	MID	0,407 $\pm$ 0,059	0,454 $\pm$ 0,070
	MIE	0,389 $\pm$ 0,069	0,463 $\pm$ 0,068

Tabela 3 - Medida da espessura do tendão do calcâneo. (conclusão)

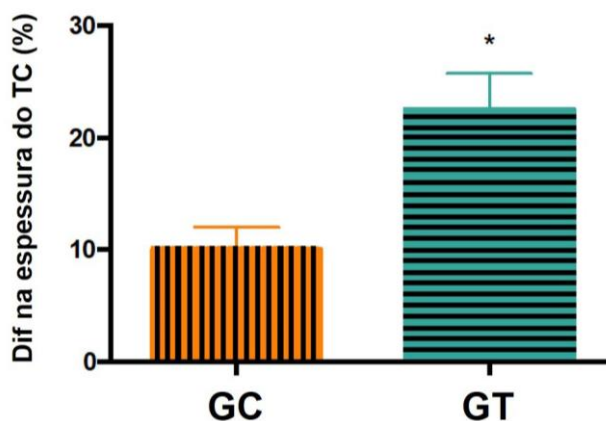
<b>Grupo tendinopatia</b>	<b>MID</b>	0,538 ± 0,150	0,510 ± 0,115
<b>Unilateral no MID (n=4)</b>	<b>MIE</b>	0,505 ± 0,132	0,595 ± 0,076
<b>Grupo tendinopatia</b>	<b>MID</b>	0,460 ± 0,020	1,000 ± 0,490
<b>Unilateral no MIE (n=2)</b>	<b>MIE</b>	0,540 ± 0,080	0,905 ± 0,285
<b>Grupo tendinopatia</b>	<b>MID</b>	0,563 ± 0,102	0,658 ± 0,290
<b>Bilateral (n=7)</b>	<b>MIE</b>	0,460 ± 0,085	0,564 ± 0,084

cm=centímetro; MID= Membro inferior direito; MIE= Membro inferior esquerdo.  
Valores expressos por média ± desvio padrão.

Fonte: Os autores.

A figura 3 representa o resultado em forma de gráfico da diferença da espessura (imagem obtida no eixo longitudinal) do TC entre os membros. A diferença entre os membros do GT foi superior em 20%, sendo estatisticamente significativa.

Figura 3 - Diferença da espessura do tendão calcâneo entre os membros.

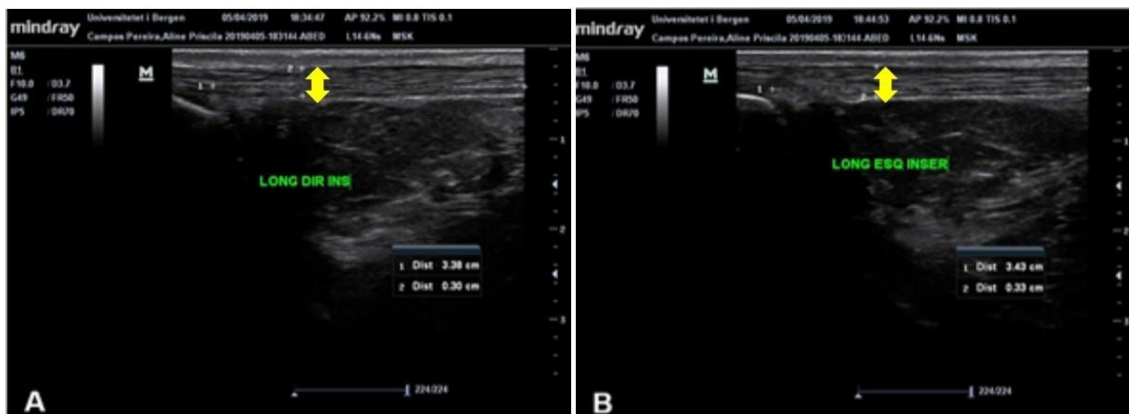


Legenda: Diferença entre espessura do TC. Os valores são representados pelos valores médios e as barras de erro representam o desvio padrão. Dif: diferença; Grupo controle: GC (n=15) e Grupo Tendinopatia: GT (n =13). \* p <0,05 GT vs GC.

Fonte: Os autores.

Na figura 4 está demonstrado o TC de um participante do grupo controle. A espessura do tendão é simétrica (lado direito = 0,3 cm e lado esquerdo = 0,33). Já a figura 5 remete ao TC de um voluntário do grupo tendinopatia unilateral no membro inferior direito. Nota-se a assimetria da espessura do tendão.

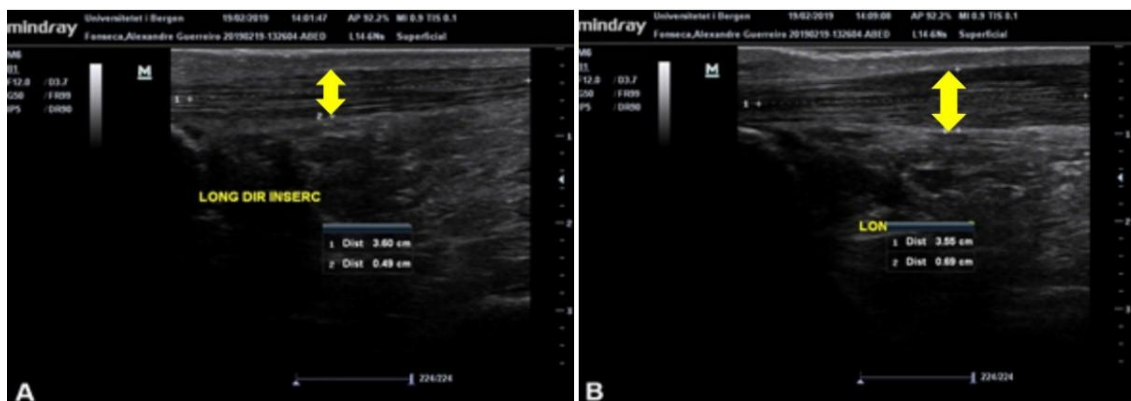
Figura 4 - Tendão do Calcâneo de um participante do grupo controle – vista longitudinal.



Legenda: A= Membro inferior direito (espessura de 0,3 cm); B= Membro inferior esquerdo (espessura de 0,33 cm). As setas apontam para as bordas superiores e inferiores, representando o comprimento da espessura do TC.

Fonte: Os autores.

Figura 5 - Tendão do Calcâneo de um participante do grupo tendinopatia (unilateral) - vista longitudinal.



Legenda: A= Membro inferior direito (espessura de 0.49 cm); B= Membro inferior esquerdo (espessura de 0.69 cm). As setas apontam para as bordas superiores e inferiores, representando o comprimento da espessura do TC.

Fonte: Os autores.

Ainda, o tendão do mesmo participante da figura 5, mas agora no corte transversal (figura 6), observa-se a presença de irrigação intratendínea e peritendínea (pontos arredondados, apontados por setas largas) e edema (regiões hipocóicas, apontados por setas finas).

Figura 6 - Presença de edema e irrigação intratendínea no TC com tendinopatia - vista transversal.

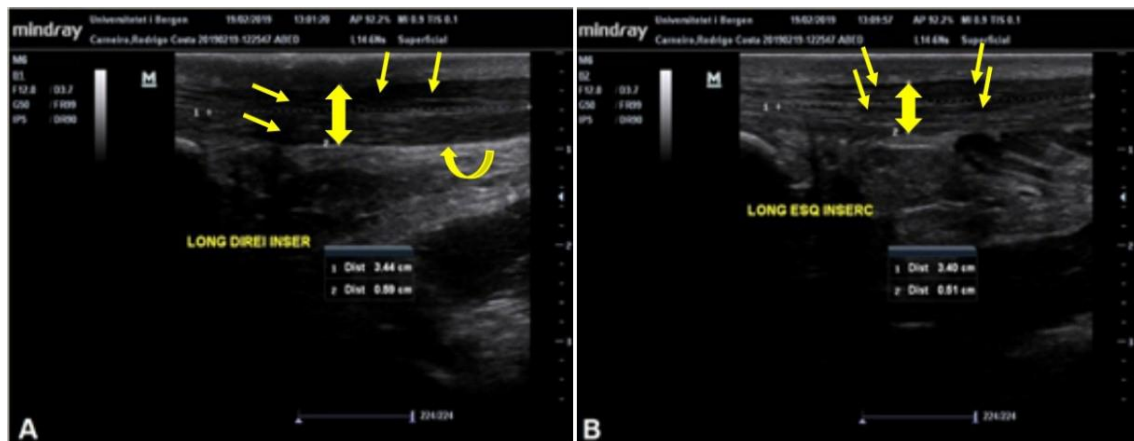


Legenda: Setas largas representam irrigação intratendínea e peritendínea e setas finas apontam para o local de edema.

Fonte: Os autores.

A figura 7 é a imagem obtida do TC de um participante do GT (bilateral). Observa-se que mesmo na presença de tendinopatia em ambos os membros, é notável a assimetria da espessura entre os tendões (representada pelas setas para cima e para baixo, além dos feixes desorganizados do tendão, irregularidade das bordas (inclusive abaulamento, representado pela seta em curva) e presença de edema (região hipoecóica, representada pelas setas finas).

Figura 7 - Tendinopatia bilateral do TC - vista longitudinal.



Legenda: A= Membro inferior direito; B= Membro inferior esquerdo. As setas para cima e para baixo apontam para as bordas superiores e inferiores, representando o comprimento da espessura do TC; A seta em curva aponta para o abaulamento do limite inferior do TC; a seta fina aponta para pontos de edema (regiões hipoecóicas).

Fonte: Os autores.

Os próximos resultados são referentes aos testes de palpação e clínicos, também utilizados como avaliação complementar da tendinopatia do TC. Na tabela 4, estão representados os resultados dos testes. Por se tratar de respostas positivo ou negativo, os dados foram apresentados em percentual.

Tabela 4 - Resultados dos testes à palpação e testes clínicos.

	Grupo Controle		Grupo Tendinopatia	
	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
<b>Crepitação</b>	6,67%	93,33%	76,11%	23,89%
<b>Tendão Espesso</b>	6,67%	93,33%	100%	0
<b>Sensibilidade</b>	0	100%	50%	50%
<b>Sinal do arco</b>	0	100%	13,89%	86,11%
<b>Test Hospital Royal London</b>	0	100%	81,67%	18,33%

Fonte: Os autores.

#### 4 DISCUSSÃO

Foi realizado um estudo transversal com o objetivo de identificar padrões em dois grupos com características distintas. O GC foi composto por indivíduos (n=15) sem diagnóstico de tendinopatia do TC e o GT (n=13) formado por participantes com o diagnóstico de tendinopatia do TC de no mínimo 3 meses.

É importante que estudos com participantes saudáveis, que envolvam também a comparação de simetria corporal, sejam realizados para possibilitar uma medida de comparação do que é normal e patológico, e assim direcionar esforços para prevenções em situações em que há alterações, mas que ainda não geraram sinais clínicos de doenças. Ressaltando, que o achado de assimetria corporal pode indicar uma doença (PAWLOWSKI *et al.*, 2018).

Ao longo da exposição dos resultados, observa-se que as imagens de ultrassom e desfecho dos testes à palpação e os clínicos demonstraram que os participantes do GC tinham o TC saudável, isentos de alterações que indicassem patologia.

Entretanto, os sujeitos do GT apresentaram resultados favoráveis à tendinopatia, como espessamento do tendão, diferença de espessura entre membros, presença de edema e irrigação intratendínea, irregularidades das bordas e da disposição das fibras do TC e sensibilidade na região do TC.

Para traçar o perfil de normalidade da espessura do tendão, mensurou-se o comprimento da espessura do TC dos membros direito e esquerdo de indivíduos sem tendinopatia. A média do comprimento da espessura no corte longitudinal do TC do membro inferior direito e esquerdo foram 0,407cm ± 0,059cm e 0,389cm ± 0,069cm, respectivamente.

Alguns estudos da literatura informam que a média do comprimento da espessura do TC saudável é de 0,365cm ± 0,055 (KHARATE; CHANCE-LARSEN, 2012) e 0,550 cm ± 0,04 (BJORDAL; DEMMINK; LJUNGGREN, 2003). A diferença pode ser devida às diferenças populacionais: uma vez que os trabalhos citados e este estudo em questão terem sido realizados em países diferentes.

Já no GT, a média do comprimento da espessura (também no corte longitudinal) do TC do membro inferior direito variou de 0,460cm a 0,563cm e do membro inferior

esquerdo variou de 0,460cm a 0,540cm, considerando as médias separadas em subgrupos de tendinopatia: unilateral no membro inferior direito, tendinopatia unilateral no membro inferior esquerdo e tendinopatia bilateral.

Kharate e Chance-Larsen (2012) trouxeram em seu estudo que a melhor metodologia para avaliar a espessura do TC é no corte longitudinal, pois as imagens no corte transversal superestimam as medidas da espessuras, e ainda há maior probabilidade de erros em medições transversais, pois nesta ocasião, a posição da *probe* permite mais movimentos, não permanecendo fixa a região avaliada como no caso do corte transversal.

Ainda, sobre o item espessura do TC, também foi realizada a média (em percentual) da diferença entre o comprimento da espessura do TC do membro inferior direito e esquerdo no corte longitudinal. A diferença entre os membros do GT foi superior a 20%, o qual foi estatisticamente significativo ( $p \leq 0,05$ ) em relação ao GC.

Foi demonstrado que em indivíduos com tendinopatia unilateral do TC a diferença do lado comprometido com o lado contralateral sadio foi de aproximadamente 20% (MUNTEANU, 2015).

Para confirmar a presença da tendinopatia no TC dos indivíduos do GT, também foram realizados testes complementares: teste à palpação e clínicos.

Nas imagens de ultrassom, foi observado que os voluntários do GT apresentaram alterações, demonstrando a presença de edema (59,33%), irregularidade das bordas (50,00%), circulação intratendínea (15,5%) e calcificação (2,33%). Kharate e Chance-Larsen (2012) relataram em seu estudo que o ultrassom é uma boa técnica de escolha para identificar anormalidades estruturais em tecidos tendíneos.

Os testes à palpação e clínicos (crepitação, espessamento, sensibilidade, Sinal do arco e test Hospital Royal London), específicos para avaliar a presença de tendinopatia do TC também foram positivos para os indivíduos do GT, confirmando mais uma vez a patologia no TC.

Dams e colaboradores (2019) aplicaram testes físicos para aprimorar o diagnóstico e avaliação da tendinopatia no TC, demonstrando que os testes foram importantes na compreensão da perspectiva clínica, relacionadas ao estudo da estrutura e força do tendão, referindo portanto, que mesmo sendo um método de avaliação qualitativo, os testes físicos são válidos para auxílio do diagnóstico de tendinopatia.

Assim, sugerimos que este estudo pode contribuir na prática clínica, quanto ao tratamento preventivo, uma vez que, quando caracterizado um padrão de normalidade, é possível realizar o acompanhamento dos pacientes em relação a condição do TC por meio da ultrassonografia e identificar alterações precocemente. Já que os sintomas



podem aparecer apenas depois da evolução das lesões, estas que poderiam ser identificadas pelo exame de imagem.

## 5 CONCLUSÃO

Sujeitos saudáveis, sem tendinopatia do tendão do calcâneo, apresentam média do comprimento da espessura no corte longitudinal do TC do membro inferior direito e esquerdo de 0,407cm e 0,389cm, respectivamente. Em indivíduos com tendinopatia do TC, os valores foram maiores, sendo 0,460cm a 0,563cm e 0,460cm a 0,540cm para o TC do membro inferior direito e esquerdo, respectivamente.

A diferença da espessura do TC entre membros dos indivíduos do GC foi de 10%, enquanto no GT foi de 22%. Logo, sugere-se que diferenças da espessura do TC superiores a 20% indicam a presença de tendinopatia, comprovadas pelos achados nas imagens de ultrassom e pelos resultados positivos dos testes à palpação e clínicos.

## 6 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES – Código de financiamento 001, pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- BENJAMIN, M. *et al.* Where tendons and ligaments meet bone: attachment sites ('entheses') in relation to exercise and/or mechanical load. **Journal of Anatomy**, v. 208, n. 4, p. 471– 490, 2006.
- BJORDAL, J. M.; DEMMINK, J. H.; LJUNGGREN, A. E. Tendon Thickness and Depth from Skin for Supraspinatus, Common Wrist and Finger Extensors, Patellar and Achilles Tendons. **Physiotherapy**, v. 68, n. 6, p. 375-383, 2003.
- CHINESE SOCIETY OF SPORTS MEDICINE. Chinese Consensus on Insertional Achilles Tendinopathy. **The Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 7, n. 10, p. 1-6, 2019.
- COOK, J. L.; KHAN, K. M.; PURDAM, C. Achilles tendinopathy. **Manual Therapy**, v. 7, n. 3, p. 121-130, 2002.
- DAMS, O. C. *et al.* The recovery after Achilles tendon rupture: a protocol for a multicenter prospective cohort study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 20, n. 1, p. 69, 2019.
- HASLERUD, S. *et al.* Achilles Tendon Penetration for Continuous 810 nm and Superpulsed 904 nm Lasers Before and After Ice Application: An In Situ Study on Healthy Young Adults. **Photomedicine Laser Surgery**, n. 35, p. 10, p. 567-575, 2017.
- JÓZSA, L. G.; KANNUS, P. **Human Tendons: Anatomy, Physiology and Pathology**. Champaign: Human Kinetics, 1997.

KHAN, K. M. *et al.* Histopathology of common tendinopathies: update and implications for clinical management. **Sports Medicine**, v. 27, n. 6, p.393-408,1999.

KHARATE, P.; CHANCE-LARSEN, K. Ultrasound evaluation of Achilles tendon thickness in asymptomatic's: A reliability study. **International Journal of Physiotherapy and Rehabilitation**, v. 2, p. 1-11, 2012.

KRAEUTLER, M. J.; PURCELL, J. M.; HUNT, K. J. Chronic Achilles Tendon Ruptures. **Foot Ankle International**, v. 38, n. 8, p. 921-929, 2017.

MAFFULLI, N. *et al.* Clinical diagnosis of Achilles tendinopathy with tendinosis. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 13, n. 1, p. 11-15, 2003.

MAFFULLI, N.; SHARMA, P.; LUSCOMBE, K. L. Achilles tendinopathy: aetiology and management. **Journal of the Royal Society of Medicine**, v. 97, n. 10, p. 472-476, 2004.

MARTIN, R. L. *et al.* Achilles Pain, Stiffness, and Muscle Power Deficits: Midportion Achilles Tendinopathy Revision 2018. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 48, n. 5, p. A1-A38, 2018.

MASCI, L. *et al.* How to diagnose plantaris tendon involvement in midportion Achilles tendinopathy – clinical and imaging findings. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 17, p. 97, 2016.

MENZ, H. B. *et al.* Characteristics of primary care consultations for musculoskeletal foot and ankle problems in the UK. **Rheumatology**, v. 49, n. 7, p. 1391–1398, 2010.

MUNTEANU, S. Achilles Tendon. *In*: ROME, K.; MCNAIR, P.; NESTER, C. **Management of Chronic Conditions in the Foot and Lower Leg**. London: Elsevier, 2015. P. 145-179.

O'BRIEN, M. The anatomy of the Achilles tendon. **Foot Ankle Clinical**, v. 10, n. 2, p. 225-38, 2005.

PAWLOWSKI, B. *et al.* Human body symmetry and immune efficacy in healthy adults. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 167, n. 2, p. 207-216, 2018.

RAMACHANDRAM, M. **Basic orthopaedic sciences: the Stanmore guide**. London: Hodder Arnold, 2007. 304 p.

RIO, E. *et al.* The Pain of Tendinopathy: Physiological or Pathophysiological? **Sports Medicine**, v. 44, n. 1, p. 9-23, 2014.

RYAN, M. *et al.* Kinematic analysis of runners with achilles mid-portion tendinopathy. **Foot & Ankle International**, v. 30, n. 12, p. 1190-5, 2009.

SOUZA, N. S. S.; SANTANA, V. S. Cumulative annual incidence of disabling workrelated musculoskeletal disorders in an urban area of Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, n. 11, p. 2124-2134, 2011.

VIEIRA, F. *et al.* Tendinopatia do tendão calcâneo. **Publicatio UEPG: Biological and Health Sciences**, v. 16, n. 1, p. 35-42, 2010.

## AVALIAÇÃO DA PRÁTICA MINDFULNESS EM CIDADES DO VALE DO PARAÍBA

## EVALUATION OF MINDFULNESS PRACTICE IN CITIES OF VALE DO PARAÍBA

Mariana de Oliveira Corrêa<sup>1</sup>

Joyce Nascimento Santos<sup>2</sup>

Josne Carla Paterno<sup>3</sup>

**Resumo:** A técnica de Meditação de Atenção Plena (*Mindfulness*) é definida como um método de atenção na experiência do momento presente de forma receptiva sugerindo uma nova postura por meio de um entendimento consciente do que acontece à sua volta, deste modo, diminuindo os fatores emocionais e fisiológicos, intervindo por meio da reatividade afetiva com benefícios mentais e físicos na saúde. Para isto, foi realizado uma análise quantitativa do controle de estresse com a prática *Mindfulness* entre duas cidades do Vale do Paraíba visto a escassez de evidências iniciais na região, o estudo inicial foi realizado em 8 sessões em uma amostra delimitada aleatoriamente de 20 participantes (8 homens e 12 mulheres). Os resultados demonstraram o potencial que a prática possibilitou nas duas amostras avaliadas, com a melhora nos indicadores de estresse após o período da prática ( $P=0,022$  e  $P=0,003$ ), além disso, foi possível avaliar o potencial de controle que a prática proporcionou ( $P=0,002$ ). Portanto, os resultados obtidos indicam o potencial de melhora nos indicadores analisados e que a prática contínua do método de Atenção Plena-*Mindfulness*, influencia na qualidade de vida dos indivíduos da sociedade e propicia bem-estar.

**Palavras-chave:** Meditação; *Mindfulness*; Medicina Tradicional Chinesa.

**Abstract:** The *Mindfulness* Meditation technique is defined as a method of attention in the experience of the present moment in a receptive way, suggesting a new posture by a conscious understanding of what happens around you, thus decreasing emotional and physiological factors, intervening by affective reactivity with mental and physical health benefits. For this, a quantitative analysis of stress control with the *Mindfulness* practice was conducted in two cities in Vale do Paraíba, given the scarcity of initial evidence in the region, and the initial study was conducted in 8 sessions in a randomly delimited sample of 20 participants (8 men and 12 women). The results demonstrated the potential that the practice made possible in the two samples evaluated, with the improvement in stress indicators after the period of practice ( $P=0.022$  and  $P=0.003$ ); in addition, it was possible to evaluate the potential of control that the practice provided ( $P=0.002$ ). Therefore, the results obtained indicate the potential for improvement in the analyzed indicators, and that the continuous practice of the *Mindfulness* Full Attention method influences the quality of life of individuals in society and promotes well-being.

**Keywords:** Meditation; *Mindfulness*; Traditional Chinese medicine.

## 1 INTRODUÇÃO

A medicina comportamental integrou a técnica de Atenção Plena (*Mindfulness*), a partir de estudos feitos por Kabat-Zinn (1982), considerado o pai do *Mindfulness* (LOPES; CASTRO; NEUFELD, 2012). A técnica simples, caracteriza-se por fechar os

---

<sup>1</sup>Faculdade Ciências da Saúde-FCS, Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: marianaoliveirac98@gmail.com.

<sup>2</sup> Faculdade Ciências da Saúde-FCS, Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. Especialização em Educação pela Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Brasil. E-mail: santosjoyce@gmail.com.

<sup>3</sup> Docente da Faculdade Ciências da Saúde-FCS, Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. Especialização em Gestão, pela Faculdade Zacarias de Goés – FAZAG, Brasil. E-mail: josnepaterno@gmail.com.

olhos e realizar respirações conscientes, não sendo necessário a realização de nenhuma atividade especial além de observar as sensações de seu corpo e mente no momento presente, sem julgamentos (CRESWELL, 2017; KABAT-ZINN, 1990). A origem do termo utilizado, deriva do Oriente, nas linhagens budistas de meditação, que proporcionou ao mestre Kabat a fundação do programa mais tradicional e estudado do mundo, *Mindfulness Based Stress Reduction – MBSR*, no Centro Médico da Universidade de Massachusetts (KABAT-ZINN, 1990).

Devido à mudança de padrões ao longo das décadas, os indivíduos adquiriram uma rotina estressante (KABAT-ZINN, 1990). Afinal, durante o cotidiano nossa mente prevê infelicidades subsequentes, que involuntariamente ocasiona uma parcela da sociedade a se condenar pela presença de pensamentos e sentimentos negativos, ao longo do tempo, essas emoções vão sendo acumuladas e sobrecarregam o indivíduo (LINDSAY; CRESWALL, 2017; HAYES *et al.*, 2004; KABAT-ZINN, 1990). É do comportamento humano, a prática de se esquivar das situações e sentimentos dolorosos, na ilusão da presença de plenitude em todos os aspectos de suas vidas, ao invés de lidar com as razões de sofrimento (HAYES *et al.*, 2004; ROEMER; BORKOVEC, 1994). No entanto, tal conduta, ocasiona mais traumas, frustrações e auto cobrança gerando estresse no indivíduo (SILVA *et al.*, 2008).

O termo “estresse”, com o significado usado na contemporaneidade, foi proposto pelo médico endocrinologista Selye, após ser demonstrado como uma resposta fisiológica ao enfrentar momentos de mudanças, frustrações, temores, situações ameaçadoras e angustiantes (SELYE *et al.*, 1956). Com o constante estresse presente na vida de um indivíduo, as glândulas adrenais passam a produzir e liberar o cortisol, conhecido como o hormônio do estresse e sendo a causa de danos ao sistema imunológico, alterações de humor, elevação da pressão arterial e do risco de infarto (ZAVALIS *et al.*, 2015; KOZASA, 2006; MANHN, 2013). Deste modo, que a prática de *Mindfulness*, incentiva o meditador a aceitar seus pensamentos como algo natural, não os caracterizando como bons ou ruins, tornando a atenção do indivíduo ao momento presente e fazendo com que o mesmo sinta suas emoções e as sensações corporais que estão à sua volta (KABAT-ZINN, 1990).

É descrito na literatura, que a técnica tem a capacidade de moldar o cérebro, sendo possível a conquista da neuroplasticidade, trabalhando áreas como hipocampo e região têmporo-parietal, regiões responsáveis pela memória, aprendizado, empatia, compaixão e regulação das emoções (HOLZEL *et al.*, 2011).

No Brasil, no ano de 2006 foi criada a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) (BRASIL, 2006), no qual foi possível implementar aos pacientes e comunidade que faz uso do Sistema Único de Saúde (SUS), cinco práticas, dentre elas: homeopatia e acupuntura. Após 10 anos da PNPIC, mais 14 práticas foram incorporadas à essa política, desta vez, utilizando também a técnica *Mindfulness* como ferramenta na terapêutica dos pacientes assistidos pelo Sistema Único de Saúde

(BRASIL, 2017). De acordo com dados do Ministério da Saúde, no ano de 2017 foram registrados 1.4 milhão de atendimentos individuais em práticas integrativas e complementares, estima-se que somando as práticas coletivas, 5 milhões de pessoas sejam beneficiadas pelo programa por ano no SUS (BRASIL, 2018).

Ao longo do desenvolvimento regional, pode-se observar que a rotina de moradores de centros urbanos diverge de moradores de zonas rurais, desta forma foi determinado as localidades a serem analisadas, como é o caso de Taubaté e Monteiro Lobato (SOROKIN *et al.*, 1981). O município de Taubaté durante o segundo império, destacou-se na produção de café no Vale do Paraíba, em seguida, sofreu graves crises econômicas que foram superadas e proporcionou com que a cidade se tornasse o centro industrial e possuir um forte setor comercial, além de ser uma cidade universitária e com uma importância significativa cultural (RICCI, 2004). A cidade de Taubaté, está localizada no eixo Rio-São Paulo, à 95km do litoral norte e 45km de Campos do Jordão, compondo uma integração entre o progresso e a natureza. Sendo estimada para o município, uma população de 311.854, proporcionando que a cidade estivesse entre as 100 cidades mais ricas do país e que concentram maiores bens e serviços produzidos, estando em 61º lugar, a partir dos Censo Demográficos do IBGE (IBGE; 2018). Sendo uma das cidades mais desenvolvidas da região, a vida da população taubateana é proporcionalmente estressante. Em contrapartida, o município de Monteiro Lobato possui uma rotina prevalentemente mais calma, justamente por ser um município com menor população, cerca de 4.608 habitantes e com predomínio da população idosa, a cidade não possui trânsito e a população está concentrada na área rural, fatores que tornam a rotina menos estressante (ZERBINI *et al.*, 2009). Com área de 332,74 km<sup>2</sup> e uma topografia montanhosa localizado na Serra da Mantiqueira e com domínios da Mata Atlântica em 32% de seu território, a cidade se desenvolveu com a predominância pecuária, notadamente leiteira favorecendo também o turismo rural (PIVOTT, 2014). A região localiza-se a 120 km da capital, com divisão com o Estado de Minas Gerais e limítrofe da cidade de Taubaté, a cidade teve a presença do escritor nomeia a cidade, Monteiro Lobato herdou a fazenda de seu avô e viveu no município de 1911 a 1917, no qual escreveu um de seus principais livros, *Urupês*, que reflete sua vivência na fazenda (LAZCANO, 2018).

O desenvolvimento e localização da cidade de Taubaté e Monteiro Lobato, caracterizam o padrão de vida dos habitantes, fatores externos que influenciam na qualidade de vida, uma vez que uma cidade mais desenvolvida, proporciona gatilhos de estresse. Devido ao potencial que a técnica possibilita aos praticantes, o objetivo desse estudo é o desenvolvimento de evidências iniciais na região para analisar quantitativamente o controle de estresse com a prática da técnica *Mindfulness*, entre duas cidades do Vale do Paraíba.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Casuística

Para a análise do controle de estresse e raiva com a prática da técnica *Mindfulness* foram utilizados um total de 20 participantes (8 homens e 12 mulheres), sendo 10 indivíduos do município de Taubaté e 10 indivíduos de Monteiro Lobato. Os indivíduos foram submetidos à realização de um questionário no início do projeto e ao final de 8 sessões semanais, com o tempo da prática *Mindfulness* com duração de 30 minutos, conduzido por um profissional biomédico especialista em medicina tradicional chinesa. As informações foram obtidas após terem sido especificados aos pacientes todos os procedimentos e estes terem assinado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). O projeto obteve aprovação do Comitê de Ética da Universidade do Vale do Paraíba (nº parecer 3197202/2019).

### 2.2 Coleta de dados

O processo inicial de abordagem aos indivíduos foi realizado presencialmente por meio de reuniões semanais. A aplicação dos questionários foi realizada por meio do projeto social autoral, desenvolvido pelo grupo de pesquisa, intitulado: “Medita Taubaté” e “Medita Monteiro” para avaliação de dados, realizado com moradores das respectivas cidades. Após assinado o termo de consentimento livre e esclarecido, os critérios de inclusão para participar desta pesquisa foram homens e mulheres, na faixa de 18 a 60 anos, de qualquer etnia, selecionados de forma aleatória por meio da disponibilidade de participação da pesquisa científica, totalizando 20 participantes, sendo 8 homens e 12 mulheres. Foram considerados critérios de exclusão: crianças, pessoas diagnosticadas com distúrbios do sistema endócrino, usuários de medicação para dormir, antidepressivos e corticóides. Também foram considerados não aptos para a avaliação: gestantes, mulheres que utilizam contraceptivos, indivíduos com processo inflamatório agudo, doentes mentais e deficientes intelectuais.

Para a realização da pesquisa, foram utilizados dois questionários distintos: obtenção de dados sócio demográficos desenvolvido pelos próprios pesquisadores para a caracterização amostral, e escala global de estresse perceptível (COHEN; KAMARCK; MERMELSTEIN, 1983). A escala de estresse é uma metodologia global, qualitativa ordinal, de auto resposta, contendo 6 perguntas que incluem a avaliação do grau de tristeza em reações inesperadas, grau de incapacidade de controle de vida, grau de sucesso, grau de confiança em resolução de problemas, controle de irritação e estresse e controle da própria vida. A avaliação se deu por respostas em *score* de 0 a 4, que se deram por: ausência de estresse – *score* 0, presença de estresse inicial – *score* 1, presença levemente moderada de estresse – *score* 2, estresse moderado – *score* 3, estresse intenso – *score* 4, onde foram analisados o grau de estresse do indivíduo antes e depois de serem submetidos à técnica de Atenção Plena (*Mindfulness*) durante o mês da realização desse estudo transversal. Para obtenção desses valores, o participante

foi orientado a ser o mais sincero, visto que a percepção fosse computada de maneira fidedigna.

### 2.3 Análise de dados

A análise de dados foi realizado a partir do cálculo de *scores* obtidos do questionário (COHEN; KAMARCK; MERMELSTEIN, 1983), utilizou-se o *software Excel®* para organização e análise inicial, descritiva dos dados. As análises estatísticas foram realizadas no *software GraphPad Prism 5.0* (*GraphPad Software, San Diego, CA, USA, www.graphpad.com*). Os resultados foram considerados, estatisticamente, significativos em  $P \leq 0,05$  por meio da análise do Teste de *Pearson*.

As características clínicas (idade, estado civil, presença de morbidades, quantidade de carga horária de trabalho semanal, presença de hobby, uso contínuo de medicamentos), foram computadas para descrição de dados sócio-demográficos da população estudada.

## 3 RESULTADOS

### 3.1. Caracterização amostral

A idade média da população analisada foi de 40 anos (25 - 59 anos, DP:24,04). De acordo com os dados coletados, 45% dos participantes possuem o estado civil de casado, 40% dos participantes são solteiros e 15% são divorciados. Dentre os participantes, 25% apresentaram alguma morbidade, 50% possuem como carga horaria mínima de trabalho 60 horas semanais, 35% realizam no mínimo 40 horas semanais de trabalho e 15% dos pacientes realizam 20 horas semanais de trabalho. A presença de *hobby* praticada pelos participantes teve a prevalência de 50% e 45% dos participantes utilizam medicamentos de uso contínuo.

### 3.2 Análise de dados

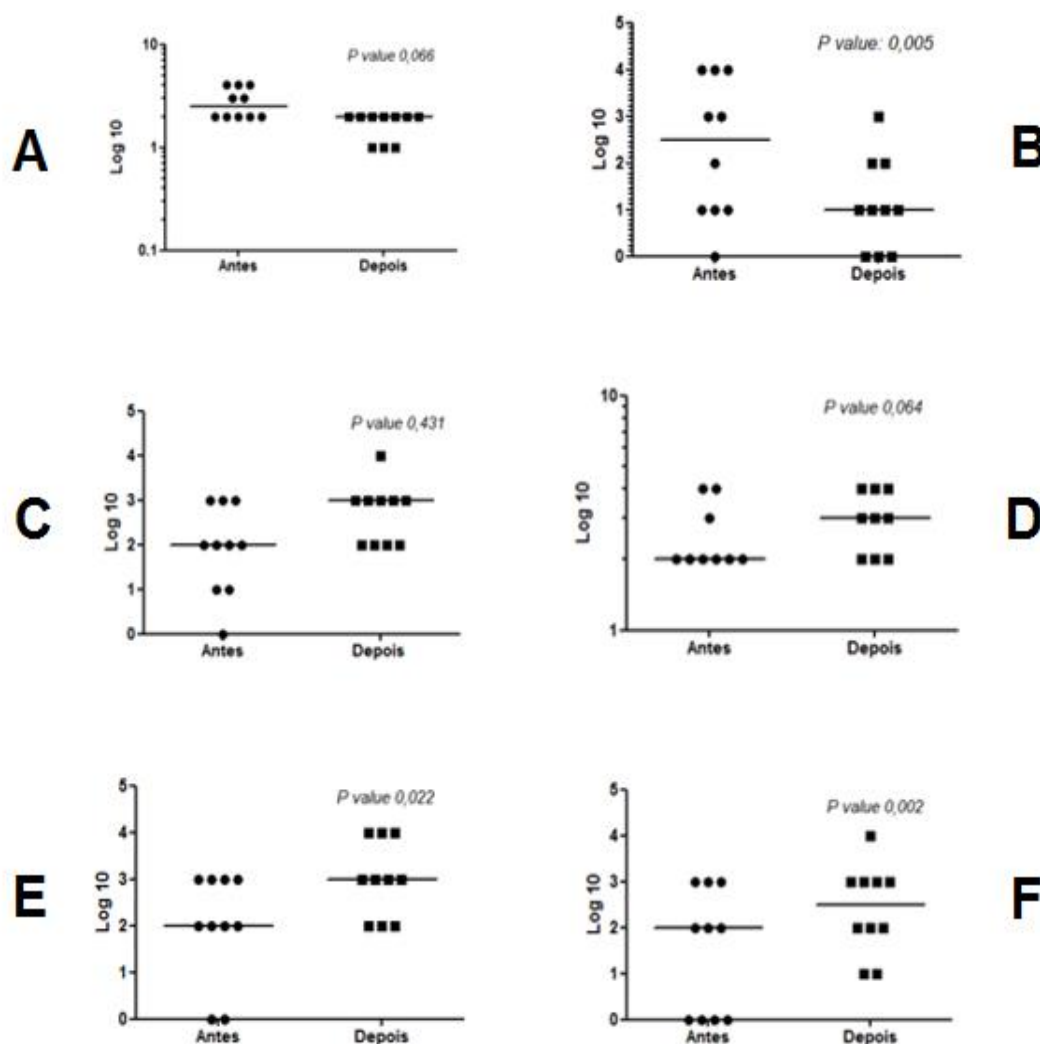
No presente estudo, os resultados foram avaliados por *score* obtido pela metodologia de avaliação de estresse, antes e depois de serem submetidos à técnica de Atenção Plena (*Mindfulness*). A análise de estresse foi realizada utilizando um conjunto de seis perguntas onde obteve-se o *score*. A fim de caracterizar a prática da técnica *Mindfulness* em duas populações distintas, a análise estatística foi realizada em dois grupos, grupo 1: participantes da cidade de Taubaté e grupo 2: participantes da cidade de Monteiro Lobato.

Na análise 1, foi realizado a avaliação do grau de tristeza em reações inesperadas, com um grupo de dez participantes moradores da cidade de Taubaté (grupo 1), pré e pós submetidos à realização da prática de Atenção Plena, nesta análise, não foi

observado diferença estatística significativa com a técnica, entretanto, é possível avaliar o potencial que a prática constante proporcionou nas reações emocionais ( $P=0.066$ ) (Figura 1.A). A análise 2, consistiu na avaliação do grau de incapacidade do controle de vida com um grupo de dez participantes moradores da cidade de Taubaté, pré e pós submetidos a realização da prática de Atenção Plena, nesta análise, foi observado diferença significativa da técnica *Mindfulness* no grupo após serem submetidos a prática constante ( $P=0.005$ ) (Figura 1.B). Na análise 3, foi realizado a avaliação do grau de sucesso diante de momentos difíceis em um grupo de dez participantes moradores da cidade de Taubaté, pré e pós submetidos a realização da prática de Atenção Plena, nesta análise, não foi possível avaliar diferença estatística da técnica entre os grupos avaliados ( $P=0.431$ ) (Figura 1.C). A análise 4, baseou-se na avaliação da confiança em resolver os problemas pessoais, com um grupo de dez participantes moradores da cidade de Taubaté, pré e pós submetidos a realização da prática de Atenção Plena, nesta análise, não obteve diferença significativa da técnica *Mindfulness* ( $P=0.064$ ) (Figura 1.D). Na quinta análise, foi realizado a avaliação do grau controle de irritação e estresse em um grupo de dez participantes moradores da cidade de Taubaté, pré e pós submetidos a realização da prática de Atenção Plena, observando diferença estatística significativa no grupo avaliado posteriormente à prática meditativa ( $P=0.022$ ) (Figura 1.E). Na análise 6, realizado a avaliação do grau de controle da própria vida em um grupo de dez participantes moradores da cidade de Taubaté, pré e pós submetidos a realização da prática de Atenção Plena, observou-se o potencial da prática *Mindfulness* na modulação positiva das emoções ( $P=0.002$ ) (Figura 1.F).



Figura 1 - Correlação de scores obtidos em seis análises de participantes da cidade de Taubaté submetidos a técnica de Atenção Plena-Mindfulness (grupo 1). A: Análise 1, B: Análise 2, C: Análise 3, D: Análise 4, E: Análise 5, F: Análise 6.

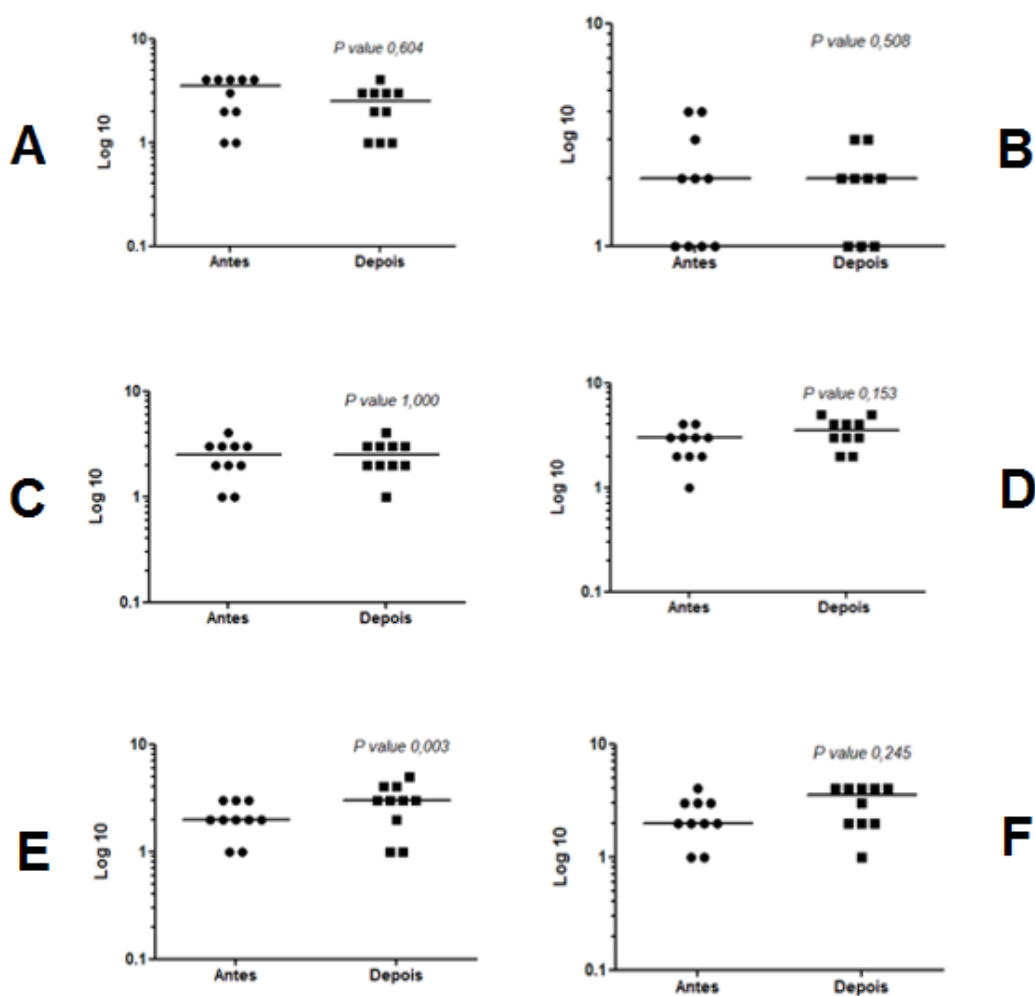


Fonte: As autoras.

Na cidade de Monteiro Lobato (grupo 2), foi realizada a análise em um grupo de dez pacientes pré e pós submetidos a técnica de Atenção Plena. Na análise 7, avaliou-se o grau de tristeza em reações inesperadas, não foi observado diferença estatística significativa com a técnica ( $P=0.604$ ) (Figura 2.A). A análise 8, consistiu na avaliação do grau de incapacidade do controle de vida com um grupo de dez participantes moradores da cidade de Monteiro Lobato, pré e pós submetidos a realização da prática de Atenção Plena, nesta análise, não foi observado diferença significativa da técnica *Mindfulness* no grupo após serem submetidos a prática constante ( $P=0.508$ ) (Figura 2.B). Na análise 9, foi realizado a avaliação do grau de sucesso diante de momentos difíceis em um grupo de dez participantes moradores da cidade de Monteiro Lobato, pré e pós submetidos a realização da prática de Atenção Plena, nesta análise, não foi possível avaliar diferença estatística da técnica entre os grupos avaliados ( $P=1.000$ ) (Figura 2.C).

A análise em que foi realizado a avaliação da confiança em resolver os problemas pessoais (Análise 10) com um grupo de dez participantes moradores da cidade de Monteiro Lobato, pré e pós submetidos a realização da prática de Atenção Plena, nesta análise, não obteve diferença significativa da técnica *Mindfulness* ( $P=0.153$ ) (Figura 2.D). Na análise 11, foi realizado a avaliação do grau controle de irritação e estresse em um grupo de dez participantes moradores da cidade de Monteiro Lobato, pré e pós submetidos a realização da prática de Atenção Plena, observou-se a análise estatística significativa no grupo avaliado posteriormente a prática meditativa ( $P=0.003$ ) (Figura 2.E). A análise 12, consistiu na avaliação do grau de controle da própria vida na população de Monteiro Lobato, pré e pós submetidos a realização da prática de Atenção Plena e não foi observado a diferença estatística significativa no grupo avaliado posteriormente a prática meditativa ( $P=0.245$ ) (Figura 2.F).

Figura 2 - Correlação de scores obtidos em seis análises de participantes da cidade de Monteiro Lobato submetidos a técnica de Atenção Plena-*Mindfulness* (grupo 2). A: Análise 7. B: Análise 8, C: Análise 9, D: Análise 10, E: Análise 11, F: Análise 12.



Fonte: As autoras.

## 4 DISCUSSÃO

Dentre as análises de características observadas neste estudo, a avaliação do potencial de controle da vida na cidade de Taubaté, permitiu caracterizar que os indivíduos realizaram um melhor gerenciamento de suas próprias vidas, bem como o melhor domínio de seus sentimentos e atitudes perante momentos difíceis, enquanto no município de Monteiro Lobato, a evidência observada pelo atual estudo de caracterização de efeitos da prática *Mindfulness*, foi de um melhor controle da irritação e estresse. Baer *et al.* (2006) analisaram a prática contínua de *Mindfulness* pelo período de oito semanas, demonstrando que a prática apresenta baixas evidências em relação à redução de estresse, nível de atenção e humor. No entanto, a avaliação no presente estudo, quando avaliado a cidade de Monteiro Lobato, observa-se significativamente o controle da irritação e estresse ( $P=0,003$ ), fato que correlaciona com descritos na literatura utilizando o mesmo período de tempo, embasando o potencial da prática *Mindfulness* na região no Vale do Paraíba (GOYAL *et al.*, 2014; GROSSMAN *et al.*, 2004).

Embora não havendo estudos, se realizado a caracterização da prática *Mindfulness* com o potencial poder de modulação de estresse no período de oito semanas, na região do Vale do Paraíba, pode-se sugerir que a prática contínua da técnica *Mindfulness* poderá proporcionar uma redução nos efeitos maléficos que o estresse ocasiona na saúde dos indivíduos, entretanto, a confirmação requer estudos complementares (CARPENA; MENEZES, 2018). Os altos níveis desse hormônio, pode ocasionar consideráveis alterações no organismo como a resistência à insulina, produção de mediadores pró-inflamatórios e aumento da pressão arterial, gerando um desequilíbrio homeostático (HABIB *et al.*, 2001; MARGIS *et al.*, 2003; SOARES; ALVES, 2006).

Sabe-se que a impulsividade é descrita como um desejo de experimentação e capacidade de precipitação ao ato e a falta de atenção e o não planejamento, correlacionando com a capacidade de reflexão reduzida (MOREIRA, 2004; BARRATT, 1993). O autocontrole é associado a uma dificuldade do indivíduo o tornando incapaz de controlar suas vontades e adequá-las ao ambiente em que vive, bem como contornar e tomar as decisões mais funcionais diante das situações difíceis que surgem no cotidiano, a rotina acelerada em grandes cidades no qual o modo de rotina acelerado ocasiona o distanciamento do indivíduo de técnicas relaxantes (MCCRAE; COSTA JUNIOR, 1989; KABAT-ZINN, 1982; BAER, 2006).

Sendo assim, a prática da técnica *Mindfulness* tem como objetivo manter a atenção no momento presente, proporcionando a capacidade de realizar com o que o indivíduo faça reflexões e dê um passo atrás, analisando as situações que os confrontam para que melhores atitudes sejam tomadas, os resultados obtidos caracteriza um potencial que a técnica contínua quando aplicada nas duas populações

analisadas, possui em auxiliar a redução de estresse e desta forma, proporcionando o autocontrole do indivíduo. Entretanto, a confirmação da hipótese requer estudos complementares, como a análise laboratorial de hormônios.

## 5 CONCLUSÃO

Devido às duas cidades do Vale do Paraíba avaliadas, possuírem características de desenvolvimento e cultura distintos, sendo o município de Taubaté com predominância da população na área urbana e Monteiro Lobato com predominância na área rural, os estilos de vida são diferentes. No entanto, por meio desse estudo de caracterização dos efeitos da prática *Mindfulness* em duas cidades do Vale do Paraíba, pode-se observar que a prática constante da técnica possui o potencial terapêutico, com benefícios ao praticante, contudo, para melhor compreensão bioquímica da ação no indivíduo, se faz necessário estudos complementares com abordagem complementares para determinação e quantificação dos benefícios na população brasileira. Os resultados desse estudo, demonstraram o potencial que a prática possibilitou nas duas amostras avaliadas, com a melhora nos indicadores de estresse após o período da prática ( $P= 0,022$  e  $P=0,003$ ), além disso, foi possível avaliar o potencial de controle que a prática proporcionou ( $P= 0,002$ ).

As análises dos dados revelam a necessidade da realização de análises em um maior número amostral, a fim de ser possível a validação dos resultados obtidos e avaliação das diferenças entre as variáveis que caracterizam a amostra. Este estudo caracteriza a técnica de Atenção Plena – *Mindfulness*, e sugere seu enorme potencial a ser utilizada na obtenção de uma melhor qualidade de vida e bem-estar.

## 5 REFERÊNCIAS

BAER, R. A. *et al.* Using self-report assessment methods to explore facets of mindfulness. **Assessment**, v. 13, n.1, p. 27-45, 2006

BAER, R. A. Mindfulness Training as a Clinical Intervention: A Conceptual and Empirical Review. **Clinical Psychology: Science and practice**, v. 12, n. 2, p. 125-143, 2006.

BARRATT, E. S. Impulsivity: integrating cognitive, behavioral, biological and environmental data. *In*: MCCOWN, W. G.; JOHNSON, J. L.; SHURE, M. B. (eds.) **The impulsive client: theory, research and treatment**. [s.l]: American Psychological Association, 1993. p. 39-56.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 971, de 03 de maio de 2006. Aprova a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial**, Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 849, de 27 de março de 2017. Inclui a

Arteterapia, Ayurveda, Biodança, Dança Circular, Meditação, Musicoterapia, Naturopatia, Osteopatia, Quiropraxia, Reflexoterapia, Reiki, Shantala, Terapia Comunitária Integrativa e Yoga à Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares. **Diário Oficial**, Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Ministério da saúde inclui 10 novas práticas integrativas no SUS**, 2018. Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/noticia/ministerio-da-saude-inclui-10-novas-praticas-integrativas-no-sus>. Acesso em: 26 Set. 2019.

CARPENA, M.A.; MENEZES, C.B. Efeito da Meditação Focada no Estresse e *Mindfulness* Disposicional em Universitários. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. v. 34, 2018.

COHEN, S.; KAMARCK, T.; MERMELSTEIN, R. A global measure of perceived stress. **Journal of Health and Social Behavior**, v. 24, n.4, p. 385-396, 1983.

CRESWELL, J. D. Mindfulness interventions. **Annual Review of Psychology**, v. 68, p. 491-516, 2017.

GOYAL, Madhav *et al.* Meditation programs for psychological stress and well-being: a systematic review and meta-analysis. **JAMA internal medicine**, v. 174, n. 3, p. 357-368, 2014.

GROSSMAN, P. *et al.* Mindfulness-based stress reduction and health benefits: A meta-analysis. **Journal of Psychosomatic Research**. v. 57, n.1, p.35-43, 2004.

IBGE. **Estimativas da população residente com data de referência 1 de julho de 2017**: Taubaté. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/taubate.html>. Acesso em: 10 abr. 2019.

KABAT-ZINN, J. **Full catastrophe living**: Using the wisdom of your body and mind to face stress, pain, and illness. New York: Delta, p.460, 1990.

KABAT-ZINN, J. An outpatient program in behavioral medicine for chronic pain patients based on the practice of mindfulness meditation: theoretical considerations and preliminary results. **General hospital psychiatry**, v. 4, n. 1, p. 33-47, 1982.

KOZASA, E. H. A prática de meditação aplicada ao contexto da saúde. **Saúde Coletiva**, v.3, n.10, p. 63-66, 2006.

HABIB, K. E. *et al.* Neuroendocrinology of stress. **Endocrinology and Metabolism Clinics**, v. 30, n. 3, p. 695–728, 2001.

HAYES, S. C. *et al.* What is acceptance and commitment therapy? *In*: HAYES S.C.; STROSAHL K.D. (eds). **A practical guide to acceptance and commitment therapy**. Boston: Springer, 2004. p. 3-29.

- HOLZEL, B. K. *et al.* How does Mindfulness Meditation Work? Proposing Mechanisms of Action from a Conceptual and Neural Perspective. **Perspectives on Psychological Science**, v. 6, n. 6, p. 537-559, 2011.
- LAZCANO, M. E. T. **Tributos municipais e transferências constitucionais nos municípios de pequeno porte: estudo de caso Monteiro Lobato/SP.** 2018. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Pública Municipal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.
- LINDSAY, E. K; CRESWALL, J. D. Mechanisms of mindfulness training: monitor and acceptance theory. **Clinical Psychology Review**, v. 51, p. 48-59, 2017.
- LOPES, R. F. F.; CASTRO, F. S.; NEUFELD, C. B. A terapia cognitiva e o *mindfulness*: entrevista com Donna Sudak. **Revista Brasileira de Terapia Cognitiva**, v. 8, n. 1, p. 67-72, 2012.
- MANHN, P. A. **Ansiedade, qualidade do sono e concentração de cortisol salivar em tenistas adolescentes.** 2013. 38f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2013.
- MARGIS, R. *et al.* Relação entre estressores, estresse e ansiedade. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, v. 25, p. 65-74, 2003.
- MCCRAE, R. R.; COSTA JUNIOR, P. T. More reasons to adopt the five-factor model. **American Psychologist.**, v.44, n. 2, p. 451-452, 1989.
- MOREIRA, D. F. **Jogo patológico: análise por neuroimagem, neuropsicológica e de personalidade.** 2004. 133f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- PIVOTT, C. **A construção compartilhada de um plano de turismo para Monteiro Lobato, SP: a sustentabilidade como horizonte.** 2014. 398f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- RICCI, F. O Desenvolvimento Regional e a Dinâmica do Movimento do Capital. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional.** v. 1, n. 2, 2004.
- ROEMER, L; BORKOVEC, T. D. Effects of suppressing thoughts about emotional material. **Journal of Abnormal Psychology**, v. 103, n. 3, p. 467-474, 1994.
- SELYE, H. **The stress of life.** New York: McGraw-Hill, 1956.
- SILVA, J. L. *et al.* Estresse e transtornos mentais comuns em trabalhadores de enfermagem. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 10, n. 4, 2008.
- SOARES, A. J. A.; ALVES, M. G. P. Cortisol como variável em psicologia da saúde. **Psicologia, Saúde & Doenças**, v. 7, n. 2, p. 165-177, 2006.
- SOROKIN, *et al.* Diferenças fundamentais entre o mundo rural e o urbano. *In:*

MARTINS, J. S. **Introdução crítica à sociologia rural**. São Paulo: Hucitec, 1981. p. 198-224.

ZAVALLIS, Andrea *et al.* A influência dos fatores estressores sobre os níveis de atenção de profissionais de enfermagem. **Revista de Pesquisa Cuidado é Fundamental Online**, v. 7, n. 4, p. 3375-3387, 2015.

ZERBINI, T. *et al.* Trânsito como fator estressor para os trabalhadores. **Saúde, Ética & Justiça**, v. 14, n. 2, p. 77-83, 2009.

## AVALIAÇÃO DE TREINAMENTO COM MANIPULADORES DE ALIMENTOS APÓS OCORRÊNCIA DE SURTO DE TOXINFECÇÃO ALIMENTAR EM RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

## EVALUATION OF THE TRAINING OF FOOD HANDLERS AFTER FOOD POISONING INFECTION IN A UNIVERSITY RESTAURANT

Patrícia de Jesus Borges<sup>1</sup>

Maria da Conceição Pereira da Fonseca<sup>2</sup>

Jeane dos Santos Ferreira<sup>3</sup>

Priscilla Quênia Muniz Bezerra<sup>4</sup>

Carlos Rodrigo Nascimento de Lira<sup>5</sup>

**Resumo:** Foi avaliado o treinamento desenvolvido com os colaboradores do Serviço de Alimentação Estudantil de um Restaurante Universitário, em dezembro de 2014, por meio de levantamento da situação de Boas Práticas de Fabricação, análise do nível de conhecimento dos manipuladores de alimentos e verificação da mudança de comportamento e atitudes ao manipularem os alimentos. O estudo evidenciou que o treinamento não aumentou de forma satisfatória o nível de conhecimento dos manipuladores sobre Boas Práticas de Fabricação, contudo, influenciou na adoção de comportamentos e práticas mais adequadas, sugerindo que podem existir outros motivos para a adoção dessas medidas, como o reconhecimento e a valorização dos colaboradores e assim, a capacitação pode ter funcionado como uma medida de incentivo.

**Palavras-chave:** Treinamento; nível de conhecimento; avaliação; boas práticas de fabricação.

**Abstract:** The training developed with the staff of the Student Food Service of a University Restaurant was evaluated in December 2014, by surveying the situation of Good Manufacturing Practices, analyzing the level of knowledge of food handlers and verifying changes in the behavior and attitudes when handling food. The study evidenced that the training did not satisfactorily increase the level of knowledge of the food handlers on Good Manufacturing Practices; nevertheless, it influenced the adoption of more appropriate behaviors and practices, suggesting that there may be other reasons for the adoption of these measures, such as the recognition and valorization of employees and thus, the training may have functioned as a measure to encourage them.

**Keywords:** Training; Level of knowledge; Evaluation; Good Manufacturing Practices.

## 1 INTRODUÇÃO

Estima-se que, nos países industrializados, mais de 30% da população adquire alguma Doença Transmitida por Alimentos (DTAs) todos os anos (ORGANIZAÇÃO

---

<sup>1</sup> Nutricionista pela Universidade Federal da Bahia, Brasil. E-mail: patty\_borges19@hotmail.com.

<sup>2</sup> Doutora, docente do curso de nutrição da Universidade Federal da Bahia, Brasil. E-mail: mcfonseca@gmail.com.

<sup>3</sup> Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde, Universidade Federal da Bahia, Brasil. E-mail: jeane.nut@hotmail.com.

<sup>4</sup> Mestre, doutoranda em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande, Brasil. E-mail: pri\_munizb@hotmail.com.

<sup>5</sup> Nutricionista, doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde pela Universidade Federal da Bahia, Brasil. E-mail: carlos.rodrigo.n@hotmail.com.



MUNDIAL DA SAÚDE, 2012). Ainda segundo a OMS (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015) 420 mil pessoas no mundo morrem em decorrência de alimentos contaminados. A literatura aponta que existe uma relação na incidência de DTAs com as práticas de higiene inadequadas dos manipuladores de alimentos, visto que grande parte deles não tem conhecimento do perigo que as práticas inadequadas durante a manipulação dos alimentos representam à saúde do consumidor (NASCIMENTO; BARBOSA, 2007; SOARES, 2011).

A Organização Mundial de Saúde (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 1989) define manipulador de alimento como todo indivíduo que pode entrar em contato com um alimento ou parte deste em qualquer etapa da produção de refeições. Estes manipuladores podem ser portadores de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Shigella* e *Escherichia coli* patogênica, sendo então necessário controle eficaz nesta produção visando à redução da ocorrência de surtos por toxinfecção alimentar (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2012).

Estes manipuladores, dificilmente, dominam conhecimento extenso e aprofundado acerca das Boas Práticas de Fabricação (BPF), devido ao baixo nível de escolaridade e falta de oportunidade para qualificação profissional (FORSYTHE, 2002). Para Silva Junior (2007) boas práticas são normas de procedimentos para alcançar um definido padrão de identidade e qualidade de um produto e/ou serviço na área de alimentos, cuja eficácia e efetividade devem ser avaliadas através de inspeção e/ou investigação, sendo possível esta última através de treinamentos.

Treinamento por sua vez, é entendido como um processo em que um indivíduo ou grupo de pessoas é preparado para desempenhar de forma adequada as tarefas específicas do cargo que deverá ocupar. A realização de treinamentos deve ser orientada para o presente e ter como foco o cargo momentâneo do manipulador, procurando melhorar suas habilidades e competências relacionadas ao desempenho da ocupação. Deve ainda ser realizado de maneira sistemática e se basear em instruções (GHISLENI; BASSO, 2008). Entretanto, as mudanças almejadas não cessam com a realização do treinamento, sendo necessário avaliá-lo para favorecer alguns benefícios (RABELO; BRESCIANI FILHO; OLIVEIRA, 1995).

É importante ressaltar que obrigatoriamente um treinamento em segurança de alimentos não assegura que os manipuladores absorvam o conhecimento passado, pois segundo Clark, Crandall e Shabatura (2018) falhas podem ocorrer em detrimento dos métodos utilizados. Ainda, é altamente relevante que os estabelecimentos lhes proporcionem meios e condições para implementação dos conhecimentos adquiridos, conforme relataram Aziz e Dahan (2013) ao avaliarem a atitude dos manipuladores de alimentos com relação à manipulação segura de alimentos em cantinas escolares da Malásia.

No estudo de Aziz e Dahan (2013) foram identificadas, pelos manipuladores de alimentos, algumas dificuldades para colocarem em prática o que era absorvido com os

treinamentos como: localização inadequada dos equipamentos da cozinha e reduzido do espaço de trabalho ( $4,45 \pm 1,92$ ), equipamentos insuficientes ( $4,26 \pm 1,98$ ) treinamento inadequado relacionado ao manuseio seguro de alimentos ( $4,29 \pm 1,87$ ). Estes achados demonstram então que mudanças nas condições higienicossanitárias na produção de refeições não dependem única e exclusivamente da oferta de treinamentos aos manipuladores.

Ainda, para o controle das DTAs, há necessidade de análise do risco de contaminação do alimento. Para tal, o risco pode ser definido como a probabilidade da ocorrência de um perigo no serviço de alimentação prejudicando a saúde do comensal. Permite detectar com maior precisão onde é necessário agir, identificando qual etapa da produção intervém na segurança do alimento (OLIVEIRA; BRASIL; TADDEI, 2008; SILVA JUNIOR, 2014).

Com isso, percebe-se que a garantia de qualidade dos alimentos está diretamente ligada à adequada execução do trabalho do manipulador. Nesse sentido fica evidenciado que o treinamento funciona como um importante instrumento para a melhoria da qualidade do serviço e como meio de prevenção a surtos de toxinfecção alimentar. Por isso, recomenda-se a aplicação de treinamentos de forma periódica para a correção das deficiências, devendo estes serem os mais práticos possíveis, com o uso de diferentes metodologias e recursos didáticos que atendam e respeitem as individualidades (FORSYTHE, 2002; SEAMAN; EVES, 2006). É importante ainda observar se o treinamento alcançou os objetivos propostos à sua execução, para que seja possível avaliar as estratégias usadas e dificuldades relacionadas ao seu planejamento e execução (RABELO; BRESCIANI; OLIVEIRA, 1995).

Objetivando avaliar as condições higienicossanitárias de três restaurantes comerciais e verificar o efeito dos treinamentos sobre o conhecimento dos manipuladores de alimentos, Melo *et al.*, (2017) identificaram que houve diferença estatística nos níveis de conhecimento obtidos, antes e após, somente nos treinamentos 1 e 2, sendo que o restaurante 2 apresentou diferença estatística entre o nível de conhecimento para todos os treinamentos.

A luz do exposto, este trabalho se justifica por demonstrar a relevância da temática tendo em vista que é altamente pertinente a identificação e aprofundamento da discussão acerca dos fatores envolvidos na produção e distribuição de refeições, para que estas sejam seguras do ponto de vista microbiológico e assim consigam atender ao principal objetivo das Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN). No que concerne aos profissionais diretamente envolvidos nesta produção, é importante a identificação, intervenção e avaliação dos conhecimentos acerca das questões envolvidas na contaminação e ocorrência de surtos alimentares. Assim, este estudo tem como objetivo avaliar a efetividade de um treinamento sobre BPF realizado em uma Unidade de Alimentação e Nutrição após a ocorrência de surto alimentar.

## 2 METODOLOGIA

Estudo de caso quali-quantitativo, realizado com funcionários da empresa terceirizada que presta serviços ao restaurante universitário de Instituição de Ensino Superior - IES. Foi desenvolvido tomando como base três linhas de investigação: 1) Identificar a situação de BPF da UAN em estudo, antes e após o treinamento, 2) Verificar o nível de conhecimento dos manipuladores de alimentos antes e após o treinamento e 3) Verificar a mudança de comportamento e atitudes dos manipuladores após realização do treinamento. O levantamento de dados de todas as linhas de investigação iniciou-se em outubro de 2014 e finalizou em junho de 2015 usando diferentes estratégias metodológicas e ferramentas de coleta.

O surto alimentar na unidade se deu no dia 09 de outubro de 2014 e no dia 15 do mesmo mês e ano. Neste mesmo período, houve aplicação do questionário para avaliar o nível de conhecimento dos manipuladores. O treinamento avaliado foi realizado de 16 a 23 de outubro de 2014, com 36 manipuladores, sendo ministrado por uma nutricionista, e envolveu análise de riscos, com aulas expositivas participadas e realização de dinâmicas, enfatizando a relação entre o fundamento teórico e a prática diária na UAN, seguindo planos de atividades, que envolveram as noções de microbiologia de alimentos e surtos alimentares, construção de Procedimentos Operacionais Padronizados (POP); higiene pessoal, vigilância sanitária, surto alimentar, higiene de equipamentos, utensílios e ambiência; riscos na UAN.

A avaliação das BPF foi realizada por meio de *checklist* adaptado de Cardoso *et al.*, (2010), aplicado por estagiários do Grupo de Pesquisa e Extensão do Restaurante Universitário (GPERU), que eram graduandos em Nutrição previamente capacitados. O instrumento era composto por 11 módulos: 1 (Identificação); 2 (Edificação, Instalações, Equipamentos, Móveis e Utensílios); 3 (Matérias-primas, Ingredientes e Embalagens); 4 (Higienização); 5 (Controle Integrado de Vetores e Pragas Urbanas); 6 (Manejo dos Resíduos); 7 (Manipuladores); 8 (Preparação dos Alimentos); 9 (Controle de Qualidade de Produto final); 10 (Exposição ao Consumo do Alimento Preparado); 11 (Transporte do produto final).

O cálculo da pontuação final do *checklist* foi realizado de acordo com o preconizado por Cardoso *et al.*, (2010), atribuindo classificações de acordo com a pontuação alcançada: <30% - crítico; ≥ 30% e < 50 % - insatisfatório; ≥ 50% e < 70% - Regular; ≥ 70% e < 90 % - Bom e ≥ 90 % - excelente.

Após a concretização do treinamento, houve uma nova aplicação do *checklist* e aplicação de questionário para avaliação do nível de conhecimento em 14 de abril de 2015, com 19 manipuladores que permaneceram no serviço, os mesmos que participaram anteriormente da ação mencionada, sendo este questionário do tipo auto aplicado. Os manipuladores podiam responder entre: verdadeiro, falso e não sabe. Os dados obtidos foram apresentados em percentuais a partir das respostas consideradas

corretas. Foi utilizada a proposta de Ferreira *et al.*, (2013) que estipularam como suficiente o ponto de corte de 70% para respostas corretas; e abaixo desse percentual classificou-se como insuficiente.

A verificação da mudança de comportamento pelos manipuladores no dia a dia do serviço foi realizada através da percepção dos estagiários do Grupo de Pesquisa e Extensão do Restaurante Universitário, que se encontravam diariamente na Unidade. Para tanto foi realizada uma entrevista semiestruturada em maio de 2015 com estes estudantes. Os dados foram tabulados no programa *Microsoft Office Excel*®, versão 2007, e analisados por estatística descritiva simples, com frequência simples e absoluta.

Por tratar-se de um estudo com seres humanos, os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido após terem conhecimento dos objetivos do estudo. O desenvolvimento do estudo foi aprovado pelos gestores da Unidade e o mesmo fez parte de um projeto maior, aprovado em Comitê de Ética e Pesquisa, com número de aprovação 228.318/2012.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a Resolução da Diretoria Colegiada RDC - nº216 (BRASIL, 2004), os manipuladores de alimentos devem ser capacitados periodicamente em higiene pessoal, de alimentos e em DTAs. Esta capacitação deve ser comprovada mediante documentação e os serviços devem possuir programa de capacitação para todos os envolvidos na manipulação de alimentos. O treinamento realizado com os manipuladores neste estudo se deu como forma de intervenção imediata após interdição da Unidade pela Vigilância Sanitária em decorrência de surto alimentar, sendo então realizado de maneira intensiva durante cinco dias.

Conforme apresentado na Tabela 1 o resultado da avaliação do *checklist* da UAN antes do surto foi classificado como “bom” e posteriormente não sofreu alteração. Resultados similares foram observados no estudo de Magalhães *et al.*, (2015) e divergentes no estudo de Mariano e Moura (2008) que encontraram um diagnóstico regular com 67,4% de conformidades em uma Unidade Produtora de Refeições no interior de São Paulo.

Tabela 1 - Diagnóstico das condições higiênicossanitárias da UAN antes e após o surto, Salvador, outubro de 2014 e maio de 2015 (continuação...).

Bloco	Antes do surto		Depois do surto	
	Média	Avaliação	Média	Avaliação
2	74,39	Bom	74,05	Bom
3	75,90	Bom	69,97	Regular
4	76,64	Bom	82,68	Bom
5	91,66	Excelente	93,33	Excelente
6	97,61	Excelente	100	Excelente
7	82,84	Bom	73,17	Bom
8	61,94	Regular	64,14	Regular

Tabela 2 - Diagnóstico das condições higiênicossanitárias da UAN antes e após o surto, Salvador, outubro de 2014 e maio de 2015 (conclusão...).

9	81,86	Bom	78,48	Bom
10	90,47	Excelente	71,18	Bom
11	76,82	Bom	63,03	Regular
<b>Escore Total</b>	<b>76,00</b>	<b>Bom</b>	<b>75,85</b>	<b>Bom</b>

Legenda: 2. Edificação, instalações, equipamentos móveis e utensílios; 3. Matérias-primas, ingredientes e embalagens; 4. Higienização; 5. Controle Integrado de Vetores e Pragas urbanas; 6. Manejo de resíduos; 7. Manipuladores; 8. Preparação dos alimentos; 9. Controle de qualidade do produto final; 10. Exposição ao consumo do alimento preparado; 11. Transporte do produto final.

Fonte: Autores.

O bloco da preparação dos alimentos (bloco 8) foi classificado como regular antes e após a capacitação. O fator humano é um elemento central nas BPF, pois é também umas das vias mais frequentes de transmissão de microrganismos que pode ocorrer durante a manipulação dos alimentos, portanto todas as pessoas que compõem o serviço devem ter o conhecimento sobre a importância de fornecer um alimento seguro aos comensais. Isso mostra que esta etapa deve ser monitorada de forma mais intensiva, visto que falhas nesse processo elevam o risco de contaminação e a perda de qualidade e segurança das refeições podendo contribuir para as DTAs e os surtos alimentares (ARRUDA, 2002).

Analisando-se as duas intervenções, percebe-se que de forma geral houve declínio das condições relacionadas às BPF, tendo em vista que os blocos 3 e 11 foram classificados como “bons” antes do treinamento, e no segundo momento, foram avaliados como “regular”. Os motivos para esta mudança de cenário foram: no que concerne ao bloco 3 que se refere às matérias-primas, ingredientes e embalagens, houve alterações no nível de adequação de um momento para outro, passado para 69,97%, por conta principalmente da constatação de que os hortifrutigranjeiros estavam sendo armazenados em caixas não higienizadas, além disso foram observados alimentos sendo acondicionados à temperatura ambiente e também o descontrole do acesso de pessoal e por fim perdas na qualidade dos insumos, em decorrência da mudança de fornecedor.

Já com relação ao bloco 11, que se relaciona ao transporte do produto final, as inconformidades detectadas na segunda intervenção foram a observação de que o veículo usado para transporte das refeições não estava sendo higienizado diariamente, além da carga e descarga serem realizadas em áreas desprotegidas e os alimentos da cadeia fria muitas vezes não atingirem a temperatura recomendada.

A unidade em estudo também trabalhava com a modalidade de refeições transportadas em atendimento à comunidade residente nas moradias universitárias. Diante disto, um bloco de análise se deteve a avaliar o transporte do produto final (Bloco 11), que também foi classificado como regular em decorrência do veículo não ser higienizado diariamente, a carga e descarga serem realizadas em áreas desprotegidas e os alimentos da cadeia fria muitas vezes não atingirem a temperatura recomendada.

É observado que outros estudos relatam situações similares aos presentes achados (SILVA; COSTA; ARAÚJO, 2012; MARINHO; SOUZA; RAMOS, 2009; CATTAFESTA *et al.*, 2012).

O estudo também procurou avaliar o nível de conhecimento dos colaboradores para verificar se houve alterações neste aspecto após a realização do treinamento. Participaram 36 e 19 colaboradores no primeiro e segundo momento, respectivamente, sendo isso um entrave neste processo de capacitação, pois eram manipuladores que ocupavam diferentes funções na empresa terceirizada.

Na primeira fase de coleta, foi identificado que 52,8% dos manipuladores eram do sexo masculino e 47,2% do sexo feminino, e na segunda intervenção 63,2% foram do sexo feminino e 36,8% do sexo masculino. No que tange à escolaridade, 58,3% possuíam ensino médio completo e renda familiar de 1 salário mínimo (75%) e no segundo momento 63,15% também possuíam ensino médio completo e 94,8 % tinham renda familiar entre 1 e 1 ½ salários mínimos. Com relação à adequação do salário à função, 44,4% consideraram o salário adequado e na segunda entrevista 52,6% consideraram que o salário era inadequado ao cargo.

Assim como no estudo de Pagotto *et al.*, (2018), a maioria dos indivíduos avaliados, tanto na primeira fase quanto na segunda possuíam como escolaridade o ensino médio completo, o que se torna essencial para implementação de frequentes treinamentos nos serviços e na utilização de diferentes metodologias, pois desta forma os manipuladores possuem maior capacidade de compreensão para os conteúdos passados nos treinamentos.

Tabela 3 - Avaliação do nível de conhecimentos, atitudes e práticas sobre segurança alimentar dos funcionários do Restaurante Universitário, Salvador, outubro de 2014 e abril de 2015.

Variável	1º intervenção	2º intervenção
<b>Conhecimentos</b>	<b>52,76%</b>	<b>63,15%</b>
<b>Atitudes</b>	<b>83,53%</b>	<b>84,61%</b>
<b>Práticas</b>	<b>57,37%</b>	<b>72,87%</b>

Fonte: Autores.

Na avaliação do nível de conhecimento, observou-se que houve um aumento de 33,31% da primeira intervenção para a segunda, demonstrando melhora no nível de conhecimento dos manipuladores após o treinamento, no entanto, não alcançou o percentual esperado, que segundo Saccol (2007) deve ser acima de 75%. Assim, o nível de conhecimento manteve-se regular (Tabela 2).

Pagotto *et al.*, (2018) observaram que na avaliação de conhecimentos, atitude e práticas, os manipuladores possuíam menores níveis de conhecimento ( $6,7 \pm 1,45$ ). Com achados melhores quando comparados a este estudo, Akabanda, Hlortsi e Owusu-Kwarteng (2017) ao avaliarem o conhecimento, atitudes e práticas de segurança alimentar com 235 manipuladores de alimentos de 29 instituições em Gana, identificaram que 98,7% dos entrevistados possuíam conhecimento sobre a importância

de práticas sanitárias gerais.

No estudo de Medeiros, Carvalho e Franco (2017) que analisou a percepção dos manipuladores de alimentos em relação às práticas de higiene em um Restaurante Universitário no Rio de Janeiro, as autoras encontraram que apesar dos manipuladores relatarem conhecimento sobre higiene pessoal, esta informação não foi fidedigna, uma vez que as análises microbiológicas demonstraram o contrário, ao indicarem a presença de Coliformes a 45°C, *Staphylococcus coagulase* positiva, contagem de bactérias heterotróficas mesófilas e aeróbias e *Clostridium* Sulfito Redutor.

Já Ribeiro (2016) ao avaliar o impacto de treinamentos sobre BPF no conhecimento e prática de manipuladores e nas condições de manipulação em Restaurante Universitário de Viçosa encontrou que após 10 semanas de treinamento, 100% das amostras de mãos de manipuladores apresentaram contagem satisfatória de bactérias aeróbias mesófilas, ausência de *Staphylococcus coagulase* positiva e diminuição de coliformes totais, apesar de que em 25% das amostras de mãos houve presença de coliformes termotolerantes.

Estes dados chamam a atenção para um importante ponto: o hiato existente entre o que é referido pelo manipulador e o que de fato ele faz na sua prática profissional para garantir a segurança microbiológica das preparações. Este fato é relevante para que seja feita uma análise das formas como os treinamentos são corriqueiramente realizados nas UAN. Santos (2013) chama a atenção para um importante fator, de que, quando o treinamento possui como metodologia atividade prática e uma construção coletiva, os desfechos são mais rentáveis.

Mesmo este estudo tendo apresentado pequena mudança no nível de conhecimento entre os períodos, ressalta-se a importância em investir cada vez mais em capacitações para manipuladores de alimentos em Unidades de Alimentação e Nutrição. No estudo de Adesokan, Akinseye e Adesokan (2015) os autores encontraram associação significativa entre treinamento e nível de conhecimento ( $p= 0,000$ ) e entre a duração do treinamento com o nível de conhecimento ( $p= 0,01$ ) de 211 manipuladores de alimentos nigerianos demonstrando, assim, a importância da realização de treinamentos e que os mesmos ocorram de forma contínua e não como atividades pontuais nos serviços.

É de extrema importância o entendimento de que a contaminação das refeições em alimentação coletiva está relacionada, principalmente, ao baixo nível de conhecimento dos manipuladores, que pode ser resultante do seu baixo nível de escolaridade (ALMEIDA *et al.*, 1995). Por isso, a capacitação dentro dos próprios serviços favorece que estes manipuladores adquiram tais conhecimentos. Entretanto, neste estudo a maioria dos indivíduos tinha boa escolaridade, sendo que 53,3% no primeiro momento e 63,15% no segundo momento possuíam 2º grau completo, porém estes apresentaram baixo nível de conhecimento sobre BPF. Justifica-se ainda com o fato de que, em serviços de alimentação, a maioria dos manipuladores são indivíduos

que não possuem cursos técnicos ou de nível superior para o desenvolvimento destas atividades (PAGOTTO *et al.*, 2018).

Ainda, é importante ter em mente que os fatores determinantes para efetivas ações das práticas de higiene nas UAN ultrapassam o grau de escolaridade dos manipuladores. Souza e Araújo (2019) ressaltam que numa sociedade como a brasileira, em que se observam inúmeros problemas de saneamento básico, sem questões tidas como pontos legítimos no país referentes à microbiologia e higiene, torna-se difícil fazer sentido para os manipuladores as exigências para tais práticas dentro das UAN.

Adane *et al.*, (2018) ao avaliarem práticas de higiene de alimentos e medidas de segurança entre 135 manipuladores de alimentos na cidade de Dessie – Etiópia, identificaram que dentre os que recebem treinamento em preparo e manejo de alimentos, possuem 6,7 vezes mais chances em ter adequadas práticas de higiene e segurança alimentar do que entre os manipuladores que não possuem treinamentos.

As questões referentes às DTAs e seus agentes etiológicos, foram as que apresentaram menor percentual de acertos no primeiro momento. Esse padrão foi seguido no segundo momento com exceção da questão 2 do bloco 1 – Nível de conhecimento - que passou de 19,4% para 78,9% de acertos e a alternativa 7 que aumentou de 55,6% para 89,5%.

O percentual de acertos do bloco 3 referente às atitudes sobre higiene de alimentos, foi de 83,53% na primeira intervenção e 84,61% na segunda intervenção evidenciando que o treinamento não foi capaz de alterar o comportamento destes manipuladores. Este resultado corrobora o estudo de Stedefeldt *et al.*, (2015) que não encontrou mudanças de atitude dos manipuladores antes e depois de uma capacitação para um evento. Segundo os autores a mudança de comportamento constrói-se com o passar do tempo através da interação do indivíduo com o formador e com as novas práticas.

Os resultados ora apresentados (bloco 4) referentes às práticas de higiene obteve um percentual de acertos de 57,37% na primeira intervenção e 72,87% na segunda intervenção, demonstrando que houve mudanças neste aspecto após o treinamento, assim como no estudo de Stedefeldt *et al.*, (2015).

Foi realizada, no presente estudo, entrevista com os estagiários do GPERU, os quais acompanharam o serviço durante todo o processo anterior e posterior ao surto e ao treinamento. Assim, como forma de avaliar o treinamento, foi realizada uma sondagem com estes estagiários sobre suas percepções com relação às mudanças ou não de atitudes e comportamento dos manipuladores de alimentos do serviço, após aplicação do treinamento. Primeiramente, foi observado que todos os estagiários se lembravam da ocorrência do surto alimentar e do treinamento realizado com os manipuladores. Além disso, destacaram que observaram mudanças de atitudes e



comportamento dos manipuladores após a capacitação, sobretudo em aceitar com maior flexibilidade críticas e sugestões.

Outros exemplos de mudanças de atitudes evidenciadas foram descritos pelos estagiários como que os manipuladores passaram a ter maiores preocupações com os seguintes aspectos: higienização da área e equipamentos; procedimentos de higiene, manipulação e BPF e com a exposição do alimento a temperaturas de risco. Além disto, passaram a valorizar suas funções e atividades, e a terem maior atenção e comprometimento em suas atividades. No estudo de Ribeiro (2016), ao investigar as práticas dos manipuladores de alimentos após realização de treinamento em um Restaurante Universitário em Viçosa-Minas Gerais, a autora identificou que houve adequação em 90% dos itens avaliados, o que demonstrou que os objetivos com a realização dos treinamentos foram alcançados.

Ainda, Gomes *et al.*, (2014) defendem que para alcançar a efetividade de um treinamento faz-se necessário levar o manipulador a compreender as razões para a adoção de certas atitudes e a partir daí promover mudanças. Neste sentido constata-se que a capacitação realizada no presente estudo foi bem sucedida à medida que provocou alteração de comportamento e adoção de novos hábitos na prática dos manipuladores. Mudanças positivas também foram observadas por Dudeja *et al.*, (2017) após realização de intervenção com 264 manipuladores de alimentos de um hospital na Índia, onde os autores encontraram melhora no conhecimento sobre segurança alimentar e no escore de segurança dos manipuladores; mudança na atitude; sentimentos de valorização e importância; mudança positiva na atitude em relação à segurança alimentar e com relação ao seu papel na garantia da segurança dos alimentos.

Apesar da apresentação de resultados de estudos realizados em diferentes países, que apresentam condições socioeconômicas e culturais discrepantes das do Brasil, onde certamente as práticas de higiene e os conceitos tomados com relação a este assunto são impactados pela cultura, o intuito é demonstrar que ações pensadas nas melhorias destas práticas são altamente pertinentes para melhoria dos serviços desenvolvidos. As autoras Minnaert e Freitas (2010) ressaltam que as práticas de higiene são hábitos que se apresentam como próprios de cada sociedade e cultura e que as representações sobre limpo e sujo estão cercadas de símbolos próprios de uma cultura.

#### **4 CONCLUSÃO**

O estudo revelou que o treinamento não aumentou de forma satisfatória o nível de conhecimento dos manipuladores sobre Boas Práticas de Fabricação, visto que para isso exige-se formação continuada que seja capaz de promover e fixar os conhecimentos e assim melhorar as práticas desses manipuladores possibilitando maior segurança na manipulação dos alimentos e prevenção das Doenças Transmitidas por Alimentos. Contudo, o treinamento foi capaz de influenciar a adoção e/ou mudanças de

comportamentos, das boas práticas no processo de fabricação e fatores associados.

## REFERÊNCIAS

- ADANE, M. *et al.* Food hygiene and safety measures among food handlers in street food shops and food establishments of Dessie town, Ethiopia: A community-based cross-sectional study. **PLoS ONE**, v. 13, n. 5, p. 1-13, 2018.
- ADESOKAN, H. K.; AKINSEYE, V. O.; ADESOKAN, G. A. Food Safety Training Is Associated with Improved Knowledge and Behaviours among Foodservice Establishments' Workers. **International Journal of Food Science**, 2015.
- AKABANDA, F.; HLORTSI, E. H.; OWUSU-KWARTENG, J. Food safety knowledge, attitudes and practices of institutional food-handlers in Ghana. **BMC Public Health**, 2017.
- ALMEIDA, R. C. C. *et al.* Avaliação e controle da qualidade microbiológica de mãos de manipuladores de alimentos. **Revista Saúde Pública**, v. 29, n. 4, p. 290-294, 1995.
- ARRUDA, G. A. **Manual de Boas Práticas: unidades de alimentação e nutrição**. 2. ed. São Paulo: Ponto Crítico. v. 2, p. 177, 2002.
- AZIZ, S. A. A.; DAHAN, H. M. Food handlers' attitude towards safe food handling in School Canteens. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 105, p. 220-228, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2004.
- CARDOSO, R. C. V. *et al.* Programa nacional de alimentação escolar: há segurança na produção de alimentos em escolas de Salvador (Bahia). **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 5, p. 801-811, 2010.
- CATTAFESTA, M. *et al.* Condições higiênicas sanitárias de um restaurante universitário e as práticas alimentares de seus usuários. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, n. 4, p. 36-43, 2012.
- CLARK, J.; CRANDALL, P.; SHABATURA, J. Effects of Dressing Technology on Restaurant Meal Manipulator Training Results. **Journal of Food Protection**: v. 81, n. 8, p. 1220-1226, 2018.
- DUDEJA, P. *et al.* Effectiveness of an intervention package on knowledge, attitude, and practices of food handlers in a tertiary care hospital of north India: A before and after comparison study. **Medical journal armed forces Índia**, v. 73, p. 49-53, 2017.
- FERREIRA, J. S. *et al.* Conhecimento, atitudes e práticas em segurança alimentar de manipuladores de alimentos em hospitais públicos de Salvador, Bahia. **Revista Baiana de Saúde Pública**, Salvador, v. 37, sup. 1, p. 35-55, 2013.
- FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GHISLENI, D. R.; BASSO, C. Educação em saúde a manipuladores de duas unidades de alimentação e nutrição do município de Santa Maria/RS. **Disc. Scientia**. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 101-108, 2008.

GOMES, C. C. B. *et al.* Training of Food Handlers in a Hotel: Tool for Promotion of the Food Safety. **Journal of Food Safety** v. 34, n. 3, p. 218–223, 2014.

MAGALHÃES, M. S. *et al.* Condições sanitárias de estabelecimentos comerciais avaliados pela lista de inspeção para a Copa do Mundo Fifa 2014 em Fortaleza, CE. **Revista de Higiene Alimentar**, v. 29, 2015.

MARIANO, C. G.; MOURA, P. N. Avaliação das Boas Práticas de Fabricação em Unidade Produtora de Refeições (UPR) Auto Gestão do interior do estado de São Paulo. **Revista Salus**, Guarapuava-PR, v. 2, n. 2, p. 73-81, 2008.

MARINHO, C. B.; SOUZA, C. S.; RAMOS, A. S. Avaliação do binômio tempo-temperatura de refeições transportadas. **E-scientia**, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2009.

MELO, L. M. *et al.* Perfil higiênico-sanitário de restaurantes comerciais e conhecimento dos manipuladores de alimentos antes e após os treinamentos sobre boas práticas de fabricação. **Horizonte Científico**, Uberlândia, v. 11, p. 1-13, 2017.

MEDEIROS, M. G. G. A.; CARVALHO, L. R.; FRANCO, R. M. Percepção sobre a higiene dos manipuladores de alimentos e perfil microbiológico em restaurante universitário. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 2, p. 383-392, 2017.

MINNAERT, A. C. S. T.; FREITAS, M. C. S. Práticas de higiene em uma feira livre da cidade de Salvador (BA). **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 15, Supl. 1, p. 1607-1614, 2010.

NASCIMENTO, G. A.; BARBOSA, J. S. BPF - Boas Práticas de Fabricação: Uma revisão. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 148, p. 24-30, 2007.

OLIVEIRA, M. N.; BRASIL, A. L. D.; TADDEI, J. A. A. C. Avaliação das condições higiênico-sanitárias das cozinhas de creches públicas e filantrópicas. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 1051-1060, 2008.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE - OMS. **Métodos de vigilancia sanitaria y de gestión para manipuladores de alimentos : informe de una reunión de consulta de la OMS, [Ginebra, 18-22 de abril de 1988]**. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 1989. Disponível em: <http://www.who.int/iris/handle/10665/38647>. Acesso em: 20 abr. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Manual para a Vigilância Integrada de Doenças de Origem Alimentar na Região Africana da OMS**. Brazzaville: Escritório Regional para a África, 2012. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/170267>. Acesso em: 20 abr. 2019.

PAGOTTO, H. Z. *et al.* Nível de conhecimento, atitudes e práticas dos manipuladores de alimentos em serviços de alimentação. **Demetra**; v. 13, n. 1, p. 293-305, 2018.

RABELO, F. M.; BRESCIANI, E. F.; OLIVEIRA, C. A. B. Treinamento e gestão da qualidade. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, p. 13-19, 1995.

RIBEIRO, M. L. **Impacto de capacitação em boas práticas no restaurante**

- universitário da Universidade Federal de Viçosa-Campus Rio Paranaíba.** 2016. 217 f. Dissertação (Mestrado profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Uberaba, 2016.
- SACCOL, A. L. F. **Sistematização de ferramentas de apoio para boas práticas em serviços de alimentação.** 2007. 188 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- SANTOS, V. S. **Impacto dos treinamentos de Boas Práticas de Fabricação na produção de merenda escolar em escolas municipais de Rio Paranaíba – MG.** 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Uberaba, 2013.
- SEAMAN, P.; EVES, A. The management of food safety- the role of food hygiene training in the UK service sector. **International Journal of Hospitality Management**, v. 25, p. 278-296, 2006.
- SILVA JUNIOR, E. A. **Manual de controle higiênico sanitário em serviços de alimentação.** 6. ed. São Paulo: Varela, 2007.
- SILVA JUNIOR, E. A. **Manual de Controle Higiênico: Sanitário em Serviços de Alimentação.** 7. ed. São Paulo: Varela, 2014.
- SILVA, L. O.; COSTA, V. P. G.; ARAÚJO, C. R. B. **Avaliação das condições higiênico-sanitárias de refeições transportadas em uma unidade de alimentação e nutrição de Natal/RN.** 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2012.
- SOARES, L. S. **Segurança dos Alimentos:** avaliação do nível de conhecimento, atitudes e práticas dos manipuladores de alimentos na rede municipal de ensino de Camaçari-BA, 2011. Dissertação (Mestrado em Alimentos, Nutrição e Saúde) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- SOUZA, J. C.; ARAÚJO, M. P. N. Redefinindo para melhor refletir: um ensaio sobre as limitações das estratégias de padronização das práticas de higiene em serviços de alimentação para coletividades no Brasil. **Rev. De Alim. Cult. Américas, Brasil**, Brasília/DF, v. 1, n. 1, p.107-119, 2019.
- STEDFELDT, E. *et al.* Conhecimentos, atitudes, práticas e percepção de risco de manipuladores de alimentos antes e após formação para um evento de massa. **Revista Higiene Alimentar**, v. 29, p. 360-365, 2015.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Report on global burden of foodborne disease.** 2015. Disponível em: <http://www.ianphi.org/news/2015/foodborneillness.html>. Acesso em: 20 abr. 2019.

Recebido em 12/2019. Aceito para publicação em 08/2020.

## EFEITOS NEUROPROTETORES DA HIDROCORTISONA EM LINHAGEM DE NEUROBLASTOMA DE MURINO (NEURO-2A) SOB ESTRESSE OXIDATIVO

## NEUROPROTECTOR EFFECTS OF HYDROCORTISONE IN MURIN NEUROBLASTOMA LINE (NEURO-2A) UNDER OXIDATIVE STRESS

Rafaella Carvalho Rossato<sup>1</sup>

Jéssica Cristina Pinto<sup>2</sup>

Carlos Dailton Guedes de Oliveira Moraes<sup>3</sup>

Jessica Tereza Guedes de Oliveira Moraes<sup>4</sup>

Geisa Nogueira Salles<sup>5</sup>

Cristina Pacheco Soares<sup>6</sup>

**Resumo:** A Doença de Alzheimer é um tipo de demência que acomete milhões de pessoas, sendo responsável por 60% de todos os casos de doenças neurodegenerativas. Embora não tenha cura, diversas estratégias de estudo vêm sendo desenvolvidas a fim de elucidar os mecanismos da doença. Estudos recentes abordam os benefícios do cortisol em aspectos imunológicos, musculares, renais, respostas inflamatórias e até mesmo em patologias neurodegenerativas. A hidrocortisona é um medicamento sintético utilizado para simular o cortisol. Deste modo, o estudo explora os efeitos da hidrocortisona na senescência neural, objetivando analisar seu efeito neuroprotetor. Assim, desenvolveu-se um modelo experimental in vitro de estresse oxidativo, induzido por peróxido de hidrogênio na linhagem celular Neuro-2a (Neuroblastoma de Murino) a fim de simular aspectos característicos da Doença de Alzheimer. Foram então realizados experimentos de viabilidade e morfologia celular. A hidrocortisona em baixa concentração promoveu aumento na viabilidade celular, enquanto que o peróxido de hidrogênio diminuiu a viabilidade celular, ocorrendo o efeito de estresse oxidativo. No aspecto morfológico, a hidrocortisona preservou os prolongamentos das células, já o peróxido de hidrogênio fez com que os prolongamentos retraíssem, assim perdendo as sinapses. Com os resultados obtidos, pode-se concluir que a hidrocortisona preservou a célula neural do efeito do estresse oxidativo.

**Palavras-chave:** Doença de Alzheimer; estresse oxidativo; hidrocortisona; neuroproteção.

**Abstract:** Alzheimer's disease (AD) is a type of dementia that affects millions of people, accounting for 60% of all cases of neurodegenerative diseases. Although there is no cure, several study strategies have been developed to elucidate the mechanisms of the disease. Recent studies approach benefits of cortisol in immunological, muscular, renal aspects, inflammatory responses and even neurodegenerative pathologies. Hydrocortisone is a synthetic medicine used to simulate cortisol. Therefore, this study explores the effects of hydrocortisone on neural senescence, aiming to analyze its neuroprotective effect. Thus, an in vitro experimental model of oxidative stress was developed, induced by hydrogen peroxide in the Neuro-2a cell line (Murine Neuroblastoma) for the purpose of mimetizing aspects characteristic of Alzheimer's Disease. Cell viability and morphology experiments were conducted. Low concentration of hydrocortisone promoted an increase in cell viability, whereas hydrogen peroxide decreased cell viability, with the effect of oxidative stress. In the morphological aspect, hydrocortisone preserved cell projections, while hydrogen peroxide caused the projections to retract, thus losing synapsis. With the results obtained, it can be concluded that hydrocortisone preserved the neural cell from the effect of oxidative stress.

**Keywords:** Alzheimer's disease; oxidative stress; hydrocortisone; neuroprotection.

<sup>1</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: rafaella.rossato@hotmail.com.

<sup>2</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: jessy.crys@hotmail.com.

<sup>3</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: carlosdailtongom@gmail.com.

<sup>4</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: j.t.guedess@gmail.com.

<sup>5</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: geisa\_salles@yahoo.com.br.

<sup>6</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Brasil. E-mail: cpsoares@univap.br.

## 1 INTRODUÇÃO

A Doença de Alzheimer (DA) tem esse nome devido ao relato do médico neurologista alemão Dr. Alois Alzheimer, que em 1906 fez observações como a alteração anatômica e histologia no tecido cerebral de uma mulher com um conjunto de confusões mentais e comportamentais. Deste modo, iniciando o estudo e caracterizando o que se conhece hoje como as definições clínicas da DA (EVANGELISTI *et al.*, 2014; CAYTON, 2016).

A DA corresponde a 60% dos quadros demenciais, sendo prevalente em todo o mundo. Atualmente, cerca de 35,5 milhões de pessoas convivem com essa doença, sendo estimado que esse número dobre a cada 20 anos em países de baixo e médio rendimento. Deste modo, a DA caracteriza-se como uma doença de grande impacto socioeconômico, podendo ser acompanhada junto com o crescimento da população idosa, pois o aumento da expectativa deve acarretar aumento da população com esta patologia. Atualmente, a DA é tratada com fármacos que atuam como inibidores de acetilcolinesterase, entre os mais utilizados estão rivastigmina, donepezila e galantamina. Contudo, estes tratamentos são limitados, apenas controlando os sintomas, favorecendo a sobrevivência do paciente e melhorando sua qualidade de vida. O prognóstico piora quando é realizado um diagnóstico tardio, minimizando os efeitos do tratamento, bem como a qualidade de vida do paciente (PRINCE; JACKSON, 2010; FALCO *et al.*, 2016).

Estudo cronológico observou que a progressão da doença leva a perda dos prolongamentos neurais, comprometimento de seu entorno e redução de neurônios ativos, deste modo acarretando atrofia cerebral, alterando a conectividade das sinapses, reduzindo o metabolismo celular, bem como perda da capacidade da recuperação neural. Uma das funções afetadas na DA é o cognitivo, responsável pelas atividades do cotidiano, como perda da capacidade de planejar, dificuldade na produção da fala e escrita, levando a incapacidade do indivíduo afetado a desempenhar as atividades para cuidar de si mesmo, estes sintomas podem se agravar caso o paciente não tenha estímulos cognitivo, social, físico e ambiental (FELIPPE, 2013; FALCO *et al.*, 2016).

Sabe-se que a DA apresenta relação com mutações da proteína TAU, que acarreta acúmulo de proteína beta amiloide, formação de placa senil, recrutamento de células brancas como micróglia e astrócitos, disfunção no metabolismo da glicose. Além disso, outro motivo que favorece o aparecimento da DA é o estresse oxidativo, que acarreta um desequilíbrio de espécies reativas de oxigênio (EROs), normalmente produzidas pelo metabolismo corporal, porém quando produzidas em excesso, impedem a célula de defender-se e neutralizar EROs, dificultando o reparo celular, proporcionando danos nas biomoléculas (DNA, lipídios, proteínas). Quando estes danos não são reparados, acabam comprometendo o funcionamento da célula neural, levando a um quadro de inflamação local, causando a morte celular (BARBOSA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2006; CRUZAT *et al.*, 2007; RABELO, 2012).

Estudos vêm sendo realizados com o objetivo de realizar um diagnóstico precoce da doença e tratamentos mais eficazes em busca da cura da DA. A hidrocortisona, modelo sintético do cortisol, de acordo com HAM, 2017 promove um efeito neuroprotetor na doença de Parkinson. A literatura pouco abrange o benefício do cortisol em doenças neurodegenerativas, por outro lado, há estudos apontando que o cortisol é encontrado em altas concentrações em indivíduos com DA, deve-se a presença do estresse metabólico, por consequência inibindo mecanismos de reparo neural. Contudo, o cortisol também tem efeitos positivos no organismo dependendo da sua concentração. Em situações de estresse, o cortisol em baixas concentrações, promove a manutenção da produção de glicose, ações anti-inflamatórias, regulação imunológica, muscular e renal (DAMIANI *et al.*, 2015; SOARES; ALVES, 2006; BUENO; GOUVÊA, 2011).

Portanto, o presente estudo avaliou os efeitos da hidrocortisona em condições de estresse com peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) na linhagem celular Neuro-2a (Neuroblastoma de Murino), simulando o estresse oxidativo característico da DA. Assim, o objetivo foi analisar como as células neurais se comportam em modelo *in vitro* pré-tratadas com hidrocortisona e posteriormente estressadas  $H_2O_2$ , verificando sua eficácia, contribuindo com a literatura e colaborando com um futuro e possível tratamento para a DA.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Linhagem Celular

A linhagem celular Neuro-2a (Neuroblastoma de Murino ATCC - CCL-131), foi adquirida do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo/SP, e cultivada no Laboratório de Dinâmica de Compartimentos Celulares, do IP&D, da UNIVAP. As células foram mantidas em garrafas de cultura de 25cm<sup>2</sup>, meio DMEM/F12 (Gibco Dulbecco's Modified Eagle Medium: Nutrient Mixture) suplementado com 10% de Soro Fetal Bovino (SFB) e 1% de antibiótico e antimicótico (AA) e incubadas em estufa a 37°C com atmosfera de 5% de CO<sub>2</sub>.

### 2.2 Plaqueamento

Ao atingir confluência entre 3x10<sup>6</sup> e 4x10<sup>6</sup> células/garrafa, as células foram retiradas da garrafa com auxílio da solução de tripsina 0,1 % e contadas com o auxílio de citômetro de imagem, TALI™ Image-Based Cytometer Invitrogen™ (ThermoFischer Scientific- Waltham, Massachusetts, EUA) (ROSSATO *et al.*, 2019). A seguir foram plaqueadas 1x10<sup>4</sup> células/mL para os testes de viabilidade celular em placas de 96 poços. Para análise de morfologia celular foram utilizadas 1x10<sup>5</sup> células/mL, cultivadas em placas de 24 poços, contendo lamínulas. As células foram cultivadas em meio de cultura DMEM/F12 suplementado com 10% de soro fetal bovino (SFB) para adesão das

células em estufa a uma temperatura de 37°C e 5% de CO<sub>2</sub>, overnight (MORAES *et al.* 2019).

### 2.3 Grupos Experimentais

- a) **Grupo Controle:** células cultivadas em meio de cultura e não expostas ao agente estressor, nem à hidrocortisona.
- b) **Grupo Hidrocortisona:** células cultivadas em meio de cultura e expostas à hidrocortisona na concentração de 100 µM por 24 h.
- c) **Grupo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:** células cultivadas em meio de cultura e expostas apenas ao agente estressor H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> na concentração de 2,5 mM por 24 h.
- d) **Grupo Pré-tratamento com Hidrocortisona:** células cultivadas em meio de cultura e expostas à hidrocortisona por 24 h e posteriormente ao H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por 24 h.
- e) **Grupo morte:** Células expostas a alta concentração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

### 2.4 Teste de Viabilidade Celular

Após o tratamento, o meio de cultura foi retirado, e as células incubadas com 100 µL da solução de Cristal Violeta por 4 minutos em temperatura ambiente. Em seguida lavadas em água corrente para remover o excesso de corante. Depois disso, as células foram incubadas com 200 µL de dimetilsulfóxido (DMSO) por 1 h. Após a incubação foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 570 nm (SpectraCount – Packard) (MORAES, *et al.* 2019; ROSSATO *et al.*, 2019).

### 2.5 Análise da Morfologia Celular

A fim de avaliar as alterações morfológicas, foi realizada a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), deste modo, analisando as modificações na membrana e projeções das células em cada grupo estudado (SALLES *et al.*, 2017; SALLES *et al.*, 2018).

#### 2.5.1 Fixação

Utilizou-se solução fixadora, contendo tampão cacodilato 0,1M (2,5 mL), Glutaraldeído 2,5% (0,50 mL) e paraformaldeído 4% (2,0 mL). Esta solução foi incubada por 1 h. Após este período, foi retirada a solução fixadora e lavadas 2 vezes com solução tampão cacodilato (SALLES *et al.*, 2017; SALLES *et al.*, 2018).

#### 2.5.2 Desidratação

A desidratação foi realizada com acetona, em concentrações crescentes sendo



elas: acetona nas concentrações de 30%, 50%, 70%, 90% e 100%, por 10 minutos cada. Em seguida incubadas com acetona 100% + HMDS (Hexametildisilazano) na proporção (1:1) por 10 minutos e por fim com HMDS puro por 10 minutos. Retirou-se o HMDS após esse tempo e deixou-se secar em estufa por 24 h (SALLES *et al.*, 2017; SALLES *et al.*, 2018).

### 2.5.3 Metalização

Em relação à metalização: após a secagem, as laminulas foram retiradas das placas e colocadas sob *stub* e metalizadas no equipamento EMITECH K 550 X® que tem a função de pulverizar metais não oxidantes como ouro e platina sobre as amostras (SALLES *et al.*, 2017; SALLES *et al.*, 2018).

### 2.5.4 Análise

A análise foi realizada ao Microscópio Eletrônico de Varredura EVO MA10-Zeiss® sendo capturadas as imagens dos grupos, para avaliação das alterações de morfologia celular (SALLES *et al.*, 2017; SALLES *et al.*, 2018).

### 2.6 Análise Estatística

Os dados foram realizados com  $n = 8$ , e repetidos 3 vezes de forma independente para obter confirmação, apresentados na forma de média  $\pm$  desvio padrão, comparados pelo teste de ANOVA ONE-WAY, sendo confirmado pelo teste Tukey. A significância estatística foi admitida com  $p < 0,05$ . Para a realização das análises estatísticas e gráficos foi utilizado o software GraphPad Prisma 6®.

## 3 RESULTADOS

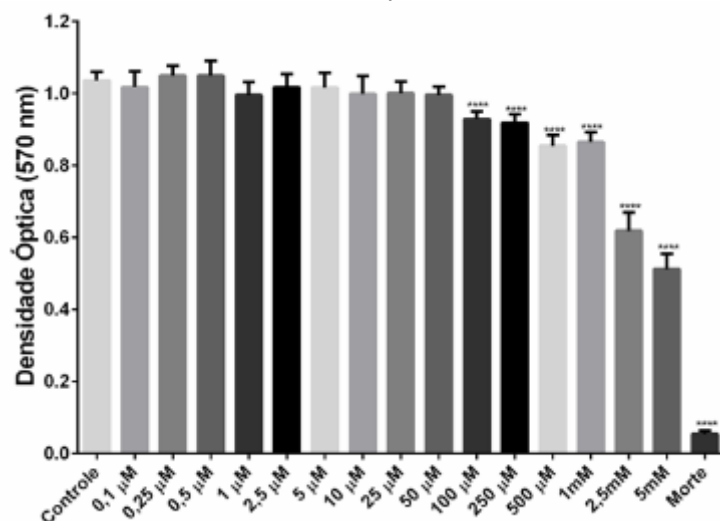
### 3.1 Teste de Viabilidade Celular

Para o teste de viabilidade celular foi utilizado o ensaio de cristal violeta, que tem por objetivo verificar a densidade celular pela coloração do DNA, para avaliação de citotoxicidade. Os resultados obtidos demonstram que as concentrações de  $H_2O_2$  a partir de 100  $\mu M$  alteram a proliferação celular quando comparadas ao grupo controle, aumentando significativamente até a concentração de 5 mM, conforme a figura 1. Com o objetivo de estressar as células sem causar morte celular, a concentração de 2,5 mM de  $H_2O_2$  foi utilizada para o processo de estresse celular. Para controle positivo de morte celular, foi utilizado  $H_2O_2$  200 volumes.

Para avaliação de hidrocortisona sobre as células Neuro-2a, foi realizado teste de

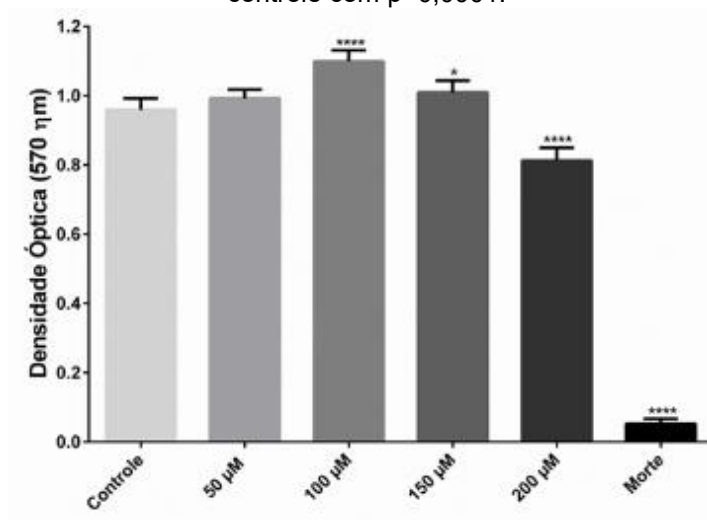
crystal violet para avaliação da dosagem ideal para utilização na cultura sem danos celulares. Os resultados obtidos demonstram que a dosagem ideal é de 100  $\mu\text{M}$ , uma vez que apresentou um aumento na viabilidade celular.

Figura 1 - Viabilidade Celular da linhagem Neuro-2a exposta a diferentes concentrações de  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Os dados estão dispostos em ordem crescente da concentração de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , no intervalo de 24 h. O primeiro é o grupo controle, em seguida as demais concentrações distribuídas de 0,1  $\mu\text{M}$  até 50  $\mu\text{M}$ , não apresentando diferença estatística em relação ao controle. Outras concentrações como a de 100  $\mu\text{M}$  até 5 mM apresentam diferença estatística em relação ao controle com  $p < 0,0001$ .



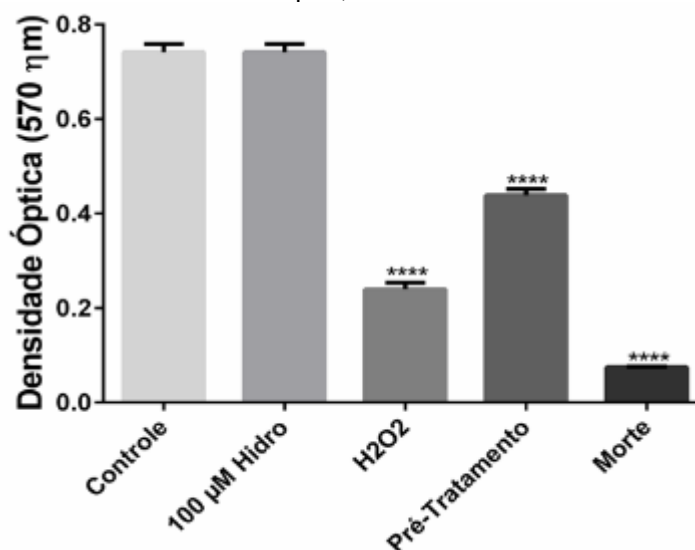
Fonte: Os autores.

Figura 2 - Ensaio de Cristal Violeta na linhagem Neuro-2a. Os dados estão dispostos em ordem crescente da concentração de hidrocortisona, no intervalo de 24 h, sendo que o primeiro é o grupo controle, em seguida as demais concentrações distribuídas de 50  $\mu\text{M}$  a 200  $\mu\text{M}$ . O grupo de 150  $\mu\text{M}$  apresentou diferença estatística em relação ao grupo controle com  $p < 0,05$  e os grupos 100  $\mu\text{M}$ , 200  $\mu\text{M}$  e morte apresentaram diferença estatística comparada ao grupo controle com  $p < 0,0001$ .



Fonte: Os autores.

Figura 3 - Ensaio de Viabilidade Celular na linhagem celular Neuro-2a, verificando o efeito neuroprotetor sob estresse oxidativo no intervalo de 24 h. O grupo hidrocortisona 100  $\mu\text{M}$  não apresenta diferença estatística perante o grupo controle. Os grupos  $\text{H}_2\text{O}_2$ , pré-tratamento e morte apresentaram diferença estatística comparada ao grupo controle, com  $p < 0,0001$ . O grupo pré-tratamento comparado ao grupo  $\text{H}_2\text{O}_2$  apresentou diferença estatística com  $p < 0,0001$ .



Fonte: Os autores.

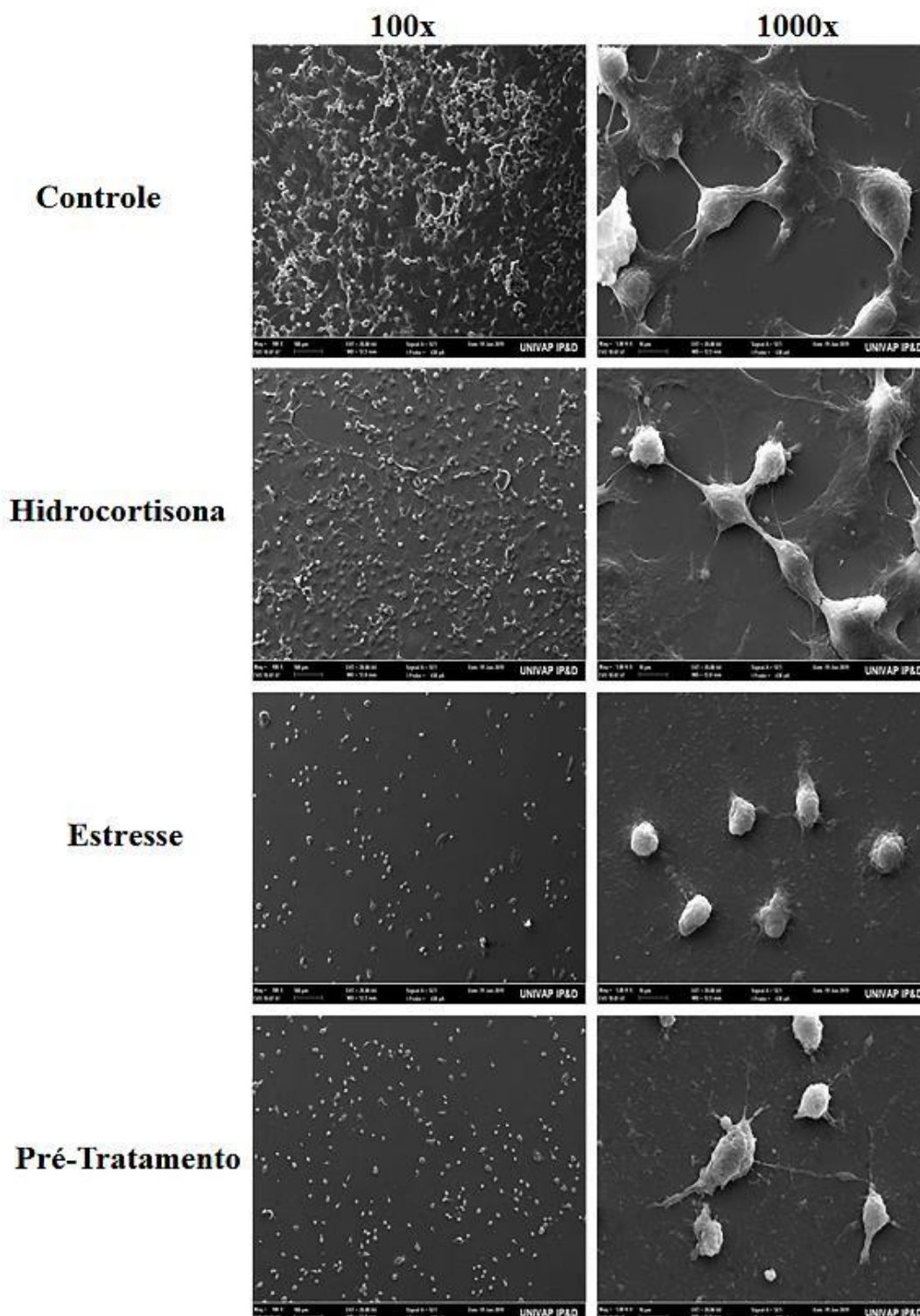
### 3.2 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

O objetivo do uso da técnica é verificar a morfologia das células, analisando o efeito da hidrocortisona na linhagem celular Neuro-2a. Deste modo produzindo imagens de alta resolução da superfície da amostra. Além disso, pode ser verificado também que

as imagens têm uma aparência tridimensional característica e são úteis para avaliar a estrutura superficial, bem como a diferenças entre cada grupo estudado (LIAW; ZHANG; KANNAN, 2019).

As imagens foram obtidas com aumento de 100 vezes, mostrando em maior campo a população celular e aumento de 1000 vezes, focando na morfologia da célula. Pode-se observar que o grupo hidrocortisona manteve-se preservada a população e também a morfologia celular em comparação ao grupo controle. Já o grupo  $H_2O_2$  obteve diminuição na população celular e retração dos prolongamentos, assim perdendo a comunicação entre as células, sendo característica da DA. No grupo de pré-tratamento com hidrocortisona, percebe-se uma melhora nas características celulares em relação ao grupo  $H_2O_2$ , preservando os prolongamentos característicos de uma célula saudável.

Figura 4 - Análise da Morfologia Celular. Micrografias obtidas por microscópio eletrônico de varredura (MEV) de células Neuro-2a. As imagens foram feitas com aumento de 100 vezes e com aumento de 1000 vezes nos grupos controle, hidrocortisona, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, pré-tratamento com hidrocortisona.



Fonte: Os autores.

#### 4 DISCUSSÃO

No estudo realizado com a linhagem celular Neuro-2a, foi possível verificar que foram responsivas ao tratamento. Os resultados dos ensaios de viabilidade celular e microscopia eletrônica de varredura demonstraram a ação da hidrocortisona em diminuir o efeito do estresse oxidativo e a produção de EROs, característica da DA. Assim, esta doença neurodegenerativa que pode afetar áreas-chave do Sistema Nervoso Central, seja por falta de recepção/propagação de sinal no neurônio em si devido a sua mudança morfológica ou devido a sua morte ou devido a danos recorrentes ao estresse oxidativo será discutido mais adiante.

O modelo da DA realizado *in vitro*, no qual há liberação de EROs induzido pelo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, foi realizado também nos estudos de Mayes *et al.*, (2014) e Salles *et al.* (2017; 2018; 2020) e a partir destas análises foi possível determinar o dano que as EROs causam nas células neurais e verificar modos de impedir que tais danos ocorram de maneira total ou parcial.

Na Figura 1 podemos observar como as células da linhagem Neuro-2a reagem ao serem colocadas em concentrações crescentes de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. A partir da concentração de 100 µL as células começam a sofrer morte celular, porém para a pesquisa foi necessário que o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> resultasse na morte de ± 50 % da população celular (2,5 mM), pois segundo SALLES *et al* 2018 o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> causa estresse oxidativo, resultando mudanças morfológicas, perda de interação e de função neural e posteriormente morte celular, conforme visto em estudo animal. Também demonstrado em nosso estudo *in vitro* com a curva de concentração com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> na célula Neuro-2a (Figura 1), indicando uma citotoxicidade estatisticamente significativa em resposta ao estresse oxidativo estimulado pela incubação com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Os resultados obtidos corroboram (CRUZAT *et al.*, 2007), que observaram falência neural em DA e HAM *et al*, 2017 que obteve resultados semelhantes em Doença de Parkinson (DP), com redução de 50% da viabilidade celular.

A Hidrocortisona, medicamento que mimetiza a Cortisol humano de acordo com alguns estudos, pode exercer o papel de indução ao estresse oxidativo em células hepáticas (ABOELWafa; YOUSEF, 2015), proteção aos cardiomiócitos e auxílio na degradação da Ciclofosforina em níveis tóxicos (FLORIO *et al.*, 2003), porém há também indícios de que a Hidrocortisona não induz e também não protege os rins do estresse oxidativo (EBRAHIMI *et al.*, 2013), dentre outros, porém em células neuronais permanece uma lacuna sobre sua ação e a sua concentração de trabalho, isto foi abordado na Figura 2. Neste experimento com concentrações crescentes de hidrocortisona nas células neurais foi possível constatar que a concentração vista como a ideal para a Neuro-2a foi de 100 µL, este valor está parcialmente de acordo com estudos que visavam estabelecer a concentração de trabalho para a hidrocortisona, como os estudos realizado por Florio *et al.* (2003) estabeleceram concentrações crescentes para substâncias estudadas, porém não demonstraram os dados para estabelecer qual seria a ideal de Hidrocortisona para cada tipo de célula. Além disso,

estudo de Ham *et al.* (2017), demonstrou que a concentração responsável por aumentar a viabilidade celular é de 100  $\mu$ M, sendo que a linhagem SH-SY5Y (linhagem celular utilizada para estudo de doenças neurodegenerativas) obteve um resultado condizente com tal resultado da literatura, demonstrando o efeito positivo na viabilidade da célula neural de 50% a 70%. Portanto, com base em nossos resultados e baseado neste estudo recente da literatura, estabeleceu-se a concentração de 100  $\mu$ M como agente neuroprotetor para os próximos experimentos.

Estas características de neuroproteção em relação à hidrocortisona pode ser verificado com os resultados de viabilidade celular obtidos na coloração de cristal violeta, conforme a figura 3, sendo que a hidrocortisona (100  $\mu$ M) manteve a viabilidade celular, a concentração de 2,5 mM do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> diminuiu a viabilidade celular provocando o estresse, (característico da DA), e interessantemente, o grupo de pré-tratamento com hidrocortisona obteve uma melhora em sua viabilidade celular mesmo após o estresse induzido em sequência, estando de acordo com os estudos Florio *et al.* (2003), Ham *et al.* (2017) e Salles *et al.* (2020), sendo verificado a efeito de neuroproteção da hidrocortisona em resposta ao estresse oxidativo, demonstrado pela melhora da viabilidade celular.

Outras características que ocorre com as células neurais ao sofrerem estresse oxidativo é sua morfologia alterada, estando diretamente e indiretamente relacionada com as funções exercidas no sistema nervoso central. Na análise feita na Microscopia Eletrônica de Varredura, foi possível verificar qualitativamente a morfologia da célula Neuro-2a, estas imagens auxiliaram na confirmação dos dados estatísticos. Deste modo, as células presentes no grupo controle demonstram características de uma célula neural típica, bem como as imagens das células com o medicamento apresentaram normalidade na sua morfologia. Por outro lado, no grupo estresse é nítido observar a mudança morfológica das células neurais, perda dos prolongamentos e formato arredondado. Estas informações podem ser comparadas com Domínguez-Álvaro *et al.* (2019), no qual comparou células neuronais saudáveis e células com DA e foi possível constatar tais mudanças em sua morfologia. As imagens obtidas das células neurais submetidas ao pré-tratamento com hidrocortisona e depois ao estresse oxidativo simulando a DA, é possível observar que a morfologia das células neurais mantém os seus prolongamentos em algumas células se comparado ao grupo estresse, porém também é visto algumas células com formato mais arredondado constatando que a neuroproteção não abrangeu todas as células. Assim, confirmou-se morfológicamente o efeito da neuroproteção da hidrocortisona perante os resultados de viabilidade celular, por MEV, observando-se por micrografias características e o comportamento morfológico de cada célula. As imagens foram obtidas no aumento de 100 vezes, sendo possível visualizar a população celular, e no aumento de 1000 vezes para verificar a morfologia celular.

Na Figura 4 podemos verificar o comportamento das células Neuro-2a, expostas aos grupos já mencionados com aumento de 100 vezes e de 1000 vezes. O grupo

hidrocortisona em comparação ao grupo controle com aumento de 100 vezes manteve a população celular em ambas as linhagens. O grupo estresse obteve uma redução no número de células, diminuindo assim a viabilidade das três linhagens e por fim o grupo de pré-tratamento com hidrocortisona, que em comparação ao grupo estresse apresentou um aumento populacional celular nas linhagens, deste modo confirmando os resultados obtidos no ensaio de cristal violeta, visto que foi verificado comportamento semelhante na quantidade da população celular. Para compreender melhor essas alterações estruturais, estudo de Morales, Farias e Maccioni (2010) verificou que o estresse oxidativo é causado por um grande número de EROs, sendo altamente prejudicial quando produzidos em excesso em nosso organismo, ocasionando alterações estruturais nas proteínas, lipídeos e ácidos nucleicos, levando à morte celular.

Com o aumento de 1000 vezes podemos observar a morfologia da célula. No grupo hidrocortisona em relação ao grupo controle, não houve modificação estrutural. Por outro lado, no grupo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> houve modificação estrutural no citoesqueleto, retraindo os prolongamentos característicos de célula neural. Já no grupo pré-tratamento em comparação ao grupo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, obteve uma melhora na morfologia celular, mantendo as projeções estelares ramificações das células. Esta característica pode estar relacionada ao depósito de proteína β-Amilóide, frutos da hiperfosforilação da proteína TAU de acordo com Cecchi *et al.* (2009), desenvolve uma alteração da fisiologia neural, principalmente nas sinapses, levando a um comprometimento celular e morte. Em concordância, Monteiro, Kandratavicius e Leite (2011) mostram que essa hiperfosforilação da proteína TAU resulta em sua deposição nos filamentos celulares, sendo responsável no processo de neurodegeneração que ocorre na DA. Deste modo, as imagens obtidas por MEV apresentam as alterações morfológicas das células pré-tratadas com hidrocortisona e estressadas oxidativamente simulando um fator característico da DA. Assim, concordando com os estudos realizados sobre a morfologia celular em condições de estresse, obtivemos resultados semelhantes. A hidrocortisona, visualmente, apresentou características neuroprotetoras capaz de manter a morfologia da linhagem Neuro-2a.

## 5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a hidrocortisona possui efeito neuroprotetor na linhagem celular Neuro-2a analisada sob estresse oxidativo, simulando *in vitro* ambiente estressor característico da DA, assim abordando novos conceitos e novas possibilidades de tratamento, contribuindo também com a elucidação da patologia a partir da visão de diferentes aspectos.

## 6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à nossa orientadora Dra. Cristina Pacheco Soares, ao laboratório de Dinâmica e Compartimento Celular, onde ocorreu o desenvolvimento da pesquisa, e ao PIBIC-CNPq-UNIVAP pela bolsa auxílio nº 800985/2018-4.



## REFERÊNCIAS

ABOELWAFI, Hanaa R.; YOUSEF, Hany N. The ameliorative effect of thymol against hydrocortisone-induced hepatic oxidative stress injury in adult male rats. **Biochemistry and cell biology**, v. 93, n. 4, p. 282-289, 2015.

BARBOSA, Lívea Fujita; MEDEIROS, Marisa H. G.; AUGUSTO, Ohara. Danos oxidativos e neurodegeneração: o que aprendemos com animais transgênicos e nocautes?. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1352, 2006.

BUENO, Juliano Ribeiro; GOUVÊA, Cibele Marli Cação Paiva. Cortisol e exercício: efeitos, secreção e metabolismo. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE)**, v. 5, n. 29, p. 1-7, 2011.

CAYTON, Harry. **Tudo sobre doença de Alzheimer**. São Paulo: Editora Andrei, 2016.

CECCHI, Cristina *et al.* A protective role for lipid raft cholesterol against amyloid-induced membrane damage in human neuroblastoma cells. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes**, v. 1788, n.10, p. 2204-2216, 2009.

CRUZAT, Vinicius Fernandes *et al.* Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. **Rev Bras Med Esporte**, v. 13, n. 5, p. 336-342, 2007.

DAMIANI, Durval *et al.* Corticoterapia e suas repercussões: a relação custo-benefício. **Pediatria (São Paulo)**, v. 23, p. 71-82, 2001.

DOMÍNGUEZ-ÁLVARO, M. *et al.* 3D Electron Microscopy study of synaptic organization of the normal human transentorhinal cortex and its possible alterations in Alzheimer's disease. **eNeuro**, v. 6, n. 4, 2019.

EBRAHIMI, Ali *et al.* How effective are alprostadil and hydrocortisone on reperfusion injury in kidney after distant organ ischemia? **Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences**, v. 18, n. 9 p. 755-758, 2013.

EVANGELISTI, Elisa *et al.* Plasma membrane injury depends on bilayer lipid composition in Alzheimer's disease. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 41, n. 1, p. 289-300, 2014.

FALCO, Anna *et al.* Alzheimer's disease: etiological hypotheses and treatment perspectives. **Química Nova**, v. 39, n. 1, p. 63-80, 2016.

FELIPPE, Lilian Assunção. **Funções executivas, atividades de vida diária e habilidade motora de idosos com doenças neurodegenerativas**. Campo Grande. 71f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Desenvolvimento) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2013.

FLORIO, Salvatore *et al.* Hydrocortisone has a protective effect on CyclosporinA-induced cardiotoxicity. **Journal of cellular physiology**, v. 195, n. 1, p. 21-26, 2003.

HAM, Sangwoo *et al.* Hydrocortisone-induced parkin prevents dopaminergic cell death via CREB pathway in Parkinson's disease model. **Scientific reports**, v. 7, n. 525, p. 1-13, 2017.

- LIAW, Kevin; ZHANG, Zhi; KANNAN, Sujatha. Neuronanotechnology for brain regeneration. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 148, p. 3-18, 2019.
- MAYES, Jennifer *et al.*  $\beta$ -amyloid fibrils in Alzheimer disease are not inert when bound to copper ions but can degrade hydrogen peroxide and generate reactive oxygen species. **Journal of Biological Chemistry**, v. 289, 17, p. 12052-12062, 2014.
- MONTEIRO, Mariana Raquel; KANDRATAVICIUS, Ludmyla; LEITE, João Pereira. O papel das proteínas do citoesqueleto na fisiologia celular normal e em condições patológicas. **J. epilepsy clin. neurophysiol**, v. 17, n. 1, p. 17-23, 2011.
- MORAES, Carlos Dailton Guedes de Oliveira *et al.* Genotoxic effects of photodynamic therapy in laryngeal cancer cells—An in vitro study. **Experimental Biology and Medicine**, v. 244, n. 3, p. 262-271, 2019.
- MORALES, Inelia; FARÍAS, Gonzalo; MACCIONI, Ricardo B. La neuroinflamación como factor detonante del desarrollo de la enfermedad de Alzheimer. **Revista chilena de neuro-psiquiatría**, v. 48, n. 1, p. 49-57, 2010.
- PRINCE, M.; JACKSON, J. **Relatório sobre a Doença de Alzheimer no mundo**. Londres (UK): Alzheimer's Disease International, 2010.
- RABELO, Thallita Kelly. **Caracterização redox-ativa do ácido úrico e seu efeito citotóxico em células SH-SY5Y**. 2012. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2012.
- ROSSATO, Rafaella Carvalho *et al.* Hydrocortisone cytoresores oxidative stress-induced neuroblastoma. **Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association**, v. 15, n. 7, p. 642, 2019.
- SALLES, Geisa Nogueira *et al.* A novel bioresorbable device as a controlled release system for protecting cells from oxidative stress from Alzheimer's Disease. **Molecular neurobiology**, v. 54, n. 9, p. 6827-6838, 2017.
- SALLES, Geisa Nogueira, et al. Prolonged Drug-Releasing Fibers Attenuate Alzheimer's Disease-like Pathogenesis. **ACS Applied materials & interfaces**, v. 10, n. 43, p. 36693-36702, 2018.
- SALLES, Geisa Nogueira *et al.* Neuroprotective and restorative properties of the GLP-1/GIP dual agonist DA-JC1 compared with a GLP-1 single agonist in Alzheimer's disease. **Neuropharmacology**, v. 162, 2020.
- SOARES, António José de Almeida; ALVES, Maria da Graça Pereira. Cortisol como variável em psicologia da saúde. **Psicologia, Saúde & Doenças**, v. 7, n. 2, p. 165-177, 2006.

Recebido em 06/2020. Aceito para publicação em 07/2020.

## PREVALÊNCIA DE BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES NA CAVIDADE NASAL DE EQUINOS ASSINTOMÁTICOS PARA DOENÇAS RESPIRATÓRIAS

## PREVALENCE OF MULTIDRUG-RESISTANT BACTERIA IN THE NASAL CAVITY OF HORSES ASYMPTOMATIC FOR RESPIRATORY DISEASES

Kedma Lorena da Silva Santos<sup>1</sup>

João Vitor Stefanin Fuzatti<sup>2</sup>

Richer Costa Camargo<sup>3</sup>

Michel dos Santos Pinto<sup>4</sup>

Tainara Kossakowski Silva<sup>5</sup>

Danila Fernanda Rodrigues Frias<sup>6</sup>

**Resumo:** O uso da antibioticoterapia em animais, na maioria das vezes, ocorre de maneira desorientada, o que colabora para o aumento da resistência microbiana. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a prevalência de bactérias multirresistentes na cavidade nasal de equinos assintomáticos para doenças respiratórias. Foram coletadas amostras de swab nasal de 50 equinos assintomáticos para doenças respiratórias. As amostras foram semeadas em placas de Petri contendo ágar sangue e ágar MacConkey, incubadas em aerobiose e microaerofilia a 37°C por 48 horas. As culturas puras foram submetidas à identificação segundo as características morfológicas, morfotintórias e bioquímico-fisiológicas convencionais. Também foi realizada a verificação da susceptibilidade antimicrobiana *in vitro* e em seguida calculado o índice de resistência múltipla. Das amostras analisadas foram isolados *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus coagulase negativa*, *Streptococcus spp*, *Micrococcus spp*, *Enterobacter spp* e *Escherichia coli*. O gênero *Staphylococcus* e *Streptococcus* demonstraram resistência total e intermediária a praticamente todos os antibióticos testados; o gênero *Enterobacter* aos  $\beta$ -lactâmicos, cefalosporinas, monobactam, quinolonas, anfenicóis, sulfazamidas, e aminoglicosídeos (amicacina e tobramicina); e *E. coli* aos  $\beta$ -lactâmicos, algumas cefalosporinas, monobactam, quinolonas, aminoglicosídeos, anfenicóis, sulfazamidas e tetraciclina. Todas as cepas analisadas apresentaram multirresistência. Conclui-se que equinos hígidos sem alteração respiratória, possuem microrganismos com potencial patogênico em suas fossas nasais. Além disso, o alto índice de resistência microbiana é preocupante e serve de alerta para o possível uso indiscriminado de antibióticos, o qual pode afetar a saúde animal e dos seres humanos.

**Palavras-chave:** Antibioticoterapia; multirresistência; resistência microbiana; saúde pública; equídeos.

**Abstract:** The application of antibiotic therapy in animals is mostly performed without orientation, which contributes to increasing microbial resistance. In this scenario, the present study was conducted to examine the prevalence of multidrug-resistant bacteria in the nasal cavity of horses asymptomatic for respiratory diseases. Nasal swab samples were collected from 50 horses asymptomatic for respiratory diseases. The samples were cultivated in Petri dishes containing blood agar and MacConkey agar, where they were incubated under aerobic and microaerophilic conditions at 37 °C for 48 h. Pure cultures were subjected to identification for conventional colony-morphological, staining-morphological and biochemical-physiological traits. In addition, *in vitro* antimicrobial susceptibility was tested and the multidrug resistance index was

<sup>1</sup> Universidade Brasil, Brasil. E-mail: kedmalorenay@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Brasil, Brasil. E-mail: joaovitor\_fuzati@hotmail.com.

<sup>3</sup> Universidade Brasil, Brasil. E-mail: richercamargo69@gmail.com.

<sup>4</sup> Universidade Brasil, Brasil. E-mail: michelsantos151@hotmail.com.

<sup>5</sup> Universidade Brasil, Brasil. E-mail: tainarakossakowski@gmail.com.

<sup>6</sup> Professor Titular Mestrado Ciências Ambientais, Universidade Brasil, Brasil. E-mail: danila.frias@universidadebrasil.edu.br.

*calculated. Staphylococcus aureus, coagulase-negative Staphylococcus, Streptococcus spp., Micrococcus spp., Enterobacter spp. and Escherichia coli were isolated from the analyzed samples. In terms of antimicrobial resistance, the genus Staphylococcus showed resistance to all of the antibiotics tested, except linezolid; the genus Streptococcus, to  $\beta$ -lactams, tetracyclines and glycopeptides; Enterobacter, to  $\beta$ -lactams, cephalosporins, monobactam, quinolones, amphenicols, sulfozamides and aminoglycosides (amicacine and tobramycin); and E. coli, to  $\beta$ -lactams, some cephalosporins, monobactam, quinolones, aminoglycosides, amphenicols, sulfonamides and tetracycline. All analyzed strains exhibited multidrug resistance. In conclusion, healthy horses without respiratory alterations have microorganisms with pathogenic potential in their nasal cavities. Additionally, the high level of microbial resistance is worrying and serves as a warning for the possible indiscriminate use of antibiotics, which can affect animal and human health.*

**Keywords:** Antibiotic therapy; microbial resistance; multidrug resistance; public health; equidae.

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de antimicrobianos para tratamento e profilaxia de doenças infecciosas em animais e seres humanos ocorre mundialmente. Porém, na maioria das vezes, o seu uso não segue as recomendações, sendo feito de maneira desorientada. Desta forma, o uso incorreto, que ocorre principalmente em animais, colabora para o aumento da resistência antimicrobiana (ARIAS; MAIO CARRILHO, 2012).

A resistência antimicrobiana desenvolvida por meio do uso inadequado de antibióticos em animais é refletida também nos seres humanos, uma vez que, muitas classes desses medicamentos podem ser utilizadas para ambas as espécies. Sendo assim, é possível observar com maior frequência falhas terapêuticas que constituem grande risco à saúde animal e à saúde pública (ARIAS; MAIO CARRILHO, 2012).

O uso de antimicrobianos na medicina veterinária se faz necessário para o controle de doenças, a fim de garantir o bem estar animal. Além disso, auxilia na melhoria da produtividade, na prevenção da ocorrência de zoonoses, na promoção de crescimento, na redução de toxinfecções alimentares, entre outros fatores. Por isso, tais medicamentos são de extrema importância na prática desse segmento (BORBA, 2018).

Entre as principais enfermidades animais tratadas com antimicrobianos encontram-se as gastrintestinais, respiratórias, cutâneas e reprodutivas. Em equinos, salientam-se ainda as infecções musculoesqueléticas, oculares, além da profilaxia operatória (ROBINSON; SPRAYBERRY, 2009). Quando ocorre a resistência antimicrobiana de alguns destes agentes patogênicos causadores destas doenças, a seleção empírica dos antimicrobianos torna-se difícil, o que prejudica a eficiência do tratamento (SFACIOTTE *et al.*, 2014).

Altas taxas de resistência a antimicrobianos já foram relatadas em isolados bacterianos provenientes de equinos, sendo as drogas mais resistentes nas cepas estudadas a penicilina, amoxicilina, ampicilina, estreptomomicina, neomicina, tobramicina, eritromicina, clindamicina, rifampicina, tetraciclina, cefalotina, ceftriaxona, gentamicina, doxaciiclina, sulfametoxazol, amoxicilina associado a ácido clavulônico, amicacina, azitromicina e cloranfenicol (SFACIOTTE *et al.*, 2014).

Nos hospitais veterinários existe o contato direto entre os animais e os seres humanos. Estudos sugerem que bactérias multirresistentes presentes no ambiente podem ser transmitidas aos seres humanos, principalmente por meio das mãos, vestimentas, fômites utilizados na rotina e, até mesmo por meio dos produtos animais e seus derivados. Dessa forma, a disseminação bacteriana ocorre entre estes dois grupos de maneira relevante (TORRES, 2019). Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a prevalência de bactérias multirresistentes na cavidade nasal de equinos assintomáticos para doenças respiratórias internados em ambiente hospitalar.

## 2 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi desenvolvida no laboratório de Microbiologia da Universidade Brasil, Campus Fernandópolis, São Paulo. O projeto foi encaminhado ao Comitê de Ética para Uso de Animais (CEUA/Universidade Brasil) e o mesmo foi aprovado sob o nº IC18-19/001.

Foram coletadas amostras de 50 equinos assintomáticos para doenças respiratórias, sendo estes sem raça definida e, com idade entre 12 e 24 meses, atendidos no Hospital Veterinário da Universidade Brasil, situado na cidade de Fernandópolis, São Paulo, entre os meses de maio a junho de 2019.

Os equinos utilizados para o estudo eram avaliados pelo médico veterinário responsável pelo setor, mediante realização de exame clínico completo. A partir disso, os animais que não possuíam nenhuma alteração respiratória eram selecionados para coleta de material para realização deste estudo.

O material foi colhido após prévia higienização da área com álcool 70%, por meio da introdução de *swab* estéril que foi friccionado na mucosa de uma das narinas. As amostras foram colhidas em duplicata e acondicionadas em tubos de ensaio estéreis, levadas ao laboratório em caixa isotérmica e seguidas de processamento imediato.

Para realização da cultura, as amostras foram semeadas em placas de Petri contendo meio base de ágar sangue, acrescido de 10% de sangue de ovino desfibrinado e ágar MacConkey, incubadas em aerobiose e microaerofilia a 37°C, em estufa bacteriológica por 48 horas.

Dado o período de incubação houve a obtenção de culturas puras, as quais foram submetidas à identificação preliminar segundo as características morfocoloniais e morfotintoriais. Posteriormente, cada grupo bacteriano foi identificado pelas características bioquímico-fisiológicas convencionais.

Após o isolamento e identificação bacteriana, foi realizada a verificação da susceptibilidade antimicrobiana *in vitro* por meio do método Kirby Bauer Modificado (BAUER *et al.*, 1966). As colônias isoladas foram inoculadas em Agar Muller Hinton e incubadas por 24h a 36°C. Foram avaliados os seguintes antimicrobianos para bactérias

Gram positivas: Ampicilina (10µg); Azitromicina (15µg); Ciprofloxacina (5µg); Clindamicina (2µg); Cloranfenicol (30µg); Eritromicina (15µg); Gentamicina (10µg); Oxacilina (1µg); Cefoxitina (30µg); Linezolida (30µg); Penicilina G (10µg); Rifampicina (5µg); Sulfazotrim (25µg); Tetraciclina (30µg) e Vancomicina (30µg);

Para bactérias Gram negativas: Ciprofloxacina (5µg), Gentamicina (10µg), Sulfametoxazol + Trimetoprim (23,75/1,25 µg), Cloranfenicol (30 µg), Ceftazidima (30 µg), Ampicilina (10 µg), Amicacina (30 µg), Tobramicina (10 µg), Tetraciclina (30 µg), Ceftriaxona (30 µg), Cefepime (30 µg), Amoxicilina + Clavulanato (10 µg), Aztreonam (30 µg), Cefoxitina (30 µg) e Cefotaxima (30 µg).

Os halos de inibição de crescimento foram medidos e interpretados segundo parâmetros pré-estabelecidos do CLSI (CLSI, 2012). O cálculo do índice de resistência múltipla aos antimicrobianos (IRMA) foi realizado por meio da razão entre o número de antibióticos aos quais o isolado foi resistente e o número de antibióticos ao qual o isolado foi exposto. Quando o IRMA se encontra superior a 0,2, caracteriza-se a multirresistência (KRUMPERMAN, 1983).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às bactérias isoladas da cavidade nasal de equinos sem doença respiratória aparente, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição da frequência dos microrganismos isolados das fossas nasais de equinos assintomáticos para doenças respiratórias internados em ambiente hospitalar, 2019.

Microrganismo	Total Amostras Positivas	%
<i>Staphylococcus aureus</i>	42	84%
<i>Staphylococcus coagulase negativa</i>	28	56%
<i>Streptococcus spp</i>	12	24%
<i>Micrococcus spp</i>	26	52%
<i>Enterobacter spp</i>	12	24%
<i>Escherichia coli</i>	10	20%

Fonte: Os autores.

A presença de microrganismos na cavidade nasal de equinos hígdos já foi descrita por outros autores, que citaram com maior frequência encontrar os gêneros *Streptococcus spp*, *Staphylococcus spp*, *Actinobacillus sp*, *Bacillus sp*, *Escherichia coli*, *Proteus sp*, *Bordetella sp*, *Pseudomonas sp*, *Enterobacter spp*, *Klebsiella sp*, *Micrococcus sp*, *Nocardia sp*, dentre outros (DARIEN *et al.*, 1990; FERNANDES *et al.*, 2011).

Bactérias do gênero *Streptococcus spp*, *Staphylococcus spp* e enterobacterias são microrganismos geralmente encontrados na nasofaringe dos equinos (DARIEN *et al.*, 1990). Desta forma, quando avalia-se equinos hígdos, geralmente, todos os animais apresentam cultura positiva para pelo menos uma espécie bacteriana (DUARTE, 2007).

De todos os animais avaliados, isolou-se pelo menos um gênero microbiano. Dentre eles, 83% eram cocos Gram positivos dos gêneros *Staphylococcus*, *Streptococcus* e *Micrococcus*, e 17% Gram negativos, representados por *Enterobacter* spp e *Escherichia coli*. Estudo realizado por Duarte (2007), constatou que 40% dos microrganismos isolados de cavidade nasal de equinos sadios eram grupos de cocos Gram positivos dos gêneros *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* e *Micrococcus*, gêneros estes semelhantes aos encontrados neste estudo.

É importante salientar que alguns gêneros encontrados na atual pesquisa compreendem microrganismos frequentemente relatados como causadores de pneumonia em equinos, e podem provocar sérios danos à saúde humana (RACKLYEFT; LOVE, 2000).

Dentre os microrganismos isolados, o gênero *Staphylococcus* foi o de maior prevalência. Estes colonizam naturalmente os seres humanos e animais, podendo ser adquiridos logo após o nascimento e, manter a colonização por toda vida. Indivíduos imunossuprimidos, portadores de doenças crônicas, trabalhadores da área da saúde e animais, são os mais comuns portadores deste tipo de microrganismo. Vale ressaltar que esse gênero possui grande facilidade de disseminação em ambientes hospitalares por se adaptar às condições de sobrevivência neste local (CARTER *et al.*, 2005; CAVALCANTI *et al.*, 2006).

Em estudo realizado por Fernandes *et al.* (2011), o qual avaliou a microbiologia de lavados traqueobrônquicos de equinos clinicamente sadios, 35,3% dos animais avaliados também apresentaram o microrganismo *Staphylococcus* coagulase negativa. Assim como na pesquisa de Duarte (2007) que constatou a presença deste gênero em 16% das amostras analisadas.

*Staphylococcus* spp. também foram isolados de equinos com alterações morfofuncionais e portadores de infecções bacterianas e virais do trato respiratório anterior, de animais com broncopneumonia bacteriana e com obstrução recorrente das vias aéreas (FERNANDES *et al.*, 2011). Além disso, já foi isolado de animais com processos pneumônicos com choque tóxico, abscessos pulmonares e botriomicoses pulmonares (MILLER *et al.*, 2001; HOLBROOK *et al.*, 2003). Este microrganismo é extremamente importante, pois pode provocar doenças nos seres humanos que podem apresentar desde uma infecção simples, como espinhas e furúnculos, até doenças graves, como pneumonia, meningite, endocardite, síndrome do choque tóxico e septicemia (SANTOS; MICHELOTTO-JÚNIOR; KOZEMJAKIN, 2007).

O segundo gênero de maior prevalência foi o *Micrococcus*. Este grupo geralmente é composto por agentes não patogênicos e que colaboram com o equilíbrio da microbiota natural local, raramente sendo precursores de casos de pneumonia. Este gênero já foi isolado em lavados traqueais de equinos sadios e de indivíduos com alterações morfofuncionais e portadores de infecções bacterianas e virais do trato respiratório anterior, com broncopneumonia bacteriana e com quadro alérgico

(FERNANDES *et al.*, 2011).

Outro gênero detectado nesta pesquisa foi o *Streptococcus*. Dentre os isolados neste trabalho, 72% eram *Streptococcus*  $\beta$ -hemolíticos e 28% *Streptococcus*  $\alpha$ -hemolíticos.

Pesquisa realizada por Duarte (2007), revelou a presença de *Streptococcus*  $\beta$ -hemolíticos e  $\alpha$ -hemolíticos em 7% das amostras avaliadas provenientes de equinos hígidos. Assim como na pesquisa de Fernandes *et al.* (2011) que detectaram a presença de *Streptococcus*  $\beta$ -hemolíticos e  $\alpha$ -hemolíticos em equinos sadios, com alterações morfofuncionais do trato respiratório anterior e em animais com broncopneumonia bacteriana, e apenas *Streptococcus*  $\alpha$ -hemolíticos foram isolados de equinos com infecções bacterianas do trato respiratório anterior.

*Streptococcus* spp são facilmente isolados de mucosas do trato respiratório e em superfície corpórea de equinos, por isso, grande parte das infecções causadas por este gênero é oportunista (QUIN *et al.*, 2019). Mesmo sendo encontrados na microbiota comum, eles representam riscos, pois possuem potencial patogênico para os pulmões (RACKLYEFT; LOVE, 2000). Equinos jovens, em início de treinamento, mesmo considerados clinicamente sadios, podem demonstrar algum tipo de distúrbio respiratório provocado por bactérias do gênero *Streptococcus* (SANTOS; MICHELOTTO-JÚNIOR; KOZEMJAKIN, 2007).

Este agente é patogênico e muito importante para a saúde pública pois pode causar faringite, pneumonia, sepse, endocardite e até meningite em seres humanos (BRAGA *et al.*, 2008). Nos equinos, os *Streptococcus*  $\beta$ -hemolíticos são os microrganismos mais frequentemente isolados em casos de broncopneumonia e doença respiratória inflamatória (SILVA, 2011).

Com relação aos microrganismos Gram negativos encontrados nesta pesquisa, o gênero *Enterobacter* foi o de maior ocorrência. Este gênero também foi relatado no trabalho de Fernandes *et al.* (2011), que isolou este microrganismo de equinos sadios, portadores de infecções bacterianas do trato respiratório anterior e com obstrução recorrente das vias aéreas. Duarte (2007) também relatou que 21% dos animais sadios analisados possuíam este gênero bacteriano nas fossas nasais.

O gênero *Enterobacter* é comumente encontrado na traqueia e nasofaringe dos equídeos (DARIEN *et al.*, 1990). Porém, de forma oportunista, pode ocasionar alterações pulmonares nos cavalos. Nos seres humanos, geralmente atuam também de forma oportunista principalmente em pessoas submetidas a antibioticoterapia, procedimentos invasivos e também portadores de doenças crônicas, como o diabetes (FERNANDES; VAZ FERNANDES; RIBEIRO FILHO, 2000)

Outro agente Gram negativo identificado nas fossas nasais de equinos sadios neste trabalho foi *Escherichia coli*. O isolamento desta bactéria de nasofaringe de equinos sadios já foi relatada por outros autores (DUARTE, 2007; FERNANDES *et al.*,



2011). Geralmente, este microrganismo está presente na traqueia de animais sadios e atua de forma oportunista, podendo desencadear quadros de pneumonias nos equinos (DARIEN *et al.*, 1990).

Este patógeno também é encontrado no intestino de animais e seres humanos de forma comensal, porém, algumas cepas são patogênicas e devido aos diferentes mecanismos de virulência que possuem, eles podem causar diversas doenças nos animais e seres humanos (VERONESI; FOCACCIA, 2005; NAKAZATO *et al.*, 2009).

Com relação a avaliação da susceptibilidade antimicrobiana dos agentes isolados nesta pesquisa, os resultados referentes ao gênero *Staphylococcus* estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Susceptibilidade antimicrobiana do gênero *Staphylococcus* isolados de fossas nasais de equinos assintomáticos para doenças respiratórias internados em ambiente hospitalar, 2019.

ANTIBIÓTICO	RESISTENTE	INTERMEDIÁRIO	SUSCEPTÍVEL
<i>Ampicilina (10µg)</i>	100%	-	-
<i>Oxacilina (1µg)</i>	100%	-	-
<i>Penicilina G (10µg)</i>	100%	-	-
<i>Cefoxitina (30µg)</i>	100%	-	-
<i>Azitromicina (15µg)</i>	68,75%	6,25%	25%
<i>Eritromicina (15µg)</i>	31,25%	68,75%	-
<i>Ciprofloxacina (5µg)</i>	81,25%	6,25%	12,5%
<i>Clindamicina (2µg)</i>	100%	-	-
<i>Cloranfenicol (30µg)</i>	50%	12,5%	37,5%
<i>Gentamicina (10µg)</i>	75%	25%	-
<i>Linezolida (30µg)</i>	25%	-	75%
<i>Rifampicina (5µg)</i>	31,25%	31,25%	37,5%
<i>Sulfazotrim (25µg)</i>	37,5%	18,75%	43,75%
<i>Tetraciclina (30µg)</i>	75%	18,75%	3,75%

Fonte: Os autores.

Pode-se observar que o gênero *Staphylococcus* demonstrou resistência total e intermediária a praticamente todos os antibióticos testados. Fato este que pode estar relacionado a grande capacidade de desenvolvimento de resistência a antibióticos que o microrganismo possui (KLEVENS *et al.*, 2006). Além disso, este microrganismo é muito importante para a saúde pública e os equinos podem possuir este patógeno com elevado grau de resistência a antibióticos e transmiti-los facilmente aos seres humanos (WEESE *et al.*, 2006).

Avaliando a classe dos antibióticos testados, notou-se 100% das cepas isoladas apresentaram resistência aos  $\beta$ -lactâmicos. Estes antibióticos foram muito utilizados para o combate do gênero *Staphylococcus* durante muito tempo, desta forma, devido a pressão exercida sobre estes microrganismos por estes fármacos, o aparecimento de resistência ocorreu de forma precoce (LLARRULL; FISHER; MOBASHERY, 2009). A alta

resistência aos  $\beta$ -lactâmicos por microrganismos do gênero *Staphylococcus* já foi relatada por vários autores, corroborando esta pesquisa (COSTA et al., 2012; FARIÑA et al., 2013; NOEL et al., 2016; CASTELLANO-GONZALEZ et al., 2018).

De acordo com Sawant, Gillespie e Oliver (2009), a oxacilina pode ser utilizada como padrão de interpretação de resistência do gênero *Staphylococcus* a meticilina, e segundo o CLSI (2012), os resultados obtidos para sensibilidade a oxacilina podem ser extrapolados aos outros  $\beta$ -lactâmicos. Desta forma, nesta pesquisa, todas as amostras apresentaram resistência a oxacilina, podendo então ser consideradas todas resistentes a meticilina e aos demais  $\beta$ -lactâmicos.

*Staphylococcus* resistentes a meticilina é o patógeno de maior prevalência em hospitais, e notou-se nos últimos anos, aumento relevante de casos de infecções comunitárias por este patógeno (MARCO, 2004). Esta informação é muito importante, pois atualmente ocorreu o aumento do isolamento de cepas de *Staphylococcus* spp. resistentes a meticilina associadas a resistência a outros antibióticos, como a eritromicina, tetraciclina, aminoglicosídeos, quinolonas e cloranfenicol, o que dificulta o tratamento de afecções provocadas por este microrganismo (CASTELLANO-GONZALEZ et al., 2018).

Outros grupos de antibióticos que apresentaram taxas elevadas de resistência (acima de 75%) neste estudo foram os macrolídeos, quinolonas, lincosaminas, aminoglicosídeos e tetraciclina. Outras pesquisas também demonstraram taxas elevadas de resistência antimicrobiana de *Staphylococcus* spp, como Gade; Qazi (2013) que relataram 92,5% de resistência a quinolonas, Noel et al. (2016) detectaram 57% de resistência a quinolonas, 56% a tetraciclina, 17,9% a macrolídeos e 14,9% a aminoglicosídeos, assim como Silva (2012) constatou 18% de resistência a aminoglicosídeos.

Com relação aos anfenicóis (cloranfenicol), ansamicinas (rifampicina) e sulfozamidas, esta pesquisa revelou resistência total e intermediária em mais de 50% dos *Staphylococcus* spp. isolados. Morales; Yaneth; Chávez (2012) relataram resistência ao cloranfenicol de 30,8% das amostras de *Staphylococcus* spp isoladas, e Oliveira (2019), 12,5% das amostras. Já Perazzi et al. (2012) encontraram apenas 10% dos *Staphylococcus* spp. resistentes a rifampicina, enquanto Oliveira (2019) detectou 12,5% dos isolados resistentes a rifampicina, e nenhum a sulfozamidas.

O antibiótico que apresentou melhor eficácia foi a Linezolida (75%). Carvalho et al. (2019) também relataram em sua pesquisa 100% das amostras de *Staphylococcus* spp sensíveis a Linezolida. Já, estudo realizado por Castellano-Gonzalez et al. (2018) revelou sensibilidade maior frente aos aminoglicosídeos, diferindo dos dados encontrados neste trabalho.

Quando analisado o IRMA, notou-se que todas as estirpes de microrganismos do gênero *Staphylococcus* apresentaram multirresistência, com média de IRMA 0.65

(mínimo 0.35, máximo 0.85). Carvalho *et al.* (2019) também constataram multirresistência dos isolados de *Staphylococcus* spp analisados em sua pesquisa. Assim como Mesquita *et al.* (2019) que isolou este gênero bacteriano e encontrou IRMA médio de 0.31 (0.0 a 0.76).

O perfil de multirresistência encontrado neste trabalho é preocupante devido à gravidade a saúde pública, pois os equinos demonstraram ser portadores de *Staphylococcus* spp multirresistentes tornando-se reservatórios e fontes de transmissão ao ser humano, tanto em ambientes hospitalares, como em manejos diários realizados pelos tratadores e tutores destes animais.

Na Tabela 3 estão descritos os resultados referentes a susceptibilidade antimicrobiana dos isolados do gênero *Streptococcus*.

Tabela 3 - Susceptibilidade antimicrobiana do gênero *Streptococcus* isolados de fossas nasais de equinos assintomáticos para doenças respiratórias internados em ambiente hospitalar, 2019.

ANTIBIÓTICO	RESISTENTE	INTERMEDIÁRIO	SUSCEPTÍVEL
<i>Ampicilina (10µg)</i>	100%	-	-
<i>Penicilina G (10µg)</i>	100%	-	-
<i>Azitromicina (15µg)</i>	66,8%	16,6%	16,6%
<i>Eritromicina (15µg)</i>	66,8%	16,6%	16,6%
<i>Clindamicina (2µg)</i>	83,4%	-	16,6%
<i>Cloranfenicol (30µg)</i>	83,4%	16,6%	-
<i>Linezolida (30µg)</i>	83,4%	-	16,6%
<i>Rifampicina (5µg)</i>	83,4%	-	16,6%
<i>Tetraciclina (30µg)</i>	100%	-	-
<i>Sulfazotrim (25µg)</i>	83,4%	16,6%	-
<i>Vancomicina (30µg)</i>	100%	-	-

Fonte: Os autores.

Pode-se observar que o gênero *Streptococcus* isolados de fossas nasais de equinos hígidos demonstrou elevado grau de resistência (acima de 60%) a todos os antibióticos avaliados.

Para a classe dos  $\beta$ -lactâmicos, tetraciclina e glicopeptídeos, as cepas isoladas foram 100% resistentes. As licosaminas, anfenicóis, oxazolidinonas, sulfozamidias e ansamicinas testadas apresentaram acima de 80% de resistência. Mesquita *et al.* (2019) relataram elevada resistência (próximo a 100%) frente à  $\beta$ -lactâmicos, licosaminas e aminoglicosídeos. Assim como Pansani *et al.* (2016) descreveram resistência de 63% à tetraciclina e Manzoor *et al.* (2008) sugeriu índice de 100% de resistência à tetraciclina.

Os macrolídeos apresentaram elevada resistência total e intermediária na atual pesquisa, assim como no trabalho de Silva (2015), que relataram a elevada resistência aos macrolídeos e também as tetraciclina.

Neste estudo, dentre os antibióticos testados, não foi encontrado eficiência contra

o gênero *Streptococcus*. Já na pesquisa de Mesquita *et al.* (2019), mostrou-se efetivos os anfenicóis (florfenicol) e sulfozamidas (sulfazotrim).

Ao analisar o IRMA, todas as estirpes de microrganismos do gênero *Streptococcus* testadas apresentaram multirresistência, com IRMA variando de 0.7 a 1.0 (média 0.93). Mesquita *et al.* (2019) encontraram em sua pesquisa IRMA médio de 0.62 com variação de 0.19 a 0.90.

Na Tabela 4 estão descritos os resultados referentes a susceptibilidade antimicrobiana das cepas isoladas do gênero *Enterobacter*.

Tabela 4 - Susceptibilidade antimicrobiana do gênero *Enterobacter* isolados de fossas nasais de equinos assintomáticos para doenças respiratórias internados em ambiente hospitalar, 2019.

ANTIBIÓTICO	RESISTENTE	INTERMEDIÁRIO	SUSCEPTÍVEL
<i>Ampicilina (10µg)</i>	100%	-	-
<i>Amoxicilina + Clavulanato (30µg)</i>	66,7%	-	33,3%
<i>Ceftazidima (30µg)</i>	66,7%	-	33,3%
<i>Cefepime (30µg)</i>	66,7%	-	33,3%
<i>Cefotaxima (30µg)</i>	100%	-	-
<i>Cefoxitina (30µg)</i>	100%	-	-
<i>Ceftriaxona (30µg)</i>	33,3%	33,3%	33,4%
<i>Aztreonam (30µg)</i>	33,3%	66,7%	-
<i>Ciprofloxacina (5µg)</i>	66,7%	33,3%	-
<i>Amicacina (30µg)</i>	-	66,7%	33,3%
<i>Tobramicina (10µg)</i>	33,3%	33,3%	33,4%
<i>Gentamicina (10µg)</i>	-	-	100%
<i>Cloranfenicol (30µg)</i>	33,3%	33,3%	33,4%
<i>Sulfametoxazol + Trimetoprim (23,75/1,25µg)</i>	66,7%	-	33,3%
<i>Tetraciclina (30µg)</i>	33,3%	-	66,7%

Fonte: Os autores.

Todas as amostras isoladas do gênero *Enterobacter* apresentaram resistência total ou intermediária (acima de 60%) para os  $\beta$ -lactâmicos, cefalosporinas, monobactam, quinolonas, anfenicóis, sulfozamidas, e alguns exemplares de aminoglicosídeos (amicanina e tobramicina). Em pesquisa realizada por Braga (2011), o gênero *Enterobacter* apresentou resistência elevada as cefalosporinas, assim como no trabalho de Soares *et al.* (2016). Monteiro; Zyban; Sidat (2011), e Soares *et al.* (2017), detectaram resistência frente aos  $\beta$ -lactâmicos. Todas as cepas isoladas do gênero *Enterobacter* apresentou multirresistência com IRMA de 0.53 a 0.86 (média 0.66).

Os antibióticos que demonstraram eficácia as cepas do gênero *Enterobacter* isoladas foram a gentamicina (100%), e tetraciclina (66,7%). Estes dados diferem dos citados por Lima; Veiga (2018), que detectaram eficácia das fluoroquinolonas (ciprofloxacina e norfloxacina), porém Pinheiro, Coitinho e Stopiglia (2017) afirmou a

sensibilidade de *Enterobacter* spp a gentamicina.

Com relação aos resultados referentes a resistência antimicrobiana de *E. coli* isoladas das amostras analisadas nesta pesquisa, os dados estão expostos na Tabela 5.

Tabela 5 - Susceptibilidade antimicrobiana de *E. coli* isolados de fossas nasais de equinos assintomáticos para doenças respiratórias internados em ambiente hospitalar, 2019.

ANTIBIÓTICO	RESISTENTE	INTERMEDIÁRIO	SUSCEPTÍVEL
<i>Ampicilina (10µg)</i>	66,7%	33,3%	-
<i>Amoxicilina + Clavulanato (30µg)</i>	66,7%	33,3%	-
<i>Ceftazidima (30µg)</i>	33,3%	66,7%	-
<i>Cefepime (30µg)</i>	-	-	100%
<i>Cefotaxima (30µg)</i>	-	100%	-
<i>Cefoxitina (30µg)</i>	33,3%	33,3%	33,4%
<i>Ceftriaxona (30µg)</i>	-	-	100%
<i>Aztreonam (30µg)</i>	33,3%	33,3%	33,4%
<i>Ciprofloxacina (5µg)</i>	33,3%	33,3%	33,4%
<i>Amicacina (30µg)</i>	-	100%	-
<i>Tobramicina (10µg)</i>	33,3%	33,3%	33,4%
<i>Gentamicina (10µg)</i>	66,7%	33,3%	-
<i>Cloranfenicol (30µg)</i>	66,7%	33,3%	-
<i>Sulfametoxazol + Trimetoprim (23,75/1,25µg)</i>	66,7%	-	33,3%
<i>Tetraciclina (30µg)</i>	66,7%	33,3%	-

Fonte: Os autores.

*E. coli* apresentou resistência total e intermediária aos  $\beta$ -lactâmicos, algumas cefalosporinas, monobactam, quinolonas, aminoglicosídeos, anfenicóis, sulfozâmidas e tetraciclina. Mota; Oliveira; Souto (2018) relataram resistência de *E. coli* entre 50% a 70% para ampicilina e ciprofloxacina, 30% a 40% para ácido nalidíxico, trimetopim/sulfametoxazol, norfloxacina, cefuroxima, ceftriaxona, cefepime e cefalotina. Carneiro *et al.* (2017), também confirmaram resistência para amicacina, ceftiofur, cefatoxime, ciprofloxacina e gentamicina.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, *E. coli* está classificada como prioridade crítica de resistência, por isso existe a necessidade urgente de produção de novos antibióticos (WHO, 2017).

Apresentaram efeito inibitório contra *E. coli* duas cefalosporinas (Cefepime e Ceftriaxona). Em pesquisa realizada por Gonçalves *et al.* (2019) foi detectada sensibilidade a cefaloxina e ciprofloxacina, assim como no estudo de Mota; Oliveira; Souto (2018) que relataram sensibilidade a cefoxitina, ceftazidimina e gentamicina, dados estes que diferiram deste estudo.

Todas as estirpes de *E. coli* avaliadas apresentaram multirresistência com IRMA

de 0.6 a 0.73 (média 0.66). Carneiro *et al.* (2017) relataram 8% das cepas de *E. coli* isoladas multirresistentes, enquanto Schoster *et al.* (2012) detectaram 2,6%, e Clark *et al.* (2008), não encontraram cepas de *E. coli* multirresistentes. Dados semelhantes ao desta pesquisa foi relatado por Mota; Oliveira; Souto (2018) que informaram a elevada multirresistência de estirpes de *E. coli* avaliadas.

Todos os microrganismos discutidos neste trabalho foram isolados de equinos hípidos, que são manejados pelos tratadores, proprietários e neste caso, por funcionários do hospital veterinário. Deste modo, cuidados com o manejo dos animais é imprescindível, pois estes patógenos podem causar danos à saúde humana. Além disso, os resultados são preocupantes devido ao elevado índice de resistência múltipla bacteriana aos antibióticos testados.

Um estudo realizado em um centro cirúrgico veterinário revelou presença de bactérias multirresistentes Gram-positivas e Gram-negativas que foram responsáveis por provocar infecções hospitalares da mesma forma que ocorre na medicina humana (AIELLO *et al.*, 2007). Por isso o cuidado em manejar os animais é imprescindível.

Muitos microrganismos podem permanecer no ambiente mesmo após a desinfecção e serem veiculados pelos profissionais, em suas mãos, luvas, vestimentas, equipamentos (FERREIRA *et al.*, 2015). Além disso, muitos trabalhadores estão em contato constante com indivíduos colonizados por bactérias multirresistentes, onde podem se transformar em reservatórios e disseminadores destes patógenos, e também adquirir resistência aos antimicrobianos utilizados para o combate a estes microrganismos (FRACAROLI; OLIVEIRA; MARZIALE, 2017).

Para evitar este tipo de problema, medidas de proteção devem ser executadas por meio do uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) adequado a prática laboral exercida. Dentre os EPIs podemos citar o uso de luvas, máscaras, avental e óculos de proteção como obrigatórios na manipulação de pacientes que possuam microrganismos multirresistentes (BRASIL, 1978). Como neste estudo foi encontrado microrganismos multirresistentes em indivíduos sadios, deve-se sempre fazer uso de EPIs ao manipular qualquer animal.

Outra questão importante é o reconhecimento do profissional de saúde em relação a problemática da resistência aos antimicrobianos, e que sua solução requer esforços de vários segmentos, como os médicos, veterinários, produtores, farmacêuticos (UMBER; BENDER, 2009). Desta forma, deve-se entender a epidemiologia dos patógenos, aliado a interação ser humano e animal e o uso correto dos antibióticos em todas as espécies (WEESE; DUIJKEREN, 2010).

#### 4 CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho pode-se concluir que, mesmo em equinos hípidos e sem alteração respiratória, isolou-se microrganismos com potencial patogênico de

suas fossas nasais, Gram negativos e Gram positivos, com destaque para o gênero *Staphylococcus*, *Streptococcus* e *Enterobacter*. Portanto, durante a manipulação dos animais, existe o risco eminente de transmissão destes patógenos aos seres humanos. Desta forma, é extremamente necessário a utilização de EPIs pelos responsáveis em manipular animais visando a prevenção do contágio.

Além disso, o alto índice de resistência microbiana é preocupante e serve de alerta para o possível uso indiscriminado de antibióticos, o qual pode resultar em graves falhas de tratamento, afetando diretamente a saúde animal e dos seres humanos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pela concessão da bolsa e a Universidade Brasil pela disponibilização do laboratório de microbiologia e hospital veterinário.

## REFERÊNCIAS

- AIELLO, G. *et al.* Determinação dos índices de infecção hospitalar em um centro cirúrgico universitário veterinário de pequenos animais. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, n. 2, p. 354s-356s, 2007.
- ARIAS, M. V. B.; MAIO CARRILHO, C. M. D. Resistência antimicrobiana nos animais e no ser humano. Há motivo para preocupação? **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 775-790, 2012.
- BAUER, A.W. *et al.* Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. **American Journal Clinical Pathology**, v. 45, n. 4, p. 493-496, 1966.
- BORBA, M. R. **Resistência a antimicrobianos criticamente importantes à saúde humana em populações bacterianas de animais de produção criados no Brasil, 2008 a 2017**. 2018. 43 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- BRAGA, A.C.P.V. *et al.* **Boas práticas**. 2008. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/servicos/controle/rede\\_rm/cursos/boas\\_praticas/modulo4/objetivos.htm](http://www.anvisa.gov.br/servicos/controle/rede_rm/cursos/boas_praticas/modulo4/objetivos.htm). Acesso em: 20 mar. 2020.
- BRAGA, I. A. **Úlcera por pressão como reservatório e fonte de infecção por bacilos gram-negativos em pacientes internados em um hospital de nível terciário e em residentes de instituições de longa permanência para idosos**. 2011. 93f. Mestrado (Dissertação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Portaria N.º 3.214, 08 de junho de 1978. "Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho". **Diário Oficial**, Brasília, 1978.

CARNEIRO, V.C. *et al.* Virulence, resistance, and genetic relatedness of *Escherichia coli* and *Klebsiella* sp. isolated from mule foals. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v. 69, n. 5, p. 1073-1082, 2017.

CARTER, M. E. *et al.* **Microbiologia veterinária e doenças infecciosas.** Porto Alegre: Artimed, 2005.

CARVALHO, L.C.A. *et al.* Ocorrência de *Staphylococcus* spp. resistente à meticilina em otite externa canina. **RBAC**, v. 51, n. 4, p. 342-347, 2019.

CASTELLANO-GONZALEZ, M. *et al.* Frecuencia y resistencia antimicrobiana en *Staphylococcus*. **Kasmera**, v. 46, n. 1, p. 26-39, 2018.

CAVALCANTI, S. M. M. *et al.* Estudo comparativo de *Staphylococcus aureus* importado para as unidades de terapia intensiva de hospital universitário, Pernambuco, Brasil. **Rev. Bras. Epid.**, v. 9, n. 4, p. 436-446, 2006.

CLARK, C. *et al.* Bacterial isolates from equine infections in western Canada (1998-2003). **Can. Vet. J.** v. 49, n. 2, p. 153-160, 2008.

CLSI. Clinical and Laboratory Standards Institute. **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing.** Twenty-second Informational Supplement M100-s22, Wayne, v. 32, n. 3, p. 1-184, 2012.

COSTA, G.M. *et al.* Population diversity of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis in Brazilian dairy herds. **J. Research in Veterinary Science**, v. 93, n. 2, p. 733-735, 2012.

DARIEN, B. J. *et al.* Tracheoscopic technique for obtaining uncontaminated lower airway secretions for bacterial culture in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 22, n. 3, p. 170-173, 1990.

DUARTE, R. R. **Perfil bacteriológico de biópsia pulmonar e lavado traqueobrônquico de equinos sadios mantidos em sistema extensivo e estabulado.** 2007. 102f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

FARIÑA, N. *et al.* *Staphylococcus* coagulasa-negativa clinicamente significativos: Especies más frecuentes y factores de virulencia. **Rev. Chil. Infectol.** v. 30, n. 5, p. 480-488, 2013.

FERNANDES, A. T.; VAZ FERNANDES, M. O.; RIBEIRO FILHO, N. **Infecção hospitalar e suas interfaces na área da saúde.** 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2000.

FERNANDES, W. R. *et al.* Achados microbiológicos do lavado traqueobrônquico de equinos clinicamente sadios e daqueles portadores de afecções do sistema respiratório atendidos no HOVET, USP. **ARS Veterinaria**, v. 27, n. 2, p. 73-79, 2011.

FERREIRA, A. M. *et al.* Avaliação da desinfecção de superfícies hospitalares por diferentes métodos de monitoramento. **Rev. Latino- Am. Enfermagem**, v. 23, n. 3, p. 466-474, 2015.

FRACAROLLI, I.F.L.; OLIVEIRA, A.S.; MARZIALE, M.H.P. Colonização bacteriana e resistência antimicrobiana em trabalhadores de saúde: revisão integrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 30, n. 6, p. 651-7, 2017.



GADE, N.; QAZI, M. Fluoroquinolone Therapy in *Staphylococcus aureus* Infections: Where Do We Stand? **J Lab Physicians**, v. 5, n. 2, p. 109–112, 2013.

GONÇALVES, S. *et al.* Perfil de resistência a antibióticos de *Escherichia coli* produtorase não produtoras da toxina shiga. *In: SIMPÓSIO INIAV PARA A SEGURANÇA ALIMENTAR RUMO À ALIMENTAÇÃO DO FUTURO*, 1., 2019. **Anais...**, Portugal, 2019.

HOLBROOK, T. C. *et al.* Toxic shock syndrome in a horse with *Staphylococcus aureus* pneumonia. **J. Am.Vet. Med. Assoc**, v. 222, n. 5, p. 620-623, 2003.

KLEVENS, M. *et al.* *Staphylococcus aureus* resistente a metilina asociado a la comunidad y factores de riesgos para la salud. **Emerg Infect Dis**, v. 12, n. 12, p. 1991–1993, 2006.

KRUMPERMAN, P. H. Multiple Antibiotic Resistance Indexing of *Escherichia coli* to Identify High-Risk Sources of Fecal Contamination of Foods. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 46, n. 1, p. 165-170, 1983.

LIMA, J.K.S.; VEIGA, W.A. Identificação das bactérias responsáveis pelas ITU e seu perfil de resistência aos principais fármacos utilizados no tratamento. **Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico**, v. 4, n. 3, p. 426-432, 2018.

LLARRULL, L.; FISHER, J.; MOBASHERY, S. Molecular Basis and Phenotype of Methicillin Resistance in *Staphylococcus aureus* and Insights into New  $\beta$ -Lactams That Meet the Challenge. **Antimicrob Agents Chemother**, v. 53, n. 10, p. 4051-4063, 2009.

MANZOOR, S. *et al.* Occurrence of Lancefiel group C streptococcal species in strangles cases of foals in Punjab, Pakistan. **Pakistan Veterinary Journal**, v. 8, n. 1, p. 17-20, 2008.

MARCO, F. Infección por *Staphylococcus aureus* resistente a la metilina. **Gastroenterol Hepatol Contin.** v. 3, n. 3, p. 134-137, 2004.

MESQUITA, A.A. *et al.* Prevalence and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* in family-owned dairy herds in the state of Minas Gerais, Brazil. **Vet. Not.**, v. 25, n. 2, p. 186-205, 2019.

MILLER, M. A. *et al.* Pulmonary botryomycosis in a Scottish highland steer. **J. Vet. Diagn. Invest.** v. 13, n. 1, p. 74-6, 2001.

MONTEIRO, L.G.; ZYBAN, T.F.; SIDAT, M.M. Padrão de sensibilidade aos antimicrobianos de enterobacteriaceae isoladas no hospital central de Maputo, Moçambique 2009-2010. **Rev Cient. UEM: Série Ciênc Bioméd Saúde Pública**, v. 1, n. 1, p. 7- 13, 2015.

MORALES, G.; YANETH, M.; CHÁVEZ, K. Caracterización de la resistencia in vitro a diferentes antimicrobianos en cepas de *Staphylococcus* spp. en una institución hospitalaria de la ciudad de Valledupar entre enero y julio de 2009. **Rev. Cienc. Salud.**, v.1 0, n. 2, p. 5-13, 2012.

MOTA, F.S.; OLIVEIRA, H.Á.; SOUTO, R.C.F. Perfil e prevalência de resistência aos antimicrobianos de bactérias Gram-negativas isoladas de pacientes de uma unidade de terapia intensiva. **RBAC**, v. 50, n. 3, p. 270-277, 2018.

NAKAZATO, G. *et al.* Virulence factors of avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, n. 7, p. 479-486, 2009.

NOEL, C.C. *et al.* Perfil de suscetibilidade antimicrobiana e produção de “slime” de isolados de *Staphylococcus* spp. provenientes de casos de mastite bovina na região sul-fluminense. **Revista de Saúde**, v. 7, n. 1, p. 22–26, 2016.

OLIVEIRA, S. N. **Prevalência de *Staphylococcus aureus* em jalecos de graduandos e profissionais da saúde na Universidade Federal de Uberlândia**. 2019. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2019.

PANSANI, A.M. *et al.* Prevalência e resistência a antibióticos de (*Streptococcus equi*) da cavidade nasal de equinos hípidos no município de Fernandópolis, São Paulo, Brasil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 2, p. 144-149, 2016.

PERAZZI, B. *et al.* *Staphylococcus aureus*: nuevos y antiguos antimicrobianos. **Rev Argent Microbiol.**; v. 42, n. 3, p. 199-202, 2012.

PINHEIRO, T.R.; COITINHO, G.N.; STOPIGLIA, C.D.O. Perfil de sensibilidade de enterobactérias isoladas de carne bovina comercializadas na cidade de Uruguaiana. *In*: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – SIEPE, 9., 2017. **Anais...**, Santana do Livramento, 2017. p. 1-7.

QUIN, P. J. *et al.* **Microbiologia Veterinária Essencial**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.

RACKLYEFT, D. J.; LOVE, D. N. Bacterial infection of the lower respiratory tract in 34 horses. **Australian Veterinary Journal**, v. 78, n. 8, p. 549-559, 2000.

ROBINSON, N. E.; SPRAYBERRY, K. A. **Current therapy in equine medicine**. 6. ed. St Louis: Saunders Elsevier, 2009.

SANTOS, L.C.P.; MICHELOTTO-JÚNIOR, P.V.; KOZEMJAKIN, D.A. Achados endoscópico e citológico das vias respiratórias de potros puro sangue inglês em início de treinamento no Jôquei Clube do Paraná. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia Unipar**, v. 10, n. 1, p. 9-13, 2007.

SAWANT, A.A.; GILLESPIE, B.E.; OLIVER, S.P. Antimicrobial susceptibility of coagulase-negative *Staphylococcus* species isolated from bovine milk. **Veterinary Microbiology**, v. 134, n. 1-2, p. 73-81, 2009.

SCHOSTER, A. *et al.* Longitudinal study of *Clostridium difficile* and antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* in healthy horses in a community setting. **Vet. Microbiol**, v. 159, p. 364-370, 2012.

SFACIOTTE, R. A. P. *et al.* Descrição de cepas bacterianas multirresistentes isoladas de equinos. **Revista de Ciências Veterinárias e Saúde Pública**, v. 1, supl. 1, 2014.

SILVA, E. R. Perfil de sensibilidade antimicrobiana in vitro de *Staphylococcus aureus* isolado de mastite subclínica bovina. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 701–711, 2012.

SILVA, J. R. **Avaliação da virulência e susceptibilidade a antibióticos em**

***Streptococcus agalactiae* isolados de mastite bovina de rebanhos brasileiros.** 2015. 83f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

SILVA, N. A. **A lavagem traqueal e a lavagem broncoalveolar como métodos de diagnóstico da doença respiratória em equinos.** 2011. 117 f. Tese (Doutorado) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

SOARES, G.G. *et al.* Biofilm production and resistance profile of *Enterobacter* sp. strains isolated from pressure ulcers in Petrolina, Pernambuco, Brazil. **J Bras Patol Med Lab.** v. 52, n. 5, p. 293-298, 2016.

SOARES, J.H.R. *et al.* Identificação microbiológica e perfil de resistência a antimicrobianos em crianças hospitalizadas. **Rev. Soc. Bras. Enferm. Ped.** v. 17, n. 2, p. 57-63, 2017.

TORRES, M.C. **Resistência antimicrobiana em populações animais e seu impacto na saúde pública: uma revisão da literatura.** 2019. 48f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

UMBER, J.K.; BENDER, J.B. Pets and antimicrobial resistance. *Veterinary Clinics North America.* **Small Animal Practice**, v.39, n.2, p.279-292, 2009.

VERONESI, R.; FOCACCIA, R. **Tratado de Infectologia.** Rio de Janeiro: Atheneu; 2005.

WEESE, J. S. *et al.* Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in horses at a veterinary teaching hospital: frequency, characterization, and association with clinical disease. **J. Vet. Intern. Med.** v. 20, n. 1, p. 182-186, 2006.

WEESE, J.S.; VAN DUIJKEREN, E. Methicillin resistant *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus pseudointermedius* in veterinary medicine. **Veterinary Microbiology**, v. 140, n. 3, p. 418-429, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global priority list of antibiotic-resistant bacteria to guide research, discovery, and development of new antibiotics**, p. 1-7, 2017.

## ALGUMAS IMPLICAÇÕES JURÍDICAS PERANTE O ABANDONO AFETIVO DE IDOSOS: UM ESTUDO DE CASO NA INSTITUIÇÃO DE LONGA PERMANÊNCIA CASA DE FRANCISCO DE ASSIS NA CIDADE DE VALENÇA/BA

### SOME LEGAL IMPLICATIONS BEFORE THE ABEASED ABANDONMENT OF ELDERLY: A CASE STUDY IN THE LONG-STAY INSTITUTION CASA DE FRANCISCO DE ASSIS IN THE CITY OF VALENÇA / BA

Sheila Martha Carregosa Rocha<sup>1</sup>

Edna Arruda Pita<sup>2</sup>

Cristiane Alves Rodrigues<sup>3</sup>

**Resumo:** *Abandono afetivo ao inverso é uma expressão utilizada para se referir à falta de cuidado e atenção com a pessoa idosa com vínculo de parentesco estabelecido entre o agressor, o qual tem o dever legal de amparar na velhice, na carência e na enfermidade, a vítima, que se encontra em Instituição de Longa Permanência, em completo esquecimento. Este estudo refletiu acerca de algumas ações como responsabilizar juridicamente quem tem esse dever através de conciliação ou mediação extrajudicial e até judicialmente. Para tanto, a abordagem foi qualitativa, com aproximação no campo empírico de pesquisa, através das técnicas de estudo de caso e levantamento de referencial teórico, com análise subjetiva da realidade observada. Essa responsabilidade não se reduz à pecúnia, mas à atenção, tempo de convivência, visitas, falas, histórias, o que torna difícil a convivência, que precisa de suporte técnico da constelação familiar para aproximar e fortalecer os laços de gratidão e amor que se estabelecem nas relações familiares.*

**Palavras-chave:** Abandono afetivo; dever de cuidado; direito do idoso; família.

**Abstract:** *Affective abandonment to the reverse is an expression used to refer to the lack of care and attention with the elderly person with a bond of kinship established between the aggressor, who has a legal duty to support at old age, in scarcity and in illness, and the victim, who is in an Institution of Long Permanence, in complete forgetfulness. This study reflected on some actions, such as making those who have this duty legally responsible, by conciliation or extrajudicial mediation and even judicially. For that, the approach was qualitative, with approximation in the empirical field of research, employing the techniques of case study and survey of theoretical reference, with subjective analysis of the observed reality. This responsibility is not reduced to pecuniary, but attention, time of living, visits, speeches, stories, which makes coexistence difficult, requiring technical support of the family constellation to approximate and strengthen the bonds of gratitude and love that are established in family relationships.*

**Keywords:** Emotional abandonment; duty of care; right of the elderly; family.

## 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo natural dos seres vivos, em razão do desgaste do funcionamento das células. Todavia, como representação social da idade avançada, costuma-se atribuir o significado de envelhecimento à pessoa com sessenta anos ou

---

<sup>1</sup> Doutora em Família na Sociedade Contemporânea. Universidade do Estado da Bahia/Departamento de Educação campus XV Valença, Brasil. E-mail: sheila.carregosa@gmail.com.

<sup>2</sup> Bacharelada em Direito pela Universidade do Estado da Bahia - Uneb, Brasil. E-mail: arrudaramosedna@gmail.com.

<sup>3</sup> Bacharelada em Direito pela Universidade do Estado da Bahia - Uneb, Brasil. E-mail: cristianer652@gmail.com.

mais, aos cabelos grisalhos, ao enfraquecimento ósseo, à diminuição das capacidades mentais e cognitivas e aos inúmeros problemas de saúde.

Sopesando as implicações do processo de envelhecimento, este resultado de pesquisa investigou o abandono inverso, não no recorte da violência tipificada como crime previsto no Código Penal, mas, para além do indivíduo, considerando as relações sociais e familiares, em razão do viés da responsabilidade familiar esculpido em diversas legislações, a começar pela Carta Magna.

Para tanto, escolheu-se a Instituição de Longa Permanência para Idosos (ILPI), Casa de Francisco de Assis na cidade de Valença/BA, local que abriga e cuida de pessoas idosas, as quais perderam seu poder aquisitivo, bem como houve também a perda da funcionalidade, o que denuncia a inversão do papel do cuidado no seio familiar, resultando na institucionalização desses idosos desamparados e esquecidos.

A pesquisa foi desenvolvida entre os meses de setembro e outubro de 2018, com autorização prévia da ILPI, com idosos em plena capacidade de discernimento e da prática dos atos da vida civil, com a devida assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, com projeto de pesquisa intitulado “Rede de Proteção às Pessoas Idosas Vítimas de Violência”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, através do número CAAE: 79546717.8.0000.0041.

Em 2018, o percentual da população com 65 anos ou mais de idade era de 9,2% que correspondia a 58,2 milhões de idosos; enquanto que crianças e adolescentes até 14 anos correspondiam a 21,9%, com 44,5 milhões. A projeção do IBGE é que em 2060, o percentual da população com 65 anos ou mais de idade chegará a 25,5% (58,2 milhões de idosos), e dos 0 aos 14 anos deverão representar 14,7% da população (33,6 milhões) (PROJEÇÃO..., 2018). Isso significa um crescente aumento da população idosa e uma diminuição da população de crianças e adolescentes até 14 anos. Eis a justificativa desta pesquisa, o crescimento da população idosa.

Depois de delimitado o sujeito dessa pesquisa, referente ao idoso institucionalizado, tem-se que o objeto desta envolve questões de responsabilidade dos descendentes de primeiro grau para com os seus ascendentes de primeiro grau, estando estes últimos, obrigados ao dever de cuidado dos filhos menores desde a vida intrauterina até os dezoito anos legais. Diante do exposto, questiona-se quem cuidará dessas pessoas na velhice, já trazendo a hipótese da pesquisa, na qual o princípio da reciprocidade entre eles não funciona, quando se trata de pessoas idosas que estão em situação de abrigamento, pelo motivo de abandono familiar, neste caso, no município de Valença, no interior da Bahia.

Em termos legais, é dever da família, primeiramente, cuidar do seu idoso, cabendo aos filhos zelar para que estes tenham um envelhecimento digno. Em seguida, essa assistência também é incumbência da Sociedade e do Estado, que com as instituições de longa permanência buscam dar assistência àqueles que não têm o suporte familiar

necessário, ressaltando que o amparo ao idoso deve-se ocorrer preferencialmente em seus lares.

É nessa etapa da vida que os papéis do dever de cuidado se invertem e a maioria dos idosos passa a sofrer em virtude desta condição de dependência, de rejeição, solidão, baixa estima e ausência da alegria de viver. A velhice acaba se caracterizando em muitos casos como a etapa da vida em que o vetusto enfrenta a fase das perdas diante da finitude da vida. Perdas relacionadas à autonomia, funcionalidade, sexualidade, poder econômico e sociabilidade, representando a “morte social” do idoso.

Diante da inexistência de cuidado e assistência básica enfrentada por alguns idosos, faz-se necessário discutir sobre o abandono dos pais pelos filhos, ou seja, o abandono inverso, a fim de apontar soluções para a responsabilização desses familiares, com fulcro nos referenciais dos institutos jurídicos de tutela, bem como nos estudos teóricos acerca da assistência social ao envelhecer, da política nacional do idoso, das instituições de longa permanência e do direito contemporâneo de família, sempre numa perspectiva crítica sobre a temática, constituindo-se este um texto-denúncia de “pais órfãos de filhos vivos”.

Num primeiro momento, a discussão versa sobre conceitos de velhice e idoso à luz dos estudos jurídicos abordando todo aparato legal protetivo. Seguido do dever de cuidar e o abandono afetivo, motivações da criação da casa dos idosos na cidade, procedimentos metodológicos e análise dos dados, finalizando com reflexão e com indignação.

## **2 VELHICE: UMA E NÃO A ÚLTIMA DAS ETAPAS DA VIDA E O AMPARO LEGAL**

Quais os olhares sobre a velhice? Para cada sujeito, o envelhecer tem um significado diferente, assim são as representações sociais, para cada sociedade, a pessoa idosa tem um “valor” distinto, e para cada Estado, a representação política do idoso é materializada pelas políticas públicas, outras mais, outras menos.

Distinto do objeto, em que se torna inservível muitas vezes, o ser humano não pode ser visto como um objeto, em razão de sua utilidade para a família, para a sociedade e para o Estado, porque se assim o for, para a família, ele se torna um ônus quando deixa de ser provedor ou contribuinte, para a sociedade, quando ele se afasta das relações sociais, do sindicato, do esporte, do lazer, das irmandades, das amizades; para o Estado, quando há um gasto cada vez maior com a saúde, e quando se aposenta ou recebe pensão ou o benefício de prestação continuada.

Enfrentando conceitualmente a velhice como uma “categoria social”, assim como as demais fases da vida, admite-se que sejam meras construções humanas.

[...] características cronológicas como a idade civil, expressa no registro do número de anos já percorridos na trajetória de vida, têm-se firmado como o critério burocrático - administrativo formal desse

reconhecimento; mas que ainda assim não se torna consensual: 60 ou 65 cinco anos? (MOTA, 2011, p. 84).

O que vêm corroborar com Felipe e Sousa (2014, p. 25) quando afirmam que “não é possível o estudo da velhice apenas com a utilização de informações biológicas, pois existem outros fatores que são essenciais para pesquisas que buscam respostas mais complexas”, porque mesmo que existam padrões de sintomas, desgastes, doenças relacionados com a velhice, outras pessoas, que não estejam na idade avançada, também poderão desenvolver características similares.

A partir de outro olhar sobre a velhice, o sentido da existência humana perpassa pelo seu pertencimento àquele povo, àquela família, embrionariamente ao nascimento e ao seu local de construção de sua identidade num contexto cultural. Assim a filósofa Simone de Beauvoir (1990) percebeu que a temática “não poderia ser compreendida senão em sua totalidade, pois ela não é somente um fato biológico, mas também um fato cultural”. De modo que, culturalmente, durante anos, o Brasil conservava baixos índices de expectativa de vida, o que significava dizer, que a população não alcançava a velhice. O que representava uma problemática social própria dos países em desenvolvimento.

Contudo, gradativamente o cenário foi delineando novo panorama e, em função do desenvolvimento tecnológico medicinal aprimorado no mundo, o Brasil pôde implementar políticas públicas que cuidam em ofertar à população mecanismos para reduzir as taxas de mortalidade, o que, em geral, permite às pessoas alcançarem a fase idosa da vida.

Assim, com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (PROJEÇÃO..., 2018), há uma crescente populacional em torno do envelhecimento dos cidadãos brasileiros, cujo alcance das projeções faz o Instituto:

A população do país deverá crescer até 2047 [...], de modo que em 2060, um quarto da população (25,5%) deverá ter mais de 65 anos. Nesse mesmo ano, o país teria 67,2 indivíduos com menos de 15 e acima dos 65 anos para cada grupo de 100 pessoas em idade de trabalhar (15 a 64 anos).

A exemplo dos países desenvolvidos, como a Espanha e o Japão, que desenvolvem políticas públicas voltadas para o envelhecimento crescente e gradativo da população, a Itália, elevou a faixa etária para especificação do conceito de idoso para efeitos jurídicos, para 75 (setenta e cinco) anos. O que serviu de paradigma para países em desenvolvimento, como o Brasil, discutir sobre a temática e aumentar as políticas públicas voltadas para a crescente população idosa, em consonância as projeções do IBGE supracitadas.

O que indica que para além da legislação de amparo ao idoso, políticas públicas voltadas para assegurar uma velhice digna, pautada no bem-estar precisam

urgentemente ser fomentadas diante dos desafios de uma população em crescente processo de envelhecimento, de modo que envelhecer, não signifique tão somente perdas em aspectos físicos, psicológicos, emocionais e materiais ou um fardo ou mesmo um ônus no sentido de apenas despesas do Estado com as pessoas idosas, mas que garantam direitos fundamentais e, principalmente, envelhecimento como um novo direito (ROCHA; SOUSA; 2018).

Essa perspectiva cultural revela uma sociedade brasileira que, por um lado se preocupa com as causas sociais, através da criação de Organização não governamental (ONG), projetos individuais que se tornam sociais, por outro, afasta e segrega o velho, constatados nas Instituições de Longa Permanência.

O que torna indispensável o amparo legal ao direito do idoso, conforme preconiza a Carta Magna de 1988, no que tange ao direito de uma convivência familiar nos termos do artigo 226, *caput*, de especial proteção Estatal. Tendo os filhos maiores o dever de ajudar e amparar os pais na velhice, carência ou enfermidade, conforme o artigo 229 da mesma Lei.

Nesse sentido e nos termos do artigo 230, *caput*, e § 1º, da Constituição da República de 1988,

A família, a sociedade e o Estado têm o dever de amparar as pessoas idosas, assegurando sua participação na comunidade, defendendo sua dignidade e bem-estar e garantindo-lhe o direito à vida, de modo que os programas de amparo aos idosos sejam executados preferencialmente em seus lares (BRASIL, 1988).

Corroborando com a ideia da proteção, numa interpretação sistemática do artigo 203, I e V, CRFB/88, que assegura proteção à família, à maternidade, à infância, à adolescência e à velhice, determinando a assistência independentemente de contribuição à seguridade social e complementa a alusiva assistência com a garantia de um salário mínimo de benefício mensal ao idoso que comprove não possuir meios de prover à própria manutenção ou de tê-la provida por sua família, conforme dispõe a lei.

A Lei nº 8.742, de 7 de dezembro de 1993 (Lei de Assistência Social), nos termos do artigo 2º, I, a, em observância ao que preceitua a Constituição Federal/88, versa ser objetivo da Assistência Social - a proteção social, que visa à garantia da vida, à redução de danos e à prevenção da incidência de riscos, especialmente com proteção à família, à maternidade, à infância, à adolescência e à velhice (BRASIL, 1993).

A assistência em comento, também consta disciplinada nos artigos 6º e 194 do texto constitucional, bem como na lei supramencionada de Assistência Social, apresenta como um de seus princípios expressos no artigo 4º, inciso II, a universalização dos direitos sociais, a fim de tornar o destinatário da ação assistencial alcançável pelas demais políticas públicas de modo que o acolhimento do idoso em Instituições de Longa Permanência não seja prejudicado no recebimento do benefício de prestação continuada (BPC), nos termos do artigo 20, §5º (BRASIL, 1993).



O benefício de prestação continuada é a garantia de um salário mínimo e alcança a população idosa com 65 (sessenta e cinco) anos ou mais que comprove não possuir meios de prover a própria manutenção nem sê-la provida pela família. Percebe-se com isso que o benefício necessita do preenchimento de alguns requisitos, mesmo a renda mínima sendo afastada, em alguns casos, pelo Superior Tribunal de Justiça, sensível à questão da saúde de uma pessoa idosa que, muitas vezes, requer uma despesa maior. Muitas pessoas ignoram a saúde, a parte nutricional, os exercícios físicos e demais atividades que acompanham uma mente e um corpo saudável, quando chegam à determinada idade, o corpo emite vários sinais, transformados em sintomas, que precisa urgente de cuidados.

A Lei nº 8.842, de 04 de janeiro de 1994, dispõe sobre a Política Nacional do Idoso e prevê que o processo de envelhecimento diz respeito à sociedade em geral, devendo ser objeto de conhecimento e informação para todos, versando sobre a priorização do atendimento ao idoso através de suas próprias famílias, em detrimento do atendimento asilar, à exceção dos idosos não possuir condições que garantam sua própria sobrevivência, conforme expressa o artigo 4º, III da referida lei (BRASIL, 1994).

O Estatuto do Idoso, Lei nº 10.741, de 1º de outubro de 2003, é o instrumento legal que vem assegurar ao idoso a ampliação dos direitos fundamentais, assim como oportunidades e facilidades de preservação de sua saúde física, mental, bem como o aperfeiçoamento moral, intelectual, espiritual e social, em condições de liberdade e dignidade (BRASIL, 2003).

As diretrizes do Estatuto do Idoso, de maneira clara, asseguram dentre as prioridades próprias da condição do ser idoso, prioridade sobreposta (ROCHA; SOUZA, 2018), sendo a prioridade da prioridade, por isso especial, aos maiores de oitenta anos, atendendo suas necessidades sempre preferencialmente em relação aos demais idosos. O que demonstra respeito ao idoso em todas as fases de sua velhice e esclarece que este conserva sua condição precípua de cidadão, nas três esferas da cidadania, social, política e ambiental (ROCHA, 2013).

### **3 O DEVER DE CUIDADO DA FAMÍLIA E O ABANDONO AFETIVO**

Assim como a infância, a velhice é uma etapa da vida que requer cuidados, haja vista se afigurar como uma das fases de maior vulnerabilidade para o indivíduo. É nesta fase que alguns idosos percebem que estão perdendo parte de sua autonomia frente às questões da vida e necessitam de apoio e cuidado de seus familiares.

O cuidado ajuda o idoso a seguir à vida de limitações impostas pela idade em um tempo diferente, menos acelerado. Não se abalando tanto por perceber que vive em

situação de cuidado inverso por parte da família. O que os ajuda a manter a saúde mental e psíquica e um comportamento alegre e tranquilo, que expressa segurança.

Entretanto, muitos já enfraquecidos pelo tempo e carregando o peso da idade, passam a experimentar situações de humilhações, descasos, impaciência, desrespeito e ignorância no seio familiar. Tendo de suportar a desvalorização de sua experiência, além de em muitos casos enfrentar a invisibilidade social, também orquestrada pela própria família. O que os torna infelizes, apáticos, doentes psíquicos e fisicamente, diante dos maus-tratos e desrespeito enfrentado, tornando-os retraídos para um convívio familiar sadio.

Os conflitos de geração opõem não classes de idade separadas por propriedades da natureza, mas *habitus* que são produtos de diferentes modos de engendramento, isto é, de condições de existência que, impondo definições diferentes do impossível, do possível, do provável ou do certo, fazem alguns sentirem como naturais ou razoáveis práticas ou aspirações que outros sentem como impensáveis ou escandalosas e inversamente (BOURDIEU, 1994, p. 64).

A morte é consequência de debilidades, doenças, acidentes e outras causas, que não necessariamente esteja atrelada à velhice, mesmo que as representações sociais apontem para esse caminho. Mas pensando numa velhice a partir dos sessenta anos até os cem anos, são quarenta anos desse intervalo, o que muitos jovens não conseguem atingir esse interstício, quiçá a velhice. Mesmo assim,

além da possibilidade de morte, por conta das debilidades físicas oriundas da longa idade, os seres provectoros, quando alijados do seio social, no qual fazem parte, alcançam um abalo emocional mais pronunciado e, conforme já se verificou algures, acabam por gerar – no sistema mente-corpo – maiores doenças (BOMFIM, 2009, p.100).

Assim, o dever de cuidado deriva de várias previsões no texto constitucional, bem como das demais leis supracitadas, é orientado pela dignidade da pessoa humana e bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação, preceituando a inviolabilidade do direito à vida, restando intrínseco a este dentre outros direitos, o direito a segurança em seu viés emocional e material.

Numa sociedade civilizada ideal, baseada no respeito e na igualdade, o abandono seria inimaginável, e não se estaria a abordar como tipo penal marcado pela violência na modalidade omissão pelo dever de cuidar. Mas numa sociedade onde as desigualdades constituem verdadeiras barreiras arquitetônicas, muros invisíveis aos olhos, prisões que vão constituindo abismos que podem culminar no suicídio, num vazio sem fim, a intervenção do Estado é mais que evidente e necessária, é uma obrigação, na tentativa de mediar esse conflito familiar.

O descaso entre pais e filhos é algo que merece punição, é abandono moral grave, que precisa merecer severa atuação do Poder Judiciário, para que se preserve não o amor ou a obrigação de amar, o que seria

impossível, mas a responsabilidade ante o descumprimento do dever de cuidar, que causa o trauma moral da rejeição e da indiferença (AZEVEDO, 2004).

Para além do dano moral, que enseja uma reparação civil em pecúnia, o Estado e a sociedade precisam encontrar meios e instrumentos que viabilizem aproximações, diálogos, reconstrução dos laços familiares, porque se arbitram valores, que são pagos, mas e os sentimentos? Estes vão alcançando dimensões estratosféricas, que não recuperam a consciência, o dever moral e a humanidade para com o outro (o alter).

No que tange à família, a quem cabe o dever de cuidado do idoso, pautado no princípio da dignidade da pessoa humana, Assis Neto *et al.* (2018), destacam ser este o princípio dos princípios vigente na Constituição da República, em muitos casos negligenciado, por interpretar equivocadamente como uma norma facultativa.

Entretanto, o Estatuto do Idoso, nos termos do artigo 99, expressa que “a exposição física ou psíquica do idoso a condições desumanas ou degradantes, bem como a privação de cuidados indispensáveis, quando obrigado a fazê-lo”, constitui crime, apenado em detenção de 2 (dois) meses a 1 (um) ano e multa. Pena branda estimula os familiares ao abandono, porque é de competência dos Juizados Especiais Criminais, cujo resultado vai ensejar numa prestação de cestas básicas. Não atingindo o objetivo, que é o cuidar.

Muito mais que o exercício do dever de cuidado que se configura em prestar auxílio material ao idoso em suas necessidades, o abandono afetivo se perfaz na negação de auxílio imaterial, ao qual nenhuma sanção imposta produz efeitos. O amor está ligado à esfera subjetiva do indivíduo e mesmo que a negativa do carinho, do amor, do respeito e do zelo importe em penalidade social ou material, não atingirá os vínculos não construídos ou destruídos nesta relação, onde o abandono é fato.

O abandono afetivo é nocivo em todas as fases da vida e prejudica sobremaneira aquele que o sofre. Com o idoso não é diferente, contudo, este fragilizado pelas vicissitudes da vida, sofre maiores impactos com o abandono afetivo, o que o torna mais predisposto às doenças como a depressão. Também pode refletir na falência das relações familiares intergeracionais, dos valores transmitidos, não absorvidos, e frustração de uma educação informal, doméstica, que não seguiu nenhum manual de instruções, mas se deteriorou e se perdeu no tempo e no espaço.

Todavia, os cuidados inerentes à preservação dos sentimentos derivam de aspectos morais e quando não conservados no âmbito familiar causam danos como revolta, tristeza e emoções negativas, de modo que restou para a lei imperiosamente trabalhar com o afeto objetivo (ao qual parece mais adequado chamar de responsabilidade) e impor à família, através do princípio da convivência familiar, a manutenção dos vínculos, haja vista a necessária continuidade destes, buscando assegurar que o abandono de fato não ocorra, implicando o seu descumprimento em delito, conforme artigo 98 do Estatuto do Idoso.

O Estado e a Sociedade precisam estar vigilantes, fiscalizar, convocar, conscientizar, e, através do Conselho Municipal da Pessoa Idosa atuar ao receber a denúncia de abandono, acionando os órgãos competentes para, em rede de apoio e proteção contra a violência contra as pessoas idosas, adotar medidas cabíveis que possam responsabilizar as pessoas não somente na esfera penal, mas também na esfera cível.

O Estatuto do Idoso alterou a competência dos Conselhos em seu art. 53 (...) e ressalta que as funções de formulação e coordenação saíram, e entraram as de acompanhamento e fiscalização, denotando a intenção do legislador em fazer do Conselho um órgão mais voltado para fiscalização do que para formular políticas públicas (ROCHA, 2014, p. 55).

#### **4 O NASCIMENTO DO LAR DOS VELHINHOS ATÉ SER TRANSFORMADO NA CASA DE FRANCISCO DE ASSIS**

A pesquisa apresenta o contexto de criação do Lar dos Velinhos para uma melhor compreensão de como se iniciou a assistência aos idosos da cidade de Valença, muitas vezes, abandonados, literalmente, pela família.

Essa instituição nasceu da iniciativa do Grupo de Ação Comunitária de Valença – GACV, instituição filantrópica, cujo principal objetivo é apoiar pessoas excluídas, carentes de um conforto social. Que a época de seu nascimento, dirigiam-se de vários lugares do município em busca de auxílio médico no Fundo de Assistência ao Trabalhador Rural – FUNRURAL.

A princípio, o GACV atendia a essas pessoas nas imensas filas que se formavam diariamente, oferecendo alimentos e posteriormente assistência social, de forma que, com o tempo as necessidades mais básicas daquelas pessoas iam se tornando conhecidas. Assim, depois de muitas observações de carências e necessidades básicas, o GACV se sentiu motivado a fundar um local onde pudessem assistir melhor aquelas pessoas.

Foi, em 27 de setembro de 1982, inaugurada a Vivenda do Bosque, no bairro da Bolívia, localidade periférica e muito carente, onde antes funcionava o Horto Florestal, o qual chegou a abrigar 80 (oitenta) idosos da cidade de Valença e municípios circunvizinhos, oferecendo assistência integral: abrigo, alimentação, vestuário, medicamentos, habitação e principalmente a atenção, que os necessitados não tinham de suas famílias, pois recebiam ali muito amor e dedicação por parte dos amigos e funcionários. (GOMES, 2012).

Durante 13 (treze anos), datados de sua inauguração, o Lar dos Velinhos, esteve situado no mesmo lugar e oferecia a seus idosos tratamento digno, respeito, contudo, neste período, o lugar tornou-se alvo de marginais, e depois de ameaças e assaltos, os

dirigentes providenciaram a mudança dos idosos para a sede do GACV, no centro da cidade, onde até hoje os idosos são assistidos.

Nesta ocasião, em decorrência de muitos fatores, os responsáveis pelos idosos foram convocados e muitos devolvidos aos seus familiares, o que abalou profundamente a todos, permanecendo sob a guarda da instituição apenas 12 (doze) idosos que não tinham para onde ir. Decorrido o tempo, a nova sede do Lar dos velhinhos passou por ampliações e adaptações necessárias para acolher, da melhor maneira, mais idosos.

Hoje com o nome de Casa de Francisco de Assis, popularmente conhecido como Lar dos Velhinhos, cuida de 15 idosos com faixa etária entre 60 (sessenta) a 99 (noventa e nove) anos.

## 5 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Este estudo pautou-se na pesquisa de campo, partindo da reflexão acerca do questionário elaborado com vista a atender dois vieses da Instituição de Longa Permanência para Idosos - Casa de Francisco de Assis: os idosos institucionalizados e o corpo administrativo da instituição, considerando as observações dos sujeitos investigados.

Este método permitiu a possibilidade de algumas conclusões acerca da condição de vulnerabilidade do idoso institucionalizado, de maneira que se percebe claramente a responsabilidade da família diante da necessidade de cuidado dos idosos abandonados afetivamente nas instituições de longa permanência, analisando como a ruptura do vínculo familiar se configura determinante para este crescente quadro de abandono afetivo.

Os primeiros contatos com a Casa de Francisco de Assis ocorreram no fim do mês de agosto, e a pesquisa transcorreu entre os meses de setembro e outubro de 2018, em que foi possível acompanhar, ainda que muito pouco, a rotina dos idosos, entabulando conversas com eles e inserindo nestas a aplicação do questionário de jeito que os mesmos revelassem seus anseios e receios de maneira sutil.

Na primeira visita em 03 de setembro, contactou-se com a instituição e foi esclarecido o objetivo e o objeto do que seria investigado e qual o propósito da pesquisa. Em 05 de setembro, ocorreu o segundo contato em que foi feita uma observação inicial das dependências da instituição. A terceira visita, em 10 de setembro, fez-se a apresentação do questionário a ser aplicado ao corpo administrativo, quando teve início a coleta dos dados objetivos da pesquisa. Em 17 de setembro, houve a aplicação dos questionários com os idosos. Em 21 de setembro, houve complementação dos dados objetivos coletados na administração da casa. Em 02 de outubro, retornou-se à Casa de Francisco de Assis, para novas conversas com os idosos, a fim de coletar mais memórias, histórias e narrativas de vida que primeira entrevista foram insuficientes.

Do público de 15 idosos, foram entrevistados 09 (60%) idosos, com os quais se aplicou o questionário que fundamenta a construção deste estudo. Seis idosos não foram entrevistados, pois estavam impossibilitados em razão da decorrência de problemas clínicos.

Os dados tabulados descritos a seguir estão relacionados à doutrina e legislação vigente e objetivam confirmar as hipóteses levantadas acerca do abandono afetivo em virtude do que acarreta a inversão dos papéis de cuidado, devido à perda do poder aquisitivo agravada pela perda de funcionalidade do idoso.

## 6 ANALISANDO OS DADOS OBTIDOS

Atualmente, a casa abriga 15 (quinze) idosos. Sendo 08 (53%) do sexo feminino e 07 (47%) do sexo masculino. Dentre os quais, idosos com idade avançada beirando cem anos, muitos deles lúcidos, comunicativos e dispostos. Nessa conformidade os dados sintetizados nas seguintes informações:

Foram encontrados na instituição, idosos que lá estão por vontade própria, outros designados judicialmente e há aqueles que a família achou por bem institucionalizar.

Foi constatada a perda do poder aquisitivo de alguns deles, verificado no questionário que 40% dos idosos tinham uma ocupação, trabalhavam numa relação de emprego e eram mantenedores das despesas familiares ou contribuíam significativamente. Porém com o envelhecimento, algumas funções até então realizadas deixaram de se efetivar, e este idoso já não tinha mais como colaborar ou responsabilizar-se integralmente pelas despesas básicas da família, percebendo-se que agora nessa fase transformou-se em despesa também.

Assim, de acordo com os documentos na administração da Instituição, 53% dos idosos lá abrigados recebem Benefício de Prestação Continuada, 40% são aposentados e 0,7% mantido pela casa. Deste total, 26,6% ingressaram no lar com desconto de empréstimo na aposentadoria.

Além disso, seu papel na família perdeu a funcionalidade, identificado por não ter condições nem de cuidar de si mesmo, menos ainda de colaborar nos afazeres domésticos. Percebeu-se isso em 40% dos idosos com comprometimento da própria mobilidade. Desse quantitativo, 13,3% estão em estado vegetativo e 26,7% tem paraplegia, mostrando-se parcial ou totalmente dependente para a realização de ações básicas do cotidiano.

Os dois idosos em estado vegetativo são do sexo feminino (13,3%), diagnosticadas com depressão agravada pós-institucionalização, além desta situação existe ainda uma idosa com cegueira (0,7%), e três pessoas com problemas mentais (20%), sendo duas do sexo feminino e uma do sexo masculino. Os quatro idosos com

paraplegia são do sexo masculino (26,7%) e já chegaram a casa apresentando dificuldades locomotoras em razão de infartos ou Acidente Vascular Cerebral (AVC).

Diante desses fatos constatados, para o idoso sem autarquia e sem autonomia, restou-lhe esperar os cuidados dos filhos maiores e dos outros membros da família. Mas a inversão do papel no dever de cuidar não é o desejo das famílias. Isso ficou identificado em resposta ao questionário que demonstra 73,3% dos idosos foram colocados na Instituição pela família e não por vontade própria. 0,7% foram encontrados nas ruas em estado de mendicância e foram levados para a Instituição, 13,3% foi entregue a casa por determinação judicial e apenas 0,7%, o equivalente a um idoso, foi institucionalizado por vontade própria.

Ressalta-se, que este idoso que procurou a casa por iniciativa, tem família, filhos e netos, mas, por sentir-se solitário, buscou a Instituição como lugar de amparo emocional, declarando encontrar na Casa de Francisco de Assis o que não tinha em casa por viver sozinho.

No decorrer da entrevista, dos 60% entrevistados, alguns demonstraram sentir falta da mãe, outros dos companheiros, dos filhos, alguns da liberdade e convívio social ativo, de seus pertences e de sua casa e outros do trabalho, assim 46,6% demonstraram sentir falta da família. O idoso com mais tempo de institucionalização, está há 13 anos morando na instituição e tem 99 (noventa e nove) anos de idade. É lúcido, caminha sozinho, faz brincadeiras e gosta de passear, ouvir músicas, contar histórias e comer. Não tem filhos, mas, tem parentes vivos, todavia, suas visitas, assim como dos demais é mais de pessoas amigas e/ou de pessoas da comunidade religiosa e visitantes assíduos do espaço.

Dessa forma, pode-se ratificar que a perda do poder aquisitivo, perda da funcionalidade e a inversão do papel de cuidar contribuíram para o fato das famílias abandonarem seus idosos afetivamente, visto que 93% dos idosos não têm a visita familiar regular conforme orienta o Estatuto do Idoso, exceto um idoso (7%) que mantém contato diário com o filho, pois este trabalha na instituição.

## **CONCLUSÃO**

Ser um idoso institucionalizado no Brasil é complexo, considerando os múltiplos perfis familiares, e as transformações sociais que colaboraram de forma significativa nas relações familiares. Se antes a constituição familiar extensa permitia a disponibilidade de um ente para cuidar de seu idoso, hoje, menores, já não mais. De modo que, quando os pais tinham muitos filhos, educava-se para repartir entre eles o que se tinha de material e imaterial. Outrossim, quando o pai ou a mãe tem apenas um (a) filho (a), não se tem como ensinar a repartir, por não ter com quem fazê-lo. Assim, os valores inerentes a sociabilidade não se efetivam, por consequência, o partilhar e o compartilhar

não ocorrem e, futuramente, quando se espera o dever de cuidado inverso não acontece.

Além disso, a expectativa de vida cresceu bastante, interferindo sobremaneira, pois o idoso com mais idade carrega no corpo marcas que interferem na sua mobilidade, na sua independência para realizar ações cotidianas elementares.

Se por um lado, quando ativo, o idoso tinha serventia ajudando nos afazeres domésticos contribuindo economicamente, por outro, ao envelhecer, o custo de vida torna-se mais oneroso, as necessidades aumentam, o que é comum na velhice e aquele que sempre cuidou, passa a precisar de cuidados, o que não representa garantia de assistência necessária por parte da família. De sorte que, esta, acaba transmitindo para a sociedade e ao Estado o dever de cuidar ao colocar o seu idoso numa Instituição de Longa Permanência.

O fato de a família delegar uma obrigação que é sua a outrem, termina por interferir, de maneira negativa no processo de envelhecimento do idoso que passa a sentir as consequências do abandono, principalmente, do afetivo, o qual o leva a desencadear doenças psicossomáticas. As emoções refletem na matéria, e as Ciências da Saúde já estudam esse fenômeno, que altera todo o sistema endócrino.

A pessoa idosa sente, absorve, potencializa, e como uma autodefesa, prepara-se para o rito de passagem entre a matéria e o universo invisível aos olhos, que a física quântica já estuda sobre o refinamento da energia do corpo e para além dele. São os sinais que estão sendo revelados diariamente, que as pessoas, muitas vezes, não percebem. Esse fato tem implicações jurídicas, pois o legislador atribuiu responsabilidades, deveres à família, mas a obrigação por si só não gera amor e não resolve a questão do abandono.

Diante do exposto cabem ações para reduzir o abandono afetivo melhorando os dados sobre esse tema com uma proposta multidisciplinar pautada inicialmente no dever de fazer. Os familiares precisam conhecer suas obrigações em relação aos idosos e quais as implicações por não as realizar, associado com estudo comportamental visando sensibilizar os familiares com cartas de chamamento a visita, apresentação das obrigações legais e previsão de pena, as quais muitas vezes não são conhecidas. Tudo isso para que a continuidade da convivência familiar aconteça, dando ao idoso alento na finitude da vida.

## REFERÊNCIAS

ASSIS NETO, Sebastião de. *et al.* **Manual de Direito Civil**. Salvador: Ed. Juspodivm, 2018.

AZEVEDO, Álvaro Villaça. Abandono moral. **Jornal do Advogado**, n. 289, p.14, 2004.



BEAUVOIR, Simone de. **A velhice**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1990.

BOMFIM, Urbano Félix Pugliesse. **Uma correção ao Sentido do princípio da intervenção mínima no direito penal**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

BOURDIEU, Pierre. **Esboço de uma Teoria da Prática**. São Paulo: Editora Ática, 1994.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei n. 10.741, de 1º de outubro de 2003. Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências. 2003. **Diário Oficial**, Brasília, 2003.

BRASIL. Lei 8.742, de 1993. Dispõe sobre a organização da Assistência Social e dá outras providências, 1993. **Diário Oficial**, Brasília, 1993.

BRASIL. Lei 8.842, de 1994. Dispõe sobre a política nacional do idoso, cria o Conselho Nacional do Idoso e dá outras providências. 1994. **Diário Oficial**, 1994.

FELIPE, Thayza Wanessa Silva Souza; SOUSA, Sandra Maria Nascimento. A construção da categoria velhice e seus significados. **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**, v.7, n. 2, p. 19-33, jul.-dez. 2014

GOMES, Clarice Serafim Sena. **Boas lembranças e os quindins de láíá**. [S.l.: s.n.],. 2012.

IBGE. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21837-projecao-da-populacao-2018-numero-de-habitantes-do-pais-deve-parar-de-crescer-em-2047>. Acesso em: 10 set. 2018.

MOTA, Alda Brito da. Envelhecimento e Relações entre Gêneros. In.: LONGHI, M.; ALMEIDA, M. C. L. **Etapas da vida: jovens e idosos na contemporaneidade**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2011, p. 81-104.

PROJEÇÃO da população 2018: número de habitantes do país deve parar de crescer em 2047. **Agência IBGE**, 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21837-projecao-da-populacao-2018-numero-de-habitantes-do-pais-deve-parar-de-crescer-em-2047>. Acesso em: 10 set. 2018.

ROCHA, Sheila Marta Carregosa. SOUSA, Ana Maria Viola de. O envelhecimento: um novo direito. In.: FIGUEIRÊDO NETO, P. C. **Multidireitos III: pela construção de um Direito singular e plural**. Salvador, BA: Editora Mente Aberta, 2018. p. 11-14.

ROCHA, Sheila Marta Carregosa. A Contribuição Dos Conselhos De Proteção À Pessoa Idosa Como Proteção Estatal E Inclusão Social. In: CONINTER, 3. 2014. **Anais...**, Salvador BA: UCSal, 2014.

ROCHA, Sheila Marta Carregosa. **A cidadania da pessoa idosa**. Veritati, UCSAL: SEMOC, 2013.