

# Revista Brasileira Multidisciplinar

Brazilian Multidisciplinary Journal - ReBraM

*Volume 22 Número 1, 2019*

---

ISSN- 1415-3580  
e-ISSN 2527-2675

# Revista Brasileira Multidisciplinar - ReBraM

Revista Brasileira Multidisciplinar / Brazilian Multidisciplinary Journal

## Reitor

Luiz Felipe Cabral Mauro

## Pró-Reitoria Acadêmica

Flávio Módolo

## Pró-Reitoria de Pós-Graduação Stricto Sensu e Pesquisa

Profa. Dra. Vera Lúcia Silveira Botta Ferrante

## Pró-Reitoria Administrativa

Fernando Soares Mauro

## Editores

Bruna Galdorfini Chiari Andréo

Luís Henrique Rosim

.....  
Maria Lúcia Ribeiro

59

## Conselho Editorial

**Barbara Fadel**

Uni-Facef /Franca

**Denise Freitas**

UFSCar/São Carlos

**Denilson Teixeira**

UFG/Brasil

**Helena Margarida Ribeiro**

Faculdade de Farmácia da  
Universidade de Lisboa/Portugal

**Maria do Carmo Calijuri**

USP/São Carlos

**Mary Rosa Rodrigues de Marchi**

Unesp/Araraquara

**Marcelo Tavares**

UFES/Vitória

**Marcel Fantim**

USP/São Carlos

**Miguel Angel Iglesias Duro**

UFBA / Brasil

**Sonia Maria Pessoa Pereira Bergamasco**

Unicamp/Campinas

## Revisão

Dirce Charara Monteiro (Inglês)  
Rosmary dos Santos (Bibliográfica)

## Analista Editorial /Diagramação

Thatiany Mariano

## Capa

Thatiany Mariano

Revista Brasileira Multidisciplinar – ReBraM. vol 22. , n. 1. Araraquara, 2019 204 p.- [on-line]  
Quadrimestral; Título português; resumo português/inglês

ISSN 1415-3580 E-ISSN 2527-2675

Alteração de título para Revista Brasileira Multidisciplinar – ReBraM (anterior Revista Uniara)

# SUMÁRIO

---

## ARTIGO DE REVISÃO

**ESTUDO PRÉ-CLÍNICO DO EFEITO DOS BISFOSFONATOS** .....7

**NA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA / *Pre-clinical study of the effect of bisphosphonates on orthodontic movement. Systematic review of literature***

Carlos Sanches Vargas Junior

Rômulo Augusto da Costa Chaves

Nádia Lunardi

Eloisa Marcantonio Boeck

Ana Paula de Souza Faloni

Guilherme José Pimentel L. de Oliveira

**O TRABALHO PSICOTERAPÊUTICO EM SUJEITOS** .....33

**COM EXCESSO DE PESO QUE POSSUEM TRANSTORNO DE COMPULSÃO ALIMENTAR (TCA)/ *The importance of psychotherapeutic work in overweight individuals who have binge eating disorder (BED)***

Mariana Queiroz Borges de Andrade

Angélica Moraes Manço Rubiatti

---

## ARTIGO ORIGINAL

**DIREITOS FUNDAMENTAIS NA REGULAÇÃO DA EDUCAÇÃO**

**FUNDAMENTAL: DIGNIDADE DA PESSOA HUMANA DO PROFESSOR E QUALIDADE DO ENSINO /** .....48

***Fundamental rights in the regulation of fundamental education: dignity of the human person of the teacher and quality of teaching***

Lucas Silva Nangi

Luísa Silva Nangi

Luciano Silva Nangi

Diego Rodrigues Naves Barbosa Lacerda

Maria Clara Nangi Santos e Silva

**O OLHAR DOS PROFESSORES SOBRE A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: TRAÇANDO**

**CAMINHOS E APONTANDO POSSIBILIDADES / *The teachers 'view on environmental education: tracing paths and pointing out possibilities***

Flaviana Maria Cícero

Mario Marcos Lopes

**Planejamento em área de vulnerabilidade social:**

**um estudo sobre o bairro Cidade Cristo Rei (Montes Claros - MG, Brasil) / *Planning in an area***

***of social vulnerability: a study on the neighborhood of Cristo Rei (Montes Claros - MG, Brazil)***

Guilherme Henrique de Oliveira Fonseca

Roberto Luís de Melo Monte-Mór

## IMPACTOS AMBIENTAIS NO APROVEITAMENTO

**MINERAL DE GNAISSE NA PEDREIRA JOÃO BAPTISTA EUSÉBIO EM ANCHILO – NAMPULA – MOÇAMBIQUE** 96  
*Environmental impacts on gneiss mineral exploration in João Baptista Eusébio Quarry in Anchilo – Nampula – Mozambique*  
António Gonçalves Fortes  
Almerino da Conceição Munguambe

**QUALIDADE DA ÁGUA EM NASCENTES DO MUNICÍPIO DE ARARAQUARA-SP: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO BIOINDICADORES AMBIENTAIS.** / *Water quality of springs of the city of Araraquara-SP: an approach using environmental bioindicators* 99  
Marina Gonçalves Lopes  
Nathalie Aparecida de Oliveira Sanches  
Guilherme Rossi Gorni  
Juliano José Corbi, Vanessa Colombo Corbi

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PHASEOLUS VULGARIS L. SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS COM BIOESTIMULANTE.** / ..... 121  
*Seed germination of phaseolus vulgaris l. Submitted to different treatments with bio-stimulant*  
Evandro Wylot  
Rodrigo Ferraz Ramos  
Anderson Machado de Mello  
Lisiane Sobucki  
Mariana Ferneda Dossin  
Anderson Machado Pavanelo

**CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E ASPECTOS PRODUTIVOS DO MORANGUEIRO SUBMETIDO A INOCULAÇÕES COM BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS, AZOSPIRILLUM BRASILENSE E TRICHODERMA ASPERELLUM COM E SEM ASSOCIAÇÃO AO SILÍCIO** / *Growth, development and productive aspects of strawberry submitted to inoculations with bacillus amyloliquefaciens, azospirillum brasilense and trichoderma asperellum with and without silicon association* 131  
Hisley Campos Soares Bubanz  
Rodrigo Ferraz Ramos  
Débora Leitzke Betemps  
Lisiane Sobucki  
Mariana Ferneda Dossin  
Evandro Pedro Schneider

**EFEITO DO FITOFÁRMACO MENTALIV® SOBRE FUNÇÕES DE NEUTRÓFILOS E EOSINÓFILOS** / *Effect of phytopharmaceutical. Mentaliv® on neutrophil and eosinophil functions* 147  
Miriane Costa Gileno  
Luis Marcos Fonseca  
Vanderlei Rodrigues  
Edson Garcia Soares  
Luis Vitor Silva Sacramento  
Fernanda Freitas Anibal

**TRANSPORTE COLETIVO SOB INVESTIGAÇÃO MICROSCÓPICA:**

---

**UM ESTUDO DA CONTAMINAÇÃO BACTERIANA E PERFIL DE RESISTÊNCIA. / *Public transport through microscopic investigation: a study of bacterial contamination and resistance profile*** 164

Ricardo Fernandes Gonçalves

Lizandra Ferreira de Almeida e Borges

---

## **COMUNICAÇÃO BREVE**

**METODOLOGIA DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE TRANSMISSÃO**

**APLICADA AO ESTUDO DE RAÍZES DE PLÂNTULAS / *Transmission electron microscopy methodology applied to the study of seedling roots*** 175

Érica Marusa Pergo

Elizandra Aparecida Britta

Patrícia Aparecida Galletti

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AXIAL**

**DE ARGAMASSAS COM OS SEGUINTE ADITIVOS: DETERGENTE LÍQUIDO, CAL, E COLA BRANCA. / *Comparative study between the axial compression resistance of argams with the following additives: liquid detergent, cal, and white tail*** 187

Hélio Matos Esteves

Rodrigo Silva Colares

Matheus da Silva Lages

Henrique Starick

Pedro Emílio Amador Salomão

**PROJETO PILOTO DE PONTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA DE MATERIAL**

**RECICLÁVEL EM BAIRRO DO MUNICÍPIO DE POÇOS DE CALDAS-MG / *Pilot project of a voluntary delivery point of recyclable material in a neighborhood of Poços de Caldas-Mg municipality*** 193

Luiz Felipe Ramos Turci

Giselli Patrícia Sancinetti

Daniele Souza Braga

Fábio Carnietto

Luis Henrique Souza Juazeiro

Claudiana Goulart Dos Reis



---

# Artigo de Revisão

---

# ESTUDO PRÉ-CLÍNICO DO EFEITO DOS BISFOSFONATOS NA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

VARGAS JUNIOR, Carlos Sanches\*. - Doutorando em Ciências de la Educación - Universidad Gran Asunción, UNIGRAN, Paraguai.; COSTA CHAVES, Rômulo Augusto da. - Mestrado profissional em andamento em Ciências Odontológicas - Universidade de Araraquara, UNIARA, Brasil. , LUNARDI, Nádia Lunardi. ; BOECK, Eloisa Marcantonio.; FALONI, Ana Paula de Souza. - Docentes do Mestrado Profissional em Ciências Odontológicas e da Especialização em Ortodontia da Universidade de Araraquara - UNIARA; OLIVEIRA, Guilherme José Pimentel L. de . - Docente da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia - UFU.  
\*Autor para correspondência e-mail: contato@carlossanches.com

Recebido em: 15/06/2018  
Aprovação final em: 22/08/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.594>

**RESUMO:** O objetivo dessa revisão de literatura é discutir os trabalhos pré-clínicos que avaliaram o efeito dos bisfosfonatos sobre a movimentação dentária induzida por tratamento ortodôntico. Foi executada uma busca de artigos no Pubmed e no Scopus de artigos pré-clínicos entre os anos de Janeiro de 1990 até Dezembro de 2016. Foram utilizados as seguintes combinações de palavras chaves para busca dos artigos: “alendronate” and “orthodontic movement”; “bisphosphonates” and “orthodontic movement”; “bisphosphonates” and “orthodontic treatment” e “alendronate” and “orthodontic movement” sendo que foram detectados 57 artigos. Após a leitura dos abstracts e dos títulos, 16 artigos foram selecionados para leitura integral dos textos. Pode-se concluir que em modelo animal o uso de bisfosfonatos reduz a movimentação ortodôntica, o que pode significar um aumento no tempo de tratamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bisfosfonatos; Movimentação Ortodontica; Revisão Sistemática; Modelo Pré-Clínico.

## PRE-CLINICAL STUDY OF THE EFFECT OF BISPHOSPHONATES ON ORTHODONTIC MOVEMENT. SYSTEMATIC REVIEW OF LITERATURE

**ABSTRACT:** The purpose of this literature review is to discuss the pre-clinical work that evaluated the effect of bisphosphonates on tooth movement induced by orthodontic treatment. A search of articles in Pubmed and Scopus of pre-clinical articles between January 1990 and December 2016 was performed. The following keyword combinations were searched for articles: “alendronate” and “orthodontic”; “Bisphosphonates” and “orthodontic movement”; “Bisphosphonates” and “orthodontic treatment” and “alendronate” and “orthodontic movement” and 57 articles were detected. After the abstracts and titles were read, 16 articles were selected for the complete reading of the texts. It can be concluded that in the animal model the use of bisphosphonates reduces orthodontic movement, which can mean an increase in treatment time.

**KEYWORDS:** Bisphosphonates; Orthodontic Movement; Systematic Review; Preclinical Model.

## **INTRODUÇÃO**

A busca pelo tratamento ortodôntico por pacientes adultos tem sido cada vez mais corriqueira na clínica diária e tem apresentado resultados previsíveis na resolução das maloclusões dentárias (JOHAL & JOURY, 2015). Entretanto, o fato de pacientes mais velhos procurarem o tratamento ortodôntico aumenta a possibilidade de que seja necessário essa abordagem em usuários crônicos de medicamentos ou portadores de doenças sistêmicas que alteram o metabolismo ósseo e conseqüentemente a movimentação dentária (SIDIROPOULOU-CHATZIGIANNIS *et al.*, 2007; GHONEIMA *et al.*, 2010; KAIPATUR *et al.*, 2013; SALAZAR *et al.*, 2015).

Os bisfosfonatos estão entre os medicamentos de uso crônico que alteram o metabolismo ósseo mais utilizados atualmente (NANCOLLAS *et al.*, 2006), e o seu uso tem sido indicado para o tratamento da osteoporose, mieloma múltiplo e metástases ósseas (GHONEIMA *et al.*, 2010). Esse medicamento bloqueia a atividade dos osteoclastos tornando a remodelação óssea mais lenta e se incorpora a estrutura do tecido ósseo (NANCOLLAS *et al.*, 2006). O bloqueio do metabolismo ósseo está relacionado com a ocorrência de osteonecrose dos maxilares induzida por bisfosfonatos (GRANT *et al.*, 2008) e essa condição de difícil tratamento ocorre principalmente em regiões de maior taxa de remodelação tal como em alvéolos pós-extração e sítios de instalação de implantes dentários (LAZAROVICI *et al.*, 2008).

O sítio de movimentação dentária por terapia ortodôntica apresenta altas taxas de remodelação (DIERCKE *et al.*, 2011; NAKANO *et al.*, 2014), o que permite uma maior incorporação dos bisfosfonatos no processo alveolar (GHONEIMA *et al.*, 2010). Até o momento, não foi descrito na literatura a osteonecrose induzida pela movimentação ortodôntica. Entretanto tem sido proposto que o consumo de bisfosfonatos dificulte a movimentação dentária (KAIPATUR *et al.*, 2013; SALAZAR *et al.*, 2015). Este efeito foi abordado na literatura sob dois aspectos: 1) o retardo do tratamento ortodôntico devido a movimentação dentária mais lenta em usuários de bisfosfonatos (KAIPATUR *et al.*, 2013; SALAZAR *et al.*, 2015); 2) a utilização de bisfosfonatos para estabilizar o elemento dentário após a movimentação ortodôntica (IGARASHI *et al.*, 1994; KIM *et al.*, 1999).

Dessa forma, o objetivo dessa revisão sistemática da literatura é discutir os trabalhos pré-clínicos que avaliaram o efeito dos bisfosfonatos sobre a movimentação dentária induzida no tratamento ortodôntico, bem como avaliar o efeito dos bisfosfonatos na estabilização dentária pós-movimentação ortodôntica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **CRITÉRIO DE SELEÇÃO DOS ARTIGOS**

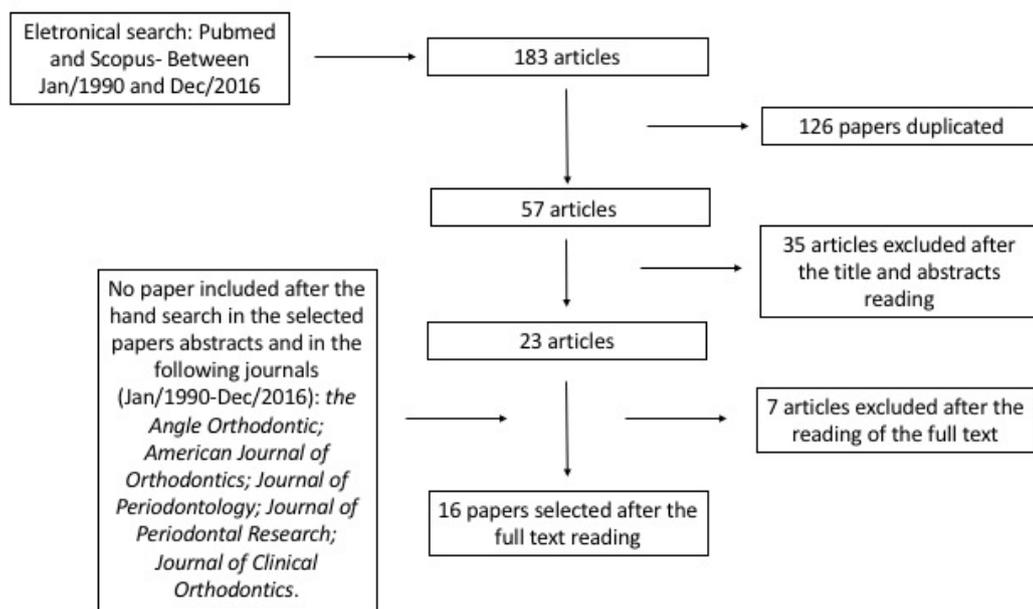
O objetivo dessa revisão foi avaliar o efeito dos bisfosfonatos na movimentação ortodôntica e sobre a estabilização dos dentes após a movimentação dentária. Para isso foi executado uma busca no Pubmed de artigos clínicos e pré-clínicos entre os anos de Janeiro de 1990 até Dezembro de 2016. Foram utilizados as seguintes combinações de palavras chaves para busca dos artigos: “alendronate” OR “risendronate” OR “ pamidronate” OR zolendronic acid” OR “bisphosphonates” AND “orthodontic movement” OR “orthodontic treatment” sendo que foram detectados 57 artigos após a remoção dos artigos duplicados. Após a leitura dos abstracts e dos títulos, 23 artigos foram selecionados para leitura integral dos textos.

Além disso, foi executado uma busca manual nos periódicos *the Angle Orthodontic; American Journal of Orthodontics; Journal of Periodontology; Journal of Periodontal Research; Journal of Clinical Orthodontics* também entre os períodos de Janeiro de 1990 até Dezembro de 2016. Também foi executado a busca de artigos nas referências dos 23 artigos selecionados para leitura integral. Foram excluídos posteriormente os relatos de caso, artigos escritos em língua não inglesa e revisões de literatura.

## **RESULTADOS**

Após a leitura integral dos artigos, 16 foram selecionados para serem utilizados nessa revisão, sendo que 9 deles abordaram a utilização dos bisfosfonatos por via sistêmica (KIM *et al.*, 1999; KARRAS *et al.*, 2009; SHOJI *et al.*, 2010; SIRISOONTORN *et al.*, 2012; KAIPATUR *et al.*, 2013; TORO *et al.*, 2013; VENKATARAMANA *et al.*, 2014; KAIPATUR *et al.*, 2015; SALAZAR *et al.*, 2015), 6 abordaram a utilização local dos bisfosfonatos (ADACHI *et al.*, 1994; LIU *et al.*, 2004; FUJIMURA *et al.*, 2009; CHOI *et al.*, 2010; ORTEGA *et al.*, 2012; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2016), e um artigo avaliou tanto o efeito local como o sistêmico (IGARASHI *et al.*, 1994). O fluxograma da busca e seleção dos artigos está representado na figura 1. Os 7 artigos restantes foram excluídos devido aos seguintes motivos: Casos clínicos (RINCHUSE *et al.*, 2007; ZAHROWSKI, 2009; KRIEGER *et al.*, 2013), revisão de literatura (KRISHNAN *et al.*, 2015); não utilização de bisfosfonatos no experimento (SIRISOONTORN *et al.*, 2011), ausência de grupo controle de animais sem administração de medicamentos (KELES *et al.*, 2007) e ausência de mensuração da movimentação ortodôntica (IGARASHI *et al.*, 1996).

**Figura 1** - O fluxograma da busca e seleção dos artigos.



Não foi encontrado um padrão metodológico constante entre os artigos selecionados. O alendronato de sódio foi utilizado em 6 estudos (KARRAS *et al.*, 2009; SHOJI *et al.*, 2010; KAIPATUR, *et al.* 2013; TORO *et al.*, 2013; KAIPATUR, *et al.* 2015; SALAZAR *et al.*, 2015), seguido do ácido zoledrônico que foi testado em 3 estudos (ORTEGA *et al.*, 2012; SIRISOONTORN, *et al.* 2012; FERNANDEZ-GONZALES *et al.*, 2016), em 2 estudos foram utilizados o pamidronato (KIM *et al.*, 1999; VENKATARAMANA *et al.* 2014) e o clodronato (LIU *et al.*, 2004; CHOI *et al.*, 2010) em um estudo foi utilizado a bis-enoxacin (TORO *et al.*, 2013) e o risedronato (ADACHI *et al.*, 1994) e em 2 estudos não ficou claro o tipo de bisfosfonato utilizado (IGARASHI *et al.*, 1994; FUJIMURA *et al.*, 2009), que foram aplicados com dosagens e em vias de administração bem distintas.

O sentido e a força de movimentação também foram bastante variados entre os estudos. Em 10 estudos,

foi executado a movimentação mesial do primeiro molar superior (KIM *et al.*, 1999; FUJIMURA *et al.*, 2009; KARRAS *et al.*, 2009; CHOI *et al.*, 2010; SHOJI *et al.*, 2010; SIRISOONTORN, *et al.*, 2012; KAIPATUR *et al.*, 2013; KAIPATUR *et al.*, 2013; SALAZAR, *et al.* 2015; FERNANDEZ-GONZALES, *et al.*, 2016), em 3 estudos foi executado o movimento do primeiro molar superior para vestibular (IGARASHI *et al.*, 1994; ADACHI *et al.*, 1994; LIU *et al.*, 2004), em 1 estudo o primeiro molar superior foi movimentado para a região palatina (TORO *et al.*, 2013), em outro estudo o segundo molar superior foi movimentado em direção mesial em uma área de pós-extração (ORTEGA *et al.*, 2012), enquanto que em um estudo foi executado o movimento mesial do primeiro molar inferior (VENKATARAMANA *et al.*, 2014). A variação da força da movimentação esteve entre de 10 e 60 g, e o tempo entre 5 dias e 8 semanas.

Outra variável importante que variou entre os estudos foi o momento da administração dos bisfosfonatos. Em 13 estudos a administração dos bisfosfonatos aconteceu antes da movimentação ortodôntica e o mesmo foi interrompido no dia da instalação da aparatologia ortodôntica (ADACHI *et al.*, 1994; IGARASHI *et al.*, 1994; LIU *et al.*, 2004; FUJIMURA *et al.*, 2009; KARRAS *et al.*, 2009; SHOJI *et al.*, 2010; ORTEGA *et al.*, 2012; SIRISOONTORN, *et al.* 2012; KAIPATUR *et al.*, 2013; TORO *et al.*, 2013; KAIPATUR *et al.*, 2015; SALAZAR *et al.*, 2015; FERNANDEZ-GONZALES *et al.*, 2016), em 2 estudos a aplicação dos bisfosfonatos aconteceu após a movimentação ortodôntica (ADACHI *et al.*, 1994; IGARASHI *et al.*, 1994) e em outros dois estudos a aplicação dos bisfosfonatos iniciou-se durante a movimentação ortodôntica (KIM *et al.*, 1999; VENKATARAMANA *et al.*, 2014).

Com relação ao modelo animal, a grande maioria dos estudos foram executados em ratos, sendo que apenas 1 estudo foi realizado em coelho (VENKATARAMANA *et al.*, 2014) e em outros 2 estudos, o modelo animal utilizado foi o camundongo (FUJIMURA *et al.*, 2009; SHOJI *et al.*, 2010).

O método de análise e os parâmetros utilizados para avaliar a movimentação dentária também foi extremamente variável entre os estudos. A movimentação dentária foi avaliada pela distância entre o primeiro e o segundo molar em 11 estudos (KIM *et al.*, 1999; FUJIMURA *et al.*, 2009; KARRAS *et al.*, 2009; SHOJI *et al.*, 2010; ORTEGA *et al.*, 2012; SIRISOONTORN, *et al.*, 2012; KAIPATUR *et al.*, 2013; VENKATARAMANA *et al.*, 2014; KAIPATUR *et al.*, 2015; SALAZAR *et al.*, 2015; FERNANDEZ-GONZALES *et al.*, 2016), em 3 a movimentação dentária foi avaliada como a porcentagem e movimentação nos grupos testes em comparação ao grupo controle (ADACHI *et al.*, 1994; IGARASHI *et al.*, 1994; LIU *et al.*, 2004). Em 1 estudo, a movimentação foi avaliada por meio de uma comparação com a posição inicial por meio de pontos pré-definidos que verificaram a amplitude do movimento palatino (TORO *et al.*, 2013), enquanto que em outro estudo a movimentação foi avaliada pela medida entre os incisivos centrais e a cúspide mesio-vestibular do 1º molar superior em comparação ao período baseline (CHOI *et al.*, 2010). Como ferramenta de análise, a movimentação foi avaliada por meio de microtomografias computadorizadas (SHOJI *et al.*, 2010; SIRISOONTORN, *et al.*, 2012; KAIPATUR *et al.*, 2013; KAIPATUR *et al.*, 2015), análises macroscópicas de modelos (ADACHI *et al.*, 1994; IGARASHI *et al.*, 1994; LIU *et al.*, 2004; KARRAS *et al.*, 2009; FUJIMURA *et al.*, 2009; TORO *et al.*, 2013; FERNANDEZ-GONZALES *et al.*, 2016), microscopia eletrônica de varredura (KIM *et al.*, 1999), histologia (SALAZAR *et al.*, 2015) e análise macroscópica direta das biópsias (CHOI *et al.*, 2010; ORTEGA *et al.*, 2012; VENKATARAMANA *et al.*, 2014).

Alguns estudos tiveram características particulares importantes. Em 3 estudos foram utilizados modelos animais para indução de osteoporose, em dois foram utilizadas ratas submetidas à ovariectomia (SIRISOONTORN, *et al.*, 2012; SALAZAR *et al.*, 2015), em um estudo foram utilizados camundongos knock-out para OPG (SHOJI *et al.*, 2010) e um estudo avaliou o efeito da descorticalização sobre a

movimentação ortodôntica em animais em que foram administrados os bisfosfonatos (KAIPATUR *et al.*, 2015). Todas as variáveis supracitadas impedem a execução de uma metanálise dos dados.

Apesar disso, de uma forma geral, os trabalhos selecionados demonstraram que a utilização dos bisfosfonatos reduz a movimentação dentária e ajuda na estabilização de dentes previamente movimentados. Além disso, alguns achados secundários tais como a menor reabsorção radicular e o menor número de osteoclastos também foram relatados com o efeito da administração dos bisfosfonatos. As tabelas 1 e 2 expõem, respectivamente, os dados metodológicos dos trabalhos que avaliaram o efeito da aplicação sistêmica e local dos bisfosfonatos sobre a movimentação dentaria. As tabelas 3 e 4 expõem, respectivamente, os dados dos parâmetros da movimentação ortodôntica dos trabalhos que avaliaram o efeito da aplicação sistêmica e local dos bisfosfonatos.

**Tabela 1** - Dados metodológicos dos trabalhos que avaliaram o

<b>Autor, ano</b>	<b>Grupos/tamanho de amostra</b>	<b>Medicamento</b>	<b>Protocolo</b>
IGARASHI et al., 1994*	Experimento 1 (efeito na movimentação) (n=12 ratos/ n por grupo não especificado) Experimento 2 (efeito na retenção) (n=13 ratos/ n por grupo não especificado) 4 grupos em cada experimento *Controle *Bisfosfonato 0.02 mg/Kg *Bisfosfonato 0.1 mg/Kg *Bisfosfonato 0.5 mg/Kg	Não relatado o tipo de BP	Aplicação dois dias (Kg)
KIM et al., 1999	2 grupos (n=42 ratos/ 21 por grupo) *Controle *BP Períodos 0, 5 e 10 dias após movimentação de 21 dias	Palmidronato	Aplicação dose única (kg / dia)
KARRAS et al., 2009	2 Grupos (n=22 ratos/11 por grupo) *Alendronato *Controle	Alendronato	Gavagem 3 vezes antes e semana de movimentação
SHOJI et al., 2010	2 Grupos (n=48 camundongos selvagens e 48 OPG -/- ) *Controle com movimentação (n=20) *Alendronato (n=20) *Controle sem movimentação (n=8)	Alendronato	Aplicação intraperitoneal iniciando movimentação
SIRISOONTORN, et al. 2012	3 grupos (n=15 ratos/5 por grupo) * Ovariectomizadas *Ovariectomizadas + ácido zoledrônico * Controle	Á c i d o zoledrônico	Aplicação 3 semanas antes (1,6 mg / última do último dia)

efeito da aplicação sistêmica dos bisfosfonatos sobre a movimentação dentária.

Modo de administração	Métodos de análise	Objetivo	Conclusão
subcutânea a cada (0.02, 0.1, 0.5 mg/	Mensuração por compasso de modelos ortodônticos	Avaliar o efeito local e sistêmico da utilização dos bisfosfonatos sobre a movimentação ortodôntica e sobre a manutenção da ancoragem por movimentação ortodôntica	A aplicação sistêmica de bifosfonato reduziu a movimentação ortodôntica e aumentou a retenção dos dentes em posição após movimentação ortodôntica
intravenosa em 1,5 mg / 1,0 ml /	Microscopia eletrônica de Varredura	Avaliar se a administração de palmidronato previne o retorno dos dentes a posição original após a movimentação ortodôntica	A utilização do palmidronato em dose única reduziu o retorno dos dentes a posição original após movimentação ortodôntica
7 mg/Kg, duas vezes da movimentação diariamente durante a aplicação	Mensuração por meio de fotografias dos modelos ortodônticos	Avaliar o efeito do alendronato sobre a movimentação ortodôntica em ratos.	A administração de alendronato inibe a movimentação ortodôntica em ratos em 75% após 2 semanas em 58% após 4 semanas.
aplicação diária via intraperitoneal 1,25 mg/Kg por 5 dias antes da aplicação ortodôntica	Microtomografia computadorizada	Avaliar o efeito a curto prazo do alendronato sobre a movimentação ortodôntica em camundongos normais e OPG-/-, que mimetiza uma condição de animal osteoporótico.	A administração de alendronato reduziu o movimento dentário apenas em animais OPG -/-.
aplicação semanal por 6 vezes via intraperitoneal (1,25 mg/kg), sendo que a aplicação foi aplicada no início da movimentação	Microtomografia computadorizada	Avaliar o efeito a administração do zoledrônico sobre a movimentação ortodôntica em ratas ovariectomizadas.	O ácido zoledrônico diminuiu a movimentação ortodôntica e também reduz o risco de reabsorção radicular induzida em ratas ovariectomizadas.



**Tabela 1** - Dados metodológicos dos trabalhos que avaliaram o efeito da

KAIPATUR, et al. 2013	4 grupos (n=20 ratos/5 por grupo) *Controle (Aplicação durante movimentação) *Alendronato (Aplicação durante movimentação) *Controle (Aplicação antes e durante movimentação) *Alendronato (Aplicação antes e durante movimentação)	Alendronato	Aplicação du por semana ( / kg) adminis via subcutâ grupos de a prévia, a adm do medicamen se 12 semanas movimentação e durante as 8 s movimentação. grupos, o medic administrado ape a movimentação
TORO et al., 2013	3 grupos (n=30 ratos/10 por grupo) * Controle * Alendronato * Bis-enoxacin	Alendronato e Bis-enoxacin	1 injeção subcutâ por 14 dias de Ale mg / kg) e Bis-e mg / kg)
VENKATARAMANA et al. 2014	2 grupos (n=20 coelhos/10 por grupo) * Controle * Pamidronato	Pamidronato	3 injeções de pa (1.5mg/ por an dias 1, 7 e 14 intraperitoneal
KAIPATUR, et al. 2015	4 grupos (n=30 ratos) * Controle (n=7) * Alendronato (n=7) * Controle descortilização (n=7) * Alendronato descortilização (n=7)	Alendronato	Injeções subcutâ semana (0,015 n 12 semanas.
SALAZAR, et al. 2015	4 grupos (48 ratas/n=12 por grupo) *Ovariectomizado (OVX) *OVX + Alendronato 1mg *OVX + Alendronato 2mg *Controle	Alendronato	2 injeções su por semana em consecutivos. (1 mg/Kg) por 3 me

\* Avaliou a aplicação de bisfosfonatos tanto por via local como sistêmica

aplicação sistêmica dos bisfosfonatos sobre a movimentação dentaria (Cont.)

<p>as vezes 0,015 mg strada por nea. Nos plicação ministração to iniciou- s antes da e continuou semanas de Nos outros camento foi enas durante ortodôntica</p>	<p>Microtomografia computadorizada</p>	<p>Avaliar efeito inibitório da movimentação ortodôntica induzido pelo uso prolongado de alendronato.</p>	<p>O uso de alendronato a longo e curto prazo reduziram a movimentação ortodôntica.</p>
<p>ânea por dia endronato (1 noxacin (25</p>	<p>Análise macroscópica de modelos ortodônticos</p>	<p>Avaliar o efeito do alendronato e da bis- enoxacina sobre a remodelação óssea e a movimentação ortodôntica</p>	<p>O Bis-enoxacin e o alendronato reduziram a movimentação ortodôntica.</p>
<p>almidronato animal) nos 4, por via</p>	<p>Análise manual por meio de uma escala milimetrada</p>	<p>Avaliar o efeito da administração de palmidronato sobre a movimentação ortodôntica e na reabsorção do osso alveolar</p>	<p>A aplicação do palmidronato inibiu a movimentação ortodôntica.</p>
<p>neas 2x por ng / kg) por</p>	<p>Microtomografia computadorizada</p>	<p>Avaliar o efeito da descorticalização seletiva no osso alveolar sobre a movimentação ortodôntica em ratos submetidos a administração de alendronato</p>	<p>A descorticalização aumentou o movimento dentário em animais que usaram alendronato, fato esse não observado no grupo controle.</p>
<p>bcutâneas n dias não mg/Kg e 2 eses.</p>	<p>Histologia</p>	<p>Avaliar o efeito de duas doses diferentes de alendronato na movimentação ortodôntica induzida ratas ovariectomizadas.</p>	<p>A administração de alendronato reduziu a movimentação dentária nos grupos OVX e esse efeito não foi dose-dependente.</p>

**Tabela 2** - Dados metodológicos dos trabalhos que avaliaram o efeito

<b>Autor, Ano</b>	<b>Grupos/tamanho de amostra</b>	<b>Medicamento</b>	<b>Protocolo administrativo</b>
ADACHI et al., 1994	Experimento 1 (efeito na movimentação) (n=40 ratos/ 10 por grupo) Experimento 2 (efeito na retenção) (n=40 ratos/ 10 por grupo) 4 grupos em cada experimento *Controle *Risendronato 150µmol/L *Risendronato 250µmol/L *Risendronato 500µmol/L	Risendronato	Injeção local o experimento µmol/L)
IGARASHI et al., 1994*	2 grupos (n=6 ratos/ Não ficou claro o n por grupo) *Controle *Bisfosfonato	Não relatado o tipo de BP	Injeção local o experimento
LIU et al, 2004	1 Grupo / n=26 ratos (não ficou claro o n por grupo) *Lado direito controle *Lado esquerdo teste	Clodronato	Injeção local molares super cada 3 dias 40 Mm)
FUJIMURA et al., 2009	2 grupos (n=8 camundongos/n=6 por grupo) *Controle *Bps	Não relatado o tipo de BP	Aplicação local 2µg/20ml, 1 dias adjacentes esquerdo
CHOI et al., 2010	3 grupos (n=54 ratos/18 por grupo) * Controle * Clodronato 2.5 mmol/L * Clodronato 10 mmol/L	Clodronato	Injeção local 10 mmol/L a região adjace esquerdo
ORTEGA et al., 2012	2 grupos (n=30 ratos/15 por grupo) *Controle *Ácido zoledrônico	Ácido zoledrônico	Aplicação local 50 ml de Solu mg de Ac. zo única associa superior
FERNANDEZ-GONZALES et al., 2016	3 grupos (36 ratos/ 12 por grupo) *Ac. zoledrônico *OPG-Fc *Controle	Ácido zoledrônico	Aplicação local 50 ml de Solu de Ac. zoledr associado ao

\*Avaliou a aplicação de bisfosfonatos tanto por via local como sistêmica

o da aplicação local dos bisfosfonatos sobre a movimentação dentária.

<b>de ação</b>	<b>Métodos de análise</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Conclusão</b>
a cada 3 dias durante o (150, 250 ou 500	Mensuração por compasso de modelos ortodônticos	Avaliar o efeito do risedronato sobre a movimentação ortodôntica e sobre a manutenção da ancoragem por movimentação ortodôntica	A administração de risedronato reduziu a movimentação ortodôntica e aumentou a retenção dos dentes após a movimentação.
a cada 3 dias durante o (0.1 mmol/L)	Mensuração por compasso de modelos ortodônticos	Avaliar o efeito local e sistêmico da utilização dos bisfosfonatos sobre a movimentação ortodôntica e sobre a manutenção da ancoragem por movimentação ortodôntica	A aplicação local de bifosfonato reduziu a movimentação ortodôntica
al associado aos eriores esquerdos a (2.5 Mm, 10 Mm,	Mensuração por paquímetro digital de modelos ortodônticos	Avaliar o efeito da aplicação local de Clodronato sobre a movimentação ortodôntica.	O Clodronato reduziu a movimentação ortodôntica e a reabsorção radicular.
cal x, ao dia por 12 e ao 1ºM superior	Mensuração por lupa estereoscópica de modelos ortodônticos	Avaliar os efeitos da aplicação local de bisfosfonatos e sobre a reabsorção dentária e a movimentação ortodôntica	A administração de Bps. reduziu a movimentação ortodôntica e preveniu a reabsorção radicular
2.5 mmol/L ou cada 3 dias na nte 1ºM superior	Avaliação direta por paquímetro digital	Avaliar o efeito da aplicação do clodronato sobre a movimentação ortodôntico, reabsorção radicular e remodelamento ósseo.	A utilização do clodronato reduziu a reabsorção radicular, entretanto também reduziu a movimentação ortodôntica
cal ção Salina + 16 ledrônico em dose do ao 2ºMolar	Análise por radiografia e macroscópica por meio de inserção de limas com diâmetro conhecido entre o 2º e 3º molares	Avaliar se a administração local única do ácido zoledrônico aumenta a ancoragem dentária pós movimentação ortodôntica em sites pós-extração	A utilização do ac. zoledrônico reduziu a movimentação ortodôntica em áreas de extração, sem indução de osteonecrose
cal ção Salina + 16 mg ônico em dose única 1ºMolar superior	Análise por lupa estereoscópica de modelos ortodônticos	Avaliar os efeitos da administração local ácido zoledrônico na movimentação ortodôntica e no ligamento periodontal	A aplicação de ácido zoledrônico reduziu a reabsorção óssea e a movimentação ortodôntica

**Tabela 3** - Dados dos parâmetros da movimentação ortodôntica dos tra

<b>Autor, ano</b>	<b>Sentido da movimentação</b>	<b>Tempo de movimentação</b>	<b>Carga aplicada para movimentação</b>	<b>Movimentação adm do m</b>
IGARASHI et al., 1994*	Movimentação vestibular do 1º Molar superior	21 dias	16.8 ± 2.4 gf	A n t m o v o r t o e x p e r i a r e m o n o e x p
KIM et al., 1999	Movimentação mesial do 1º molar superior	21 dias	Não relatada	1 d i a c e s s m o v i m
KARRAS et al., 2009	Movimentação mesial do 1º molar superior	28 dias	50 g	A n t e a m o r t o d e
SHOJI et al., 2010	Movimentação mesial do 1º molar superior	3 dias	Não relatada	I n i c i o d a m o r t o d e

balhos que avaliaram o efeito da aplicação sistêmica dos bisfosfonatos.

Tempo da administração do medicamento	Parâmetro de avaliação da movimentação	Medida da movimentação	Achados secundários
antes e durante a movimentação ortodôntica no elemento 1, e após a remoção do aparelho no Experimento 2	Porcentagem em relação à movimentação do grupo controle	Experimento 1 *Bisfosfonato 0.02 -83% *Bisfosfonato 0.1 -51% *Bisfosfonato 0.5 -40% Experimento 2 *Bisfosfonato 0.02 -85% *Bisfosfonato 0.1 -71% *Bisfosfonato 0.5 -49%	A utilização de bisfosfonatos reduziu a quantidade de osteoclastos.
antes e durante a movimentação ortodôntica	Distância entre o 1º e o 2º Molar superior	*Controle Dia 0- 432 ± 41µm Dia 5- 108 ± 43.3µm Dia 10- 57 ± 15.8µm *BP Dia 0- 437 ± 47µm Dia 5- 313 ± 61µm Dia 10- 115 ± 9µm	A quantidade de osteoclastos foi menos no grupo BP. Além disso, os osteoclastos desse grupo apresentavam morfologia de osteoclastos inativos.
antes e durante a movimentação ortodôntica	Distância entre o 1º e o 2º Molar superior	*Controle Dia 14- 0.24 ± 0.16mm Dia 28- 1.06 ± 0.33mm *Alendronato Dia 14- 0.06 ± 0.13mm Dia 28- 0.45 ± 0.38mm	Não relatado
5 dias antes da movimentação ortodôntica	Distância entre o 1º e o 2º Molar superior	Relata que o alendronato reduziu estatisticamente a movimentação apenas nos animais OPG-/. Os dados de média e desvio padrão não estão expostos claramente	O alendronato reduziu a quantidade de osteoclastos, atividade de fosfatase alcalina, reduziu reabsorção nas furcas e nas áreas distais das raízes disto-palatinas do 1º molar



**Tabela 3** - Dados dos parâmetros da movimentação ortodôntica dos trabalhos

SIRISOONTORN, et al. 2012	Movimentação mesial do 1ºmolar superior	28 dias	25 g	Início após a e término da movimentação ortodôntica se um admin
KAIPATUR, et al. 2013	Movimentação mesial do 1ºmolar superior	8 semanas	50 g	Início 8 semanas movimento ortodôntico

os que avaliaram o efeito da aplicação sistêmica dos bisfosfonatos (Cont.).

<p>o 2 semanas a ovariectomia mo no 21º dia movimentação ntia, somando n total de 6 istrações</p>	<p>Distância entre o 1º e o 2º Molar superior</p>	<p>* Controle Dia 1- 0.03 ± 0.03mm Dia 3- 0.03 ± 0.03mm Dia 7- 0.07 ± 0.01mm Dia 14- 0.12 ± 0.01mm Dia 21- 0.19 ± 0.04mm Dia 28- 0.36 ± 0.08mm *Ovariectomizadas Dia 1- 0.06 ± 0.01mm Dia 3- 0.10 ± 0.03mm Dia 7- 0.14 ± 0.03mm Dia 14- 0.24 ± 0.07mm Dia 21- 0.40 ± 0.07mm Dia 28- 0.73 ± 0.16mm *Ovariectomizadas + ácido zoledrônico Dia 1- 0.03 ± 0.03mm Dia 3- 0.03 ± 0.03mm Dia 7- 0.06 ± 0.01mm Dia 14- 0.12 ± 0.02mm Dia 21- 0.17 ± 0.02mm Dia 28- 0.32 ± 0.08mm</p>	<p>Uso do ácido zoledrônico reduziu a reabsorção radicular em ratas osteoporóticas</p>
<p>c i o 1 2 nas antes da mentação ou imediatamente e r i o r a i m e n t a ç ã o ntica</p>	<p>Distância entre o 1º e o 2º molar superior</p>	<p>*Controle Semana 4- 0.7 ± 0.2mm Semana 8- 1.7 ± 0.0mm *Alendronato Semana 4- 0.3 ± 0.1mm Semana 8- 0.5 ± 0.4mm *Controle pré-movimentação Semana 4- 0.6 ± 0.2mm Semana 8- 1.9 ± 0.3mm *Alendronato pré-movimentação Semana 4- 0.05 ± 0.06mm Semana 8- 0.2 ± 0.1mm</p>	<p>O uso de alendronato reduziu a remodelação óssea e a presença de osteoclastos</p>



**Tabela 3** - Dados dos parâmetros da movimentação ortodôntica dos trabalhos

TORO et al., 2013	Movimentação do 1º molar superior em direção palatina	28 dias	<13cN	Início da movimentação ortodôntica
VENKATARAMANA et al. 2014	Movimentação mesial do 1º molar inferior	21 dias	100 g	Início da instalação do aparelho
KAIPATUR, et al. 2015	Movimentação mesial do 1º molar superior	8 semanas	25-30 g	Início da movimentação ortodôntica interrompida
SALAZAR, et al. 2015	Movimentação mesial do 1º molar superior	5-7 dias	50cN	Início da movimentação ortodôntica

\*Avaliou a aplicação de bisfosfonatos tanto por via local como sistêmica

Animais que avaliaram o efeito da aplicação sistêmica dos bisfosfonatos (Cont.)

2 semanas antes da movimentação ortodôntica	Comparação com a posição inicial por meio de pontos pré-definidos que verificaram a amplitude do movimento palatino	Relata que o alendronato e a bis-enoxacin reduziram a movimentação ortodôntica.. Os dados de média e desvio padrão não estão expostos claramente	O bis-enoxacin reduziu a formação e atividade osteoclástica in vitro, entretanto essa supressão não foi confirmada no experimento in vivo.
1 dia após a instalação dos arcos	Distância entre o 1º e o 2º molar inferior	* Controle- $3.75 \pm 0.54\text{mm}$ * Pamidronato- $3.05 \pm 0.55\text{mm}$	O uso de pamidronato reduziu a quantidade de osteoclastos
12 dias antes da movimentação ortodôntica e aplicação durante a movimentação	Distância entre o 1º e o 2º molar superior	Relata que a descorticalização aumentou o movimento ortodôntico em animais que foram submetidos a terapia com alendronato, mas isso representou apenas 10% do movimento ortodôntico que aconteceu nos ratos do grupo controle. Os dados de média e desvio padrão não estão expostos claramente	A descorticalização induz perda de osso bucal e interproximal, infiltração bacteriana e aumento da quantidade de infiltrado inflamatório.
3 meses antes da movimentação ortodôntica	Distância entre o 1º e o 2º molar superior	*Controle Dia 5 - $386 \pm 60\mu\text{m}$ Dia 7 - $398 \pm 41\mu\text{m}$ *Ovariectomizado (OVX) Dia 5 - $393 \pm 66\mu\text{m}$ Dia 7 - $462 \pm 68\mu\text{m}$ *OVX + Alendronato 1mg Dia 5 - $366 \pm 59\mu\text{m}$ Dia 7 - $373 \pm 45\mu\text{m}$ *OVX + Alendronato 2mg Dia 5 - $364 \pm 51\mu\text{m}$ Dia 7 - $369 \pm 67\mu\text{m}$	Os animais ovariectomizados apresentaram menor quantidade de osso inter-radicular

**Tabela 4 - Dados dos parâmetros da movimentação ortodôntica dos**

<b>Autor, Ano</b>	<b>Sentido da movimentação</b>	<b>Tempo de movimentação</b>	<b>Carga aplicada para movimentação</b>	<b>Momento da administração do medicamento</b>
ADACHI et al., 1994	Movimentação vestibular do 1º Molar superior	21 dias de movimentação (experimento 1 e 2) e 21 dias pós-movimentação (experimento 2)	125mN	Antes da movimentação ortodôntica no experimento 1, e após a remoção do aparelho no experimento 2
IGARASHI et al., 1994*	Movimentação vestibular do 1º Molar superior	20 dias	16.8 ± 2.4 gf	Antes e durante a movimentação ortodôntica
LIU et al, 2004	Movimentação vestibular do 1º Molar superior	3 semanas com avaliações parciais nos dias 14, 17 e 21	120 mN	Durante o experimento, iniciando-se no dia da movimentação ortodôntica
FUJIMURA et al., 2009	Movimentação mesial do 1º Molar superior	12 dias	10 g	Diariamente iniciando-se no dia da instalação dos aparelhos
CHOI et al., 2010	Movimentação mesial do 1º Molar superior	3, 6, 9, 12 e 15 dias	60 g	Uma vez a cada 3 dias, iniciando-se no dia da instalação dos aparelhos
ORTEGA et al., 2012	Movimentação mesial do 2º Molar superior no sítios pós extração do 1º molar	21 dias	10 g	Imediatamente anterior a instalação do aparelho, antes e durante a extração do 1º molar

s trabalhos que avaliaram o efeito da aplicação local dos bisfosfonatos.

	<b>Parâmetro de avaliação da movimentação</b>	<b>Amplitude do movimento</b>	<b>Achados secundários</b>
o	Porcentagem em relação a movimentação do grupo controle	Experimento 1 *Risendronato 150 - 91.2% *Risendronato 250 - 71.1% *Risendronato 500 - 49.6% Experimento 2 *Risendronato 150 - 79.8% *Risendronato 250 - 73.7% *Risendronato 500 - 56.7%	Uso do risendronato reduziu a quantidade de osteoclastos e retardou a substituição do tecido hialinizado provenientes da pressão durante a movimentação ortodôntica.
o	Porcentagem em relação a movimentação do grupo controle	*Bisfosfonato - 69.8 ± 5.9%	Nenhum resultado adicional em relação a aplicação local
a	Porcentagem em relação a movimentação do lado controle	Período de 21 dias: 2.5 mM -81% 10 mM -65% 40 mM -56%	Aplicação de clodronato reduziu número de osteoclastos e a reabsorção radicular
a	Distância entre o 1º e o 2º Molar superior	Período de 12 dias: Controle- 126 ± 60µm Bisfosfonato- 61± 18µm	Aplicação de bisfosfonato reduziu número de osteoclastos e a reabsorção radicular
a	Distância entre os incisivos centrais e a cúspide mesio-vestibular do 1ºM superior em comparação ao período baseline	*Controle Dia 3- 1.57 ± 0.97mm Dia 6- 2.00 ± 0.76mm Dia 9- 2.27 ± 0.80mm Dia 12- 2.81 ± 0.82mm Dia 15- 2.81 ± 0.82mm * Clodronato 2.5 mmol/L Dia 3- 1.71 ± 0.81mm Dia 6- 2.09 ± 0.91mm Dia 9- 1.99 ± 0.56mm Dia 12- 2.06 ± 0.50mm Dia 15- 1.91 ± 0.50mm * Clodronato 10 mmol/L Dia 3- 1.61 ± 0.67mm Dia 6- 1.96 ± 0.56mm Dia 9- 1.90 ± 0.46mm Dia 12- 1.93 ± 0.13mm Dia 15- 1.79 ± 0.13mm	Aplicação de clodronato reduziu a reabsorção radicular e a remodelação óssea
o	Distância entre o 2º e o 3º molares superiores	*Controle- 0.62mm *Ácido zoledrônico-0.07mm	Ácido zoledrônico reduz a perda óssea periodontal associado e não ocorreu sinais de necrose pós-extração



**Tabela 4** - Dados dos parâmetros da movimentação ortodôntica dos trab

FERNANDEZ-GONZALES et al., 2016	Movimentação mesial do 1º Molar superior	21 dias	50 g	Dose única anteriormente a instalação do aparelho	D
---------------------------------	--	---------	------	---	---

\*Avaliou a aplicação de bisfosfonatos tanto por via local como sistêmica

alhos que avaliaram o efeito da aplicação local dos bisfosfonatos (Cont.)

distância entre o 1º e o 2º molares superiores	*Ácido zoledrônico Dia 7- $0.13 \pm 0.01$ mm Dia 14- $0.25 \pm 0.01$ mm Dia 21- $0.30 \pm 0.01$ mm * OPG-Fc Dia 7- $0.13 \pm 0.01$ mm Dia 14- $0.17 \pm 0.01$ mm Dia 21- $0.21 \pm 0.01$ mm * Controle Dia 7- $0.25 \pm 0.03$ mm Dia 14- $0.54 \pm 0.01$ mm Dia 21- $0.99 \pm 0.03$ mm	Ácido zoledrônico reduziu quantidade de osteoclastos e alterou a morfologia das células do ligamento periodontal.
--	---	---

## DISCUSSÃO

A indicação do tratamento ortodôntico em pacientes adultos tem sido frequente e isso aumenta a possibilidade de que a movimentação ortodôntica possa ser afetada por condições sistêmicas apresentadas por esses pacientes (DUDIC *et al.*, 2013; JOHAL & JOURY, 2015). Como a movimentação ortodôntica é dependente do mecanismo de remodelação óssea que permite a reabsorção óssea em zonas de pressão e a formação óssea em zonas de tensão dos alvéolos dentários (NAKANO *et al.*, 2014), a utilização de medicamentos com os bisfosfonatos causam alteração do curso clínico do tratamento ortodôntico (GHONEIMA *et al.*, 2010; SHOJI *et al.*, 2010; KAIPATUR *et al.*, 2013; SALAZAR *et al.*, 2015).

Os bisfosfonatos (muito utilizados atualmente) estão entre os medicamentos de uso crônico que alteram o metabolismo ósseo, sendo indicados para o tratamento de osteoporose, mieloma múltiplo e metástases ósseas (ORTEGA *et al.*, 2012; SALAZAR, *et al.*, 2015; FERNANDEZ-GONZALES *et al.*, 2016). Esse medicamento bloqueia a atividade dos osteoclastos, tal como descrito em alguns estudos incluídos nessa revisão (ADACHI *et al.*, 1994; IGARASHI *et al.*, 1994; KIM *et al.*, 1999; LIU *et al.*, 2004; FUJIMURA *et al.*, 2009; CHOI *et al.*, 2010; SHOJI *et al.*, 2010; KAIPATUR *et al.*, 2013; VENKATARAMANA *et al.*, 2014; FERNANDEZ-GONZALES *et al.*, 2016), tornando a remodelação óssea mais lenta e se incorpora a estrutura do tecido ósseo, onde o sítio de movimentação dentária por terapia ortodôntica apresenta altas taxas de remodelação, o que permitiria uma maior incorporação dos bisfosfonatos no processo alveolar, desta maneira inibindo a movimentação dentária (TORO *et al.*, 2013; KAIPATUR, *et al.*, 2013; VENKATARAMANA *et al.*, 2014). A avaliação em estudos clínicos do efeito dos bisfosfonatos sobre a movimentação ortodôntica foi pobremente explorada (RINCHUSE *et al.*, 2007; ZAHROWSKI, 2009; KRIEGER *et al.*, 2013), dessa forma a maior parte dessa informação é proveniente de estudos pré-clínicos (ADACHI *et al.*, 1994; IGARASHI *et al.*, 1994; KIM *et al.*, 1999; KARRAS *et al.*, 2009; SIRISOONTORN, *et al.*, 2012; VENKATARAMANA *et al.*, 2014; FERNANDEZ-GONZALES *et al.*, 2016). Os dados dessa revisão sistemática demonstraram que a utilização dos bisfosfonatos inibe a movimentação dentária em diferentes tipos de modelos independentemente do tipo e da dose dos bisfosfonatos, momento da administração antes e depois da instalação do aparatologia ortodôntica, bem como da via de administração (LIU *et al.*, 2004; FUJIMURA *et al.*, 2009; KARRAS *et al.*, 2009; SIRISOONTORN, *et al.* 2012; KAIPATUR, *et al.* 2013; VENKATARAMANA *et al.*, 2014; FERNANDEZ-GONZALES *et al.*, 2016) o que confirma o efeito supressor da remodelação óssea induzida pelos bisfosfonatos.

Entretanto os resultados apresentados nessa revisão expõem resultados que poderiam beneficiar a prática do tratamento ortodôntico. Foi observado uma redução da reabsorção radicular (LIU *et al.*, 2004; FUJIMURA *et al.*, 2009; CHOI *et al.*, 2010; SIRISOONTORN, *et al.*, 2012), e um aumento da ancoragem dos dentes em posição após a movimentação ortodôntica (ADACHI *et al.*, 1994; IGARASHI *et al.*, 1994; KIM *et al.*, 1999). Esse efeito benéfico dos bisfosfonatos fez com que alguns autores indicassem que a utilização dos bisfosfonatos seria útil no tratamento ortodôntico dos pacientes (ADACHI *et al.*, 1994; IGARASHI *et al.*, 1994). Entretanto, o risco de complicações como a osteonecrose dos maxilares, que apesar de ser uma condição de rara ocorrência associada apenas a procedimentos cirúrgicos tais como extrações dentárias e instalação de implantes em pacientes usuários de bisfosfonatos por via intravenosa (GRANT *et al.*, 2008; ZHANG *et al.*, 2016) e que nunca foi associado a movimentação ortodôntica, tornaram a aplicação dos bisfosfonatos na terapia ortodôntica contra-indicada.

Apesar da indicação da utilização dos bisfosfonatos ser o tratamento de patologias ósseas como a osteoporose, apenas 3 dos 16 estudos selecionados executaram a avaliação do efeito da utilização dos bisfosfonatos em modelos de osteoporose experimental (SHOJI *et al.*, 2010; SIRISOONTORN, *et*

al., 2012; SALAZAR *et al.*, 2015). A movimentação ortodôntica em modelos animais de osteoporose experimental ocorre de forma mais rápida do que em animais saudáveis (SIRISOONTORN, *et al.*, 2012; HASHIMOTO *et al.*, 2013; SALAZAR *et al.*, 2015), mas isso pode trazer consequências tais como o aumento da reabsorção dentária e a exacerbação da reabsorção do tecido ósseo (SIDIROPOULOU-CHATZIGIANNIS *et al.*, 2007; SHOJI *et al.*, 2010; SIRISOONTORN, *et al.*, 2012; SALAZAR *et al.*, 2015). A utilização de bisfosfonatos em animais com osteoporose experimental reduziu a reabsorção óssea e radicular, entretanto a movimentação ortodôntica ocorreu de forma mais lenta em relação aos animais saudáveis (SHOJI *et al.*, 2010; SIRISOONTORN, *et al.*, 2012; SALAZAR *et al.*, 2015), o que pode indicar que o tratamento ortodôntico em pacientes osteoporóticos usuários de bisfosfonatos deverá ser mais longo do que em pacientes normais.

Algumas informações não estão claras como o efeito da interrupção da terapia com bisfosfonatos, a utilização de medicamentos ou de manobras para reverter o efeito do bloqueio dos bisfosfonatos da movimentação ortodôntica. Apenas um estudo avaliou o efeito da descorticalização sobre a movimentação ortodôntica e foi demonstrado que essa manobra aumentou a movimentação ortodôntica nesses animais, porém a um nível inferior a movimentação ortodôntica em animais controle (KAIPATUR, *et al.*, 2015), o que demonstra a necessidade da execução de estudos que avaliem intervenções que possam acelerar a movimentação ortodôntica no futuro.

A grande variabilidade metodológica dos estudos selecionados dificulta a comparação entre os mesmos. Essa heterogeneidade metodológica impediu a aplicação de uma metanálise para confirmar os efeitos dos bisfosfonatos sobre a redução da movimentação ortodôntica. Entretanto, o fato de que todos os estudos selecionados demonstraram que a utilização dos bisfosfonatos reduziu a movimentação ortodôntica ou aumentou a ancoragem dos dentes pós-movimentação ortodôntica demonstram com certa segurança que esse efeito realmente é real e que os modelos utilizados, apesar de pouco padronizados, podem ser utilizados como base para estudos de intervenção.

## CONCLUSÕES

Pode-se concluir que em modelo animal o uso de bisfosfonatos reduz a movimentação ortodôntica, o que pode significar um aumento no tempo de tratamento. A utilização local de bisfosfonatos após a movimentação ortodôntica impede o retorno do dente à posição original, entretanto o benefício clínico dessa ação é altamente contestável devido aos riscos inerentes a utilização desses fármacos.

## REFERÊNCIAS

ADACHI H, IGARASHI K, MITANI H, SHINODA H. Effects of topical administration of a bisphosphonate (risedronate) on orthodontic tooth movements in rats. **J Dent Res.** V. 73, n.8, p. 1478-86, Aug.1994.

CHOI J, BAEK SH, LEE JI, CHANG YI. Effects of clodronate on early alveolar bone remodeling and root resorption related to orthodontic forces: a histomorphometric analysis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 138, n. 5, p. 548,1-8, Nov.2010.

DIERCKE K, KOHL A, LUX CJ, ERBER R. Strain-dependent up-regulation of ephrin-B2 protein in periodontal ligament fibroblasts contributes to osteogenesis during tooth movement. **J Biol Chem.** v. 286, n. 43, p..37651-64, Oct. 2011.

DUDIC A, GIANNOPOULOU C, KILIARIDIS S. Factors related to the rate of orthodontically induced

tooth movement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**v. 143, n. 5, p. 616-21, May 2013.

FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ FJ, LÓPEZ-CABALLO JL, CAÑIGRAL A, MENÉNDEZ-DÍAZ I, BRIZUELA A, de COS FJ, COBO T, VEGA JA. Osteoprotegerin and zoledronate bone effects during orthodontic tooth movement. **Orthod Craniofac Res.** v.19, n.1, p. 54-64, Feb.2016.

FUJIMURA Y, KITaura H, YOSHIMATSU M, EGUCHI T, KOHARA H, MORITA Y, YOSHIDA N. Influence of bisphosphonates on orthodontic tooth movement in mice. **Eur J Orthod.**v. 31, n.6, p. 572-7, Dec. 2009.

GHONEIMA AA, ALLAM ES, ZUNT SL, WINDSOR LJ. Bisphosphonates treatment and orthodontic considerations. **Orthod Craniofac Res.** V.13, n.1p. 1-10, Feb.2010.

GRANT BT, AMENEDO C, FREEMAN K, KRAUT RA. Outcomes of placing dental implants in patients taking oral bisphosphonates: a review of 115 cases. **J Oral Maxillofac Surg.** v. 66, n.2, p. 223-30, Feb.2008.

HASHIMOTO M, HOTOKEZAKA H, SIRISOONTORN I, NAKANO T, ARITA K, TANAKA M, YOSHIDA N. The effect of bone morphometric changes on orthodontic tooth movement in an osteoporotic animal model. **Angle Orthod.**v.83, n. 5, p. 766-73, sep. 2013.

IGARASHI K, ADACHI H, MITANI H, SHINODA H. Inhibitory effect of the topical administration of a bisphosphonate (risedronate) on root resorption incident to orthodontic tooth movement in rats. **J Dent Res.** 1996, v. 75, n. 9, p. 1644-9, sep. 1996.

IGARASHI K, MITANI H, ADACHI H, SHINODA H. Anchorage and retentive effects of a bisphosphonate (AHBuBP) on tooth movements in rats. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 106, n. 3, 279-89, sep. 1994.

JOHAL A, JOURY E. What factors predict the uptake of orthodontic treatment among adults? **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, V. 147, n. 6, p. 704-10, jun.2015.

KAIPATUR NR, WU Y, ADEEB S, STEVENSON TR, MAJOR PW, DOSCHAK MR. Impact of bisphosphonate drug burden in alveolar bone during orthodontic tooth movement in a rat model: a pilot study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**v. 144, n.4, p. 557-67, Oct.2013.

KAIPATUR N, MAJOR P, STEVENSON T, PEHOWICH D, ADEEB S, DOSCHAK M. Impact of selective alveolar decortication on bisphosphonate burdened alveolar bone during orthodontic tooth movement. **Arch Oral Biol.** V. 60, n.11, p. 1681-9, nov.2015.

KARRAS JC, MILLER JR, HODGES JS, BEYER JP, LARSON BE. Effect of alendronate on orthodontic tooth movement in rats. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 136, n. 6, p. 843-7, Dec.2009. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.11.035.

KIM TW, YOSHIDA Y, YOKOYA K, SASAKI T. An ultrastructural study of the effects of bisphosphonate

administration on osteoclastic bone resorption during relapse of experimentally moved rat molars. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 115, n.6, p. 645-53, Jun.1999.

KELES A, GRUNES B, DIFURIA C, GAGARI E, SRINIVASAN V, DARENDELILER MA, MULLER R, KENT R Jr, STASHENKO P. Inhibition of tooth movement by osteoprotegerin vs. pamidronate under conditions of constant orthodontic force. **Eur. J. Oral Sci.**, v. 115, n. 2, p. 131-6, Apr.. 2007.

KRIEGER E, D'HOEDT B, SCHELLER H, JACOBS C, WALTER C, WEHRBEIN H. Orthodontic treatment of patients medicated with bisphosphonates-a clinical case report. **J Orofac Orthop.**, v. 74, n.1, p. 28-39, Jan.2013.

KRISHNAN S, PANDIAN S, KUMAR SA. Effect of bisphosphonates on orthodontic tooth movement-an update. **J Clin Diagn Res.**v. 9, n. 4, p. ZE01-5, Apr. 2015.

LAZAROVICI TS, YAHALOM R, TAICHER S, SCHWARTZ-ARAD D, PELEG O, YAROM N. Bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw associated with dental implants. **J Oral Maxillofac Surg.** v. 68, n. 4, p. 790-6, Apr.2010.

LIU L, IGARASHI K, HARUYAMA N, SAEKI S, SHINODA H, MITANI H. Effects of local administration of clodronate on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. **Eur J Orthod.** v. 26, n.5, p. 469-3, Oct.2004.

NAKANO T, HOTOKEZAKA H, HASHIMOTO M, SIRISOONTORN I, ARITA K, KUROHAMA T, DARENDELILER MA, YOSHIDA N. Effects of different types of tooth movement and force magnitudes on the amount of tooth movement and root resorption in rats. **Angle Orthod.** v. 84, n.6, Nov.2014. doi: 10.2319/121913-929.1.

NANCOLLAS GH, TANG R, PHIPPS RJ, HENNEMAN Z, GULDE S, Wu W, MANGOOD A, RUSSELL RG, EBETINO FH. Novel insights into actions of bisphosphonates on bone: differences in interactions with hydroxyapatite. v.38, n.5. p. 617-27, May 2006.

ORTEGA AJ, CAMPBELL PM, HINTON R, NAIDU A, BUSCHANG PH. Local application of zoledronate for maximum anchorage during space closure. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**v. 142, n. 6, p. 780-91, Dec.2012.

RINCHUSE DJ, RINCHUSE DJ, SOSOVICKA MF, ROBISON JM, PENDLETON R. Orthodontic treatment of patients using bisphosphonates: a report of 2 cases. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 131, n.3, p. 321-6, Mar. 2007.

SALAZAR M, HERNANDES L, RAMOS AL, SALAZAR B de O, MICHELETTI KR, PARANHOS LR, de MENDONÇA MR, CUOGHI OA. Effect of alendronate sodium on tooth movement in ovariectomized rats. **Arch Oral Biol.**v. 60, n.5, p. 776-81, May 2015.

SHOJI S, TABUCHI M, MIYAZAWA K, YABUMOTO T, TANAKA M, KADOTA M, MAEDA H, GOTO S. Bisphosphonate inhibits bone turnover in OPG(-/-) mice via a depressive effect on both osteoclasts

and osteoblasts. **Calcif Tissue Int.**, 87, n.2, p. 181-92, Aug.2010.

SIDIROPOULOU-CHATZIGIANNIS S, KOURTIDOU M, TSALIKIS L. The effect of osteoporosis on periodontal status, alveolar bone and orthodontic tooth movement. A literature review. **J Int Acad Periodontol.** v. 9, n. 3, p.77-84, Jul.2007.

SIRISOONTORN I, HOTOKEZAKA H, HASHIMOTO M, GONZALES C, LUPPANAPORN LARP S, DARENDELILER MA, YOSHIDA N. Tooth movement and root resorption; the effect of ovariectomy on orthodontic force application in rats. **Angle Orthod.**, v. 81, n.4,p. 570-7, jul.2011.

SIRISOONTORN I, HOTOKEZAKA H, HASHIMOTO M, GONZALES C, LUPPANAPORN LARP S, DARENDELILER MA, YOSHIDA N. Orthodontic tooth movement and root resorption in ovariectomized rats treated by systemic administration of zoledronic acid. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**v. 141, n.5, p. 563-73, May 2012.

SIDIROPOULOU-CHATZIGIANNIS S, KOURTIDOU M, TSALIKIS L. The effect of osteoporosis on periodontal status, alveolar bone and orthodontic tooth movement. A literature review. v. 9, n.3., p.77-84, Jul. 2007.

TORO EJ, ZUO J, GUTIERREZ A, LA ROSA RL, GAWRON AJ, BRADASCHIA-CORREA V, ARANA-CHAVEZ V, DOLCE C, RIVERA MF, KESAVALU L, BHATTACHARYYA I, NEUBERT JK, HOLLIDAY LS. Bis-enoxacin inhibits bone resorption and orthodontic tooth movement. **J Dent Res.**, v. 92, n.10, p.925-31, Oct. 2013.

VENKATARAMANA V, CHIDAMBARAM S, REDDY BV, GOUD EV, ARAFATH M, KRISHNAN S. Impact of Bisphosphonate on Orthodontic tooth movement and osteoclastic count: An Animal Study. **J Int Oral Health.** v.6, n.2, p.1-8, 26, Apr. 2014.

ZAHROWSKI JJ. Optimizing orthodontic treatment in patients taking bisphosphonates for osteoporosis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v.135, n.3, p. 361-74, Mar. 2009.

ZHANG X, HAMADEH IS, SONG S, KATZ J, MOREB JS, LANGAEE TY, LESKO LJ, GONG Y. Osteonecrosis of the Jaw in the United States Food and Drug Administration's Adverse Event Reporting System (FAERS). **J Bone Miner Res.** v. 31, n. 2, p.336-40, Feb.2016.

# O TRABALHO PSICOTERAPÊUTICO EM SUJEITOS COM EXCESSO DE PESO QUE POSSUEM TRANSTORNO DE COMPULSÃO ALIMENTAR (TCA)

ANDRADE, Mariana Queiroz Borges de\*. - Especialista em Saúde Mental pela Universidade Católica Dom Bosco (UCDB). Especialista em Psicologia, Nutrição e Transtornos Alimentares pela Universidade de Araraquara (UNIARA). ; RUBIATTI, Angélica Moraes Manço. - Docente do Curso de graduação em Nutrição da Universidade de Araraquara (UNIARA) e tutora do Curso de Especialização em Psicologia, Nutrição e Transtornos Alimentares pela Universidade de Araraquara (UNIARA). Doutora em Ciências Nutricionais pela UNESP de Araraquara (SP).

\*Autor para correspondência e-mail: mqba123@hotmail.com

Recebido em: 15/06/2018  
Aprovação final em: 22/08/2018

Dor: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.602>

**RESUMO:** O objetivo principal deste trabalho foi analisar, por meio de revisão da literatura pertinente, a necessidade e a importância do trabalho psicoterapêutico, em sujeitos com excesso de peso que possuem Transtorno de Compulsão Alimentar (TCA), tendo em vista a dificuldade dessas pessoas no engajamento em processos de emagrecimento, na perda e manutenção do peso. O tema proposto é de extrema relevância, tendo em vista o crescente aumento de pessoas com excesso de peso e obesidade, no Brasil e no mundo. Buscou-se verificar de que forma o trabalho do psicólogo pode auxiliar o sujeito na mudança de hábitos e comportamentos alimentares e ainda avaliar as evidências sobre a eficácia do acompanhamento psicoterapêutico no processo de emagrecimento desses sujeitos. Trata-se de pesquisa bibliográfica, por meio de revisão da literatura pertinente acerca do tema, em periódicos, teses, artigos, livros e bibliotecas eletrônicas, publicados nos últimos 10 anos. As bases de dados utilizadas para o levantamento bibliográfico foram o SCIELO<sup>1</sup> e o LILACS<sup>2</sup>, além de livros que se referem ao tema proposto. Após o levantamento das obras existentes nessas bases a partir das palavras chave, foram desconsideradas aquelas que não se inseriram nos parâmetros estipulados e definidos no trabalho. A partir do levantamento bibliográfico, constatou-se que é bastante comum que o TCA explicar a sigla seja encontrado em sujeitos com excesso de peso. Foi possível identificar que, comparado a outras abordagens psicoterapêuticas, a Terapia Cognitivo Comportamental é a que tem mais estudos relacionados aos indivíduos com TCA. Independente da modalidade de psicoterapia, é consenso a importância do trabalho do psicólogo no tratamento desses sujeitos, o qual integrará, preferencialmente, uma equipe multidisciplinar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sobrepeso; Transtorno de compulsão alimentar; Psicoterapia; Terapia Cognitivo Comportamental.

## THE IMPORTANCE OF PSYCHOTHERAPEUTIC WORK IN OVERWEIGHT INDIVIDUALS WHO HAVE BINGE EATING DISORDER (BED)

**ABSTRACT:** The main objective of this study was to analyze, by means of a review of the pertinent literature, the necessity and importance of the psychotherapeutic work in overweight individuals who have Binge Eating Disorder, considering the difficulty of these people in the engagement in processes of weight loss and maintenance. The proposed theme is extremely relevant, given the increase in overweight and obesity in Brazil and worldwide. We sought to verify how the psychologist's work can assist the

<sup>1</sup> Scientific Electronic Library Online: [www.scielo.br](http://www.scielo.br)

<sup>2</sup> <http://lilacs.bvsalud.org/>

subject in changing eating habits and behaviors and also to evaluate the evidence on the effectiveness of psychotherapeutic follow-up in the weight loss process of these subjects. It is a bibliographical research, by means of a review of relevant literature on the subject, in periodicals, theses, articles, books and electronic libraries, published in the last 10 years. The databases used for the bibliographic survey are SCIELO and LILACS, as well as books that refer to the proposed theme. After surveying the existing works in these bases from the keywords, those that did not fit within the parameters stipulated and defined in the project were disregarded. Based on the bibliographical survey, it was found that the Binge Eating Disorder is quite common in overweight individuals. It was possible to identify that, compared to other psychotherapeutic approaches, Cognitive Behavioral Therapy is the one that has more studies related to the individuals with Binge Eating Disorder. Regardless of the modality of psychotherapy, is a consensus the importance of the work of the psychologist in the treatment of these subjects, which will preferably integrate a multidisciplinary team.

**KEYWORDS:** Obesity; Binge eating disorder; Psychotherapy.

### INTRODUÇÃO

Tendo em vista o crescimento do número de pessoas com excesso de peso na população brasileira e mundial, faz-se necessária uma reflexão mais cuidadosa e consistente sobre o tema, que deve ser amplamente abordado. O Transtorno da Compulsão Alimentar (TCA) está presente em um número considerável dessas pessoas, tratando-se de uma população que apresenta bastante dificuldade no engajamento em processos de emagrecimento, na perda e manutenção de peso.

Inicialmente, importante compreender as diretrizes utilizadas para determinar se o sujeito apresenta sobrepeso ou obesidade. A classificação internacional da obesidade foi proposta segundo o Índice de Massa Corporal (IMC) e risco de doença (Organização Mundial da Saúde) que divide a adiposidade em graus ou classes. O IMC (calculado através da divisão do peso em kg pela altura em metros elevada ao quadrado,  $\text{kg/m}^2$ ) é o cálculo mais usado para avaliação da adiposidade corporal. Dessa forma, de acordo com esse cálculo, temos para a população brasileira que: se o resultado do IMC for de 25 a 29,9  $\text{Kg/m}^2$  o sujeito é classificado com Sobrepeso ou Pré-obeso; de 30 a 34,9  $\text{Kg/m}^2$  Obesidade grau I; de 35 a 39,9  $\text{Kg/m}^2$  Obesidade grau II; e se o resultado for 40  $\text{Kg/m}^2$  ou mais, Obesidade grau III (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA, 2016).

De acordo com o Ministério da Saúde (2017), a partir dos últimos inquéritos nacionais - Pesquisa de Orçamentos Familiares POF 2002-2003; POF 2008-2009 e Pesquisa Nacional de Saúde 2013, no Brasil a prevalência de excesso de peso e de obesidade em pessoas com 20 anos ou mais vem apresentando um aumento contínuo, em ambos os sexos. Para as mulheres o aumento foi bastante acentuado - a prevalência de excesso de peso foi de 42,1% em 2002-2003 para 59,8% em 2013 e a obesidade passou de 14,0% para 25,2%. No caso dos homens, passou de 42,4% para 57,3%, e a obesidade de 9,3% para 17,5%. Estima-se que mais da metade da população apresenta excesso de peso (56,9%). Ademais, de acordo com informações do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN) vigente na Atenção Básica no Brasil, em 2016, considerando um universo de 4 milhões de crianças menores de 5 anos avaliadas, a prevalência de excesso de peso é de 16,4% (SISVAN, 2016 apud MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

O crescimento do número de pessoas com excesso de peso e obesidade no Brasil e em diversos outros países, tem sido considerado grave problema de saúde pública. A Organização Mundial da Saúde (OMS) pontua que a obesidade se trata de um dos maiores problemas de saúde pública de todo o mundo. Tem-se uma projeção que, no ano de 2025, aproximadamente 2,3 bilhões de adultos estejam com sobrepeso

e provavelmente terá ultrapassado o valor de 700 milhões de obesos. Já se tratando de crianças com sobrepeso e obesidade, o número, no mundo, poderia chegar a 75 milhões, caso nenhuma medida seja tomada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA, 2017).

Avançando nessa reflexão e partindo para a compreensão acerca do Transtorno de Compulsão Alimentar (TCA), cumpre ressaltar que, no DSM-IV-TR o TCA era apresentado como proposta de estudos adicionais, ou seja, alcançava uma categoria provisória. Em 2013 o TCA foi reconhecido como mais uma forma de transtorno do comportamento alimentar, ao lado das categorias tradicionais de Anorexia Nervosa e Bulimia Nervosa, passando a compor, então, como diagnóstico no DSM-V (APPOLINARIO; FREITAS; NAZAR, 2014). Dessa forma, trata-se de tema que deve ser amplamente abordado, estudado e difundido não só no meio acadêmico, mas na sociedade em sua integralidade. Segundo consta do DSM-V (*AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION*, 2014), os critérios diagnósticos para o TCA são:

Episódios recorrentes de compulsão alimentar. Um episódio de compulsão alimentar é caracterizado pelos seguintes aspectos: 1. Ingestão, em um período determinado (p. ex., dentro de cada período de duas horas), de uma quantidade de alimento definitivamente maior do que a maioria das pessoas consumiria no mesmo período sob circunstâncias semelhantes. 2. Sensação de falta de controle sobre a ingestão durante o episódio (p. ex., sentimento de não conseguir parar de comer ou controlar o que e o quanto se está ingerindo).

A) Os episódios de compulsão alimentar estão associados a três (ou mais) dos seguintes aspectos: 1. Comer mais rapidamente do que o normal. 2. Comer até se sentir desconfortavelmente cheio. 3. Comer grandes quantidades de alimento na ausência da sensação física de fome. 4. Comer sozinho por vergonha do quanto se está comendo. 5. Sentir-se desgostoso de si mesmo, deprimido ou muito culpado em seguida.

B) Sofrimento marcante em virtude da compulsão alimentar.

C) Os episódios de compulsão alimentar ocorrem, em média, ao menos uma vez por semana durante três meses.

D) A compulsão alimentar não está associada ao uso recorrente de comportamento compensatório inapropriado como na bulimia nervosa e não ocorre exclusivamente durante o curso de bulimia nervosa ou anorexia nervosa.

Além disso, o DSM-V traz níveis de gravidade, sendo que o Transtorno de Compulsão Alimentar pode ser classificado como leve, moderado, grave ou extrema, baseando-se na frequência de episódios de compulsão alimentar do sujeito em questão (APPOLINARIO; FREITAS; NAZAR, 2014).

Grilo (2002, apud Costa; Matos, 2015) esclarece que diferentemente do que ocorre na Bulimia Nervosa e na Anorexia Nervosa, o comportamento alimentar do sujeito com TCA não segue um padrão regular. Nas primeiras, há um padrão alimentar restritivo a maior parte do tempo, podendo ocorrer compulsão alimentar com a ocorrência de métodos compensatórios para evitar o ganho de peso ou aliviar o sofrimento psíquico desencadeado pela compulsão. Já no TCA, diz-se que o padrão alimentar é errático, de forma que alguns sujeitos buscam a restrição alimentar na maior parte do tempo, ocorrendo, em alguns momentos, os episódios de compulsão alimentar, e outros indivíduos apresentam um padrão alimentar exagerado, desregrado e em cima disso ocorre a compulsão.

Sabe-se que, embora o peso não seja critério específico para que se tenha o diagnóstico, é comum esse transtorno estar associado ao sobrepeso e a diversos graus de obesidade. De acordo com Nunes (2012,

p.19) “o transtorno de compulsão alimentar periódica apresenta uma maior incidência em obesos e está relacionado a todo um processo de auto-imagem e auto-aceitação”. Ademais, o ganho de peso nos obesos com TCA acontece de uma forma mais rápida, sendo que eles podem alcançar níveis de obesidade maiores, quando comparados a obesos sem o quadro de TCA (APPOLINARIO; FREITAS; NAZAR, 2014).

Nesse mesmo sentido, Ribeiro e Santos (2013) apontam que atualmente os Transtornos Alimentares, e aqui podemos incluir o Transtorno de Compulsão Alimentar, possuem uma etiopatogenia multifatorial. Dessa forma, nenhum dos fatores pode ser considerado isolado dos demais quando se pretende definir o desencadeamento dos sintomas apresentados pelo indivíduo. Ou seja, não é possível estabelecer uma precedência de um ou outro fator. De acordo com esses autores, é primordial que uma equipe multidisciplinar de saúde investigue, em cada caso, a combinação dos fatores desencadeadores da patologia.

Dessa forma, entende-se que a obesidade é uma condição de etiologia multifatorial, no entanto, determinar a força de cada um dos fatores envolvidos no processo do ganho excessivo de peso é uma tarefa difícil. No entanto, cumpre ressaltar que aspectos emocionais e psicológicos têm sido considerados decisivos para o desencadeamento da obesidade.

Segundo Silva (2015), referindo-se ao aspecto emocional, o obeso foi descrito, classicamente, como uma pessoa imatura e muito sensível à frustração, muito embora seja controverso se há, de fato, um perfil específico de personalidade do obeso. Sendo assim, seria um indivíduo que acredita não receber afeto da maneira devida, recorrendo então aos alimentos, como uma busca de compensação dessa carência do afeto. Não é incomum vermos pessoas obesas comerem excessivamente em ocasiões em que se sentem mal emocionalmente.

Ainda nesse sentido, a Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica (2016), apontou que o estresse psicológico pode contribuir para o aumento da ingestão de alimentos, para a alimentação emocional, a compulsão alimentar, a falta de exercício, e para o controle do apetite ruim. Entende-se que todos esses aspectos estão, de certa forma, associados ao ganho de peso e à obesidade. Esse contexto de estresse pode levar o sujeito ao excesso de peso pelo sistema de recompensa e pela retroalimentação. Ou seja, pondera-se que existe uma associação entre a vivência do estresse e a posterior sensação de melhora e/ou alívio quando da ingestão de alimentos, em especial aqueles ricos em açúcares e gorduras. A partir do momento que se aprende essa associação, corre-se o risco de se ter transformada em hábito, que posteriormente passa a se manifestar com menos consciência. Dessa forma, o sujeito pode passar a usar os alimentos como forma de solucionar perturbações menores, até mesmo cansaço e estresse crônico de baixo grau.

Diante dos padrões estéticos, construídos socialmente e culturalmente, surge uma ditadura da beleza, uma busca pela perfeição do corpo. Frente a essa cobrança, incentivada pelas redes sociais e pelos midiáticos, os indivíduos muitas vezes encontram-se em um ciclo de buscas constantes por dietas e formas “milagrosas de emagrecimento”. De acordo com Lemos, Machado e Melo (2015, p.121):

As dietas da moda são, em sua maioria, praticadas por indivíduos que desejam uma perda de peso em curto prazo. No entanto, é notório que esses indivíduos normalmente apresentam ganho de peso igual ou superior ao que tinham no início da dieta. Essas dietas normalmente provêm de resultados rápidos e satisfatórios naquele momento fazendo com que seja encarado como uma vantagem para aqueles que a praticam. Porém, elas aumentam a chance de reganho de peso, fazendo com que o que pode ser encarado como vantagem gere um impasse chamado “efeito sanfona”. Essas dietas aumentam a chance de reganho de peso por induzirem redução do gasto energético em decorrência da queda no metabolismo basal, além disso, proporcionam o emagrecimento em um curto espaço de tempo sem considerar a individualidade, com isso não são alcançados os objetivos de reeducação

alimentar e mudança do comportamento alimentar tornando as dietas um ciclo que nunca alcança o seu objetivo.

Considerando a importância de um tratamento que atenda integralmente as necessidades da pessoa que está obesa, Ferreira e Meier (2012) entendem imprescindível que haja uma atenção especializada às emoções e aos afetos. Os autores expõem ainda que a partir da prática clínica em comportamento alimentar é possível depreender que, para que o processo seja exitoso, além da reeducação dos hábitos alimentares e do incentivo aos exercícios físicos, é necessário reeducar os afetos.

“A função da terapia psicológica é auxiliar o paciente a desenvolver autoconhecimento (autoconsciência), fundamental para uma vida emocional saudável, pois a consciência e a aceitação do que somos, de como funcionamos, nos livra de muitos sofrimentos inúteis” (FERREIRA; MEIER, 2012, p. 102).

Pode-se dizer que os obesos moderados e graves, quando avaliados, apresentam a autoestima consideravelmente baixa, acreditam que as outras pessoas os enxergam com rejeição e até mesmo desprezo, e avaliam seus corpos como feios e repugnantes. Outra questão relevante é que essas pessoas com excesso de peso apresentam certa dificuldade em distinguir a fome e as sensações desagradáveis, desconforto, ansiedade e disforias de modo geral. Ocorre que qualquer mal-estar é tão logo falsamente interpretado como fome (SILVA, 2015).

Silva (2015) expõe que as compulsões, os comportamentos compulsivos ou aditivos são comportamentos aprendidos, que aos serem executados, são seguidos por alguma forma de gratificação emocional, podendo ser traduzido como um alívio de angústia ou ansiedade. Esses comportamentos são, na verdade, hábitos mal adaptativos, que por serem executados muitas vezes, acabam ocorrendo de forma automática. No entanto, esses comportamentos compulsivos são considerados mal adaptativos, pois a sensação de gratificação que ocorre após o ato, seja prazer ou alívio daquilo que incomoda, acaba reforçando, de certa forma, o sujeito a repeti-lo. Mas com o passar do tempo, após o alívio imediato, vem à tona uma sensação negativa por não ter conseguido resistir àquele impulso de realizá-lo.

É interessante notar que, o DSM-V traz em seus critérios diagnósticos, quando se refere ao Transtorno de Compulsão Alimentar, não apenas sintomas alimentares, mas sintomas afetivos também não descritos. Termos como “sentimento de falta de controle”, “sentir repulsa por si mesmo, depressão ou demasiada culpa”, “angústia acentuada”, além de tristeza e vergonha, fazem parte dos critérios elencados pelo manual. Dessa forma, podemos compreender quão complexo é o transtorno e como uma equipe multidisciplinar, que inclua o psicólogo, é essencial para trabalhar com o sujeito que possui o diagnóstico de TCA.

Buscar compreender mais profundamente a dificuldade de pessoas com sobrepeso que possuem TCA em seguir um processo de emagrecimento, em perder peso e manter a perda, assim como os fatores psicológicos envolvidos nesse processo, é de extrema relevância, sendo considerado, inclusive, questão de saúde pública. Sabe-se que ansiedade, por exemplo, é um fator importante, o qual faz com que muitos indivíduos apresentem compulsão alimentar. Outras questões de ordem psicológicas podem estar envolvidas, como dificuldades de interação social, traumas emocionais, depressão e abusos sexuais.

Diante do exposto, ressalta-se que o objetivo geral do presente artigo foi analisar, por meio de revisão da literatura pertinente, a importância e a necessidade do trabalho psicoterapêutico em sujeitos com excesso de peso que apresentam Transtorno de Compulsão Alimentar.

## **METODOLOGIA**

A partir da escolha do tema a ser pesquisado, definiu-se as palavras-chave para a realização de pesquisa bibliográfica do tipo exploratório/descritivo, buscando-se delinear o conhecimento existente a respeito do assunto por meio de revisão da literatura da área, em periódicos, teses, artigos, livros e bibliotecas eletrônicas, publicados nos últimos 10 anos.

As palavras-chave definidas foram: 1 Sobrepeso. 2 Transtorno de compulsão alimentar. 3 Psicoterapia. 4 Terapia Cognitivo Comportamental.

As bases de dados utilizadas para o levantamento bibliográfico foram o SCIELO<sup>3</sup> e o LILACS<sup>4</sup>, além de livros que se referiram ao tema proposto. Após o levantamento das obras existentes nessas bases a partir das palavras-chave, foram desconsideradas aquelas que não se inseriram nos parâmetros estipulados e definidos no trabalho.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das buscas nas bases de dados nacionais foram selecionados os artigos de revisão bibliográfica publicados no período de 2007 a 2017, em língua portuguesa, assim como capítulos de livros, que expunham ideias relacionadas ao excesso de peso e seus desdobramentos, ao Transtorno de Compulsão Alimentar, dificuldades dos sujeitos em perderem peso e manterem a perda, além de abordagens psicoterapêuticas existentes que podem ser buscadas para o tratamento desses sujeitos.

Diante da pesquisa e leitura dos artigos e livros, é quase unânime a importância de um trabalho multiprofissional, tanto no que se refere exclusivamente a sujeitos com excesso de peso e obesos, como quando se referem ao Transtorno da Compulsão Alimentar. Ao se tratar de ambas as patologias em um mesmo sujeito, é ainda mais certa a necessidade de se contar com profissionais de múltiplas áreas, considerando o indivíduo em sua integralidade. Como se sabe, fatores internos e externos ao indivíduo estão interligados, em seus aspectos biológicos, sociais, familiares e emocionais, que interagem entre si. Trata-se, portanto, de uma questão complexa e multifatorial. Considerando os aspectos emocionais e afetivos, o trabalho do psicólogo é de suma importância.

Em geral, a obesidade é decorrente de um comportamento alimentar dito excessivo, e muitas vezes compulsivo, que pode ser advindo desde a infância ou adolescência, assim como devido a contingências da vida adulta, como, por exemplo, a gravidez. Considera-se que o excesso de peso pode tornar-se um fator de desadaptação, causando nessas pessoas sofrimentos psíquicos e frustração, especialmente quando em nossa cultura há uma valorização da imagem corporal para a inserção social e para o estabelecimento de vínculos relacionais. Infelizmente pode causar, inclusive, dificuldades e insatisfações em atividades cotidianas, como participar de uma comemoração ou festa, e sair para comprar roupas. Considerando esse contexto, o autoconceito do sujeito configura como uma autoimagem relacionada a sentimentos de inferioridade e até mesmo vergonha, ocorrendo, muitas vezes, o rebaixamento da autoestima (NASCIMENTO; SILVA BEZERRA; ANGELIM, 2013).

É importante frisar que, nem todo indivíduo com excesso de peso/obeso possui o Transtorno de Compulsão Alimentar, da mesma forma que, nem todos os indivíduos diagnosticados com TCA são obesos. Não obstante, Batista e Moreira (2007, p. 130), apontam que “o transtorno da compulsão alimentar periódico (TCAP) é o transtorno alimentar mais prevalente na obesidade”.

Interessante notar que, quando comparados aos obesos que não possuem Transtorno de Compulsão Alimentar, os sujeitos obesos que possuem esse transtorno, tendem a apresentar maiores déficits cognitivos em testes neuropsicológicos, maiores índices de transtornos de humor e obesidade em familiares de

<sup>3</sup> Scientific Electronic Library Online: [www.scielo.br](http://www.scielo.br)

<sup>4</sup> <http://lilacs.bvsalud.org/>

primeiro grau. Ademais, ainda comparativamente aos sujeitos sem TCA, aqueles com TCA apresentam mais preocupações relacionadas ao peso e a forma corporal, assim como mais insatisfação corporal, menor qualidade de vida e ingerem mais calorias nos estudos em laboratórios (MCLEROY *et al.*, 2012 apud COSTA; MATOS, 2015).

Ainda nesse sentido Duchesne *et al.* (2007, p. 81) expõem que:

[...] evidências sugerem que o subgrupo de obesos com TCAP apresenta uma pior resposta aos tratamentos que objetivam emagrecimento, um maior número de tentativas malsucedidas de adesão a dietas, uma maior dificuldade para perder peso, uma pior manutenção do peso perdido e uma maior taxa de abandono dos tratamentos.

Aqueles indivíduos que apresentam uma alimentação dita compulsiva, de forma geral, possuem dificuldade no reconhecimento de suas emoções e sentimentos, ou seja, não conseguem fazer contato com eles ou expressá-los. Vai muito além de “seguir uma dieta” e realizar mais atividades físicas, é necessário empreender esforço para “reeducar os afetos”. E ainda, no que se refere à dificuldade encontrada em “manter a perda de peso”, é bastante comum que essas pessoas tenham a ideia que perder o peso vai solucionar a “dor de ser gordo”, enquanto a “verdadeira dor” não é abordada. Assim, quando o sujeito percebe que seus problemas, dores e angústias não sumiram junto com o peso perdido, e que o peso não poderá mais servir como escudo contra os reais problemas, o sujeito volta a comer e a se refugiar, a anestesiá-las suas emoções negativas com a comida. Busca-se novamente, mesmo que inconscientemente, a “alimentação compulsiva” como forma de buscar seu escudo protetor para mantê-lo “afastado dos problemas” (FERREIRA; MEIER, 2012).

Dessa forma, acredita-se que muitos dos sujeitos que se alimentam de maneira compulsiva, apresentam grande dificuldade em perder peso e, também, de manter a perda, devido aos aspectos psicológicos e emocionais envolvidos. Conforme exposto, se esses fatores não forem trabalhados, é possível e até provável que o sujeito tenha dificuldade no engajamento em um processo de emagrecimento, assim como na manutenção da perda de peso.

Em um estudo, foram analisados os desafios enfrentados por pacientes obesos com TCA. Enfatizando a dificuldade de se manter a perda de peso, foi apontado pelo autor, a importância, a longo prazo, do planejamento e da promoção de autoaceitação, para que houvesse, de fato, o desencadeamento no estilo de vida e uma melhoria no bem-estar psicológico e na saúde física (DEVLIN, 2001 apud CHAVES; NAVARRO, 2011).

Oliveira e Silva (2014) realizaram uma pesquisa qualitativa com 5 (cinco) mulheres obesas residentes em Brasília. Com o estudo, identificaram que alguns fatores podem dificultar a perda de peso, como ansiedade, baixa autoestima, falta de tempo, ter alimentos altamente calóricos no ambiente doméstico, a interferência dos familiares na adesão ao tratamento, a facilidade para o ganho de peso, ausência de autocontrole e de motivação para as mudanças necessárias no estilo de vida e hábitos alimentares. Observaram ainda que, mesmo conscientes dos riscos que a obesidade pode trazer, as participantes da pesquisa relataram sentir bastante dificuldade em colocar em prática aquilo que já sabem no que se refere à perda de peso.

Dessa forma, Luiz e Gorayeb (2002, apud OLIVEIRA; SILVA, 2014) expuseram que é fundamental que o sujeito com excesso de peso conte com um preparo emocional para um tratamento a longo prazo. Desenvolver estratégias de enfrentamento é extremamente importante para que se possa lidar com as perdas e para conseguir controlar os sentimentos e impulsos, além de uma reconstrução de seus valores.

Nascimento, Silva Bezerra e Angelim (2013, p. 196) em um estudo do tipo transversal e de natureza

descritiva e exploratória, observaram que:

[...] a incapacidade de realizar os diversos tipos de dietas e tratamentos, oriundos do senso comum ou da prescrição de endocrinologistas e nutricionistas, acarreta a percepção da impossibilidade de emagrecimento, interpretada como um fracasso pessoal, o qual, permeado pela culpabilidade, associa-se a uma condição de desajustamento expressa a partir de reações emocionais, como ansiedade, tristeza ou agressividade. O fracasso do enfrentamento da obesidade parece, por um lado, cristalizar um sentimento de impotência, e, por outro, consolidar a descrença no controle da ingestão alimentar como estratégia de emagrecimento.

Ferreira e Meier (2012) afirmam que a obesidade pode causar no sujeito inúmeras feridas emocionais. Além de um ideal de corpo, existe um ideal de vida no qual acredita-se que só se pode ser feliz sendo magro. Dessa forma, ao enxergar a obesidade como fonte de todos os problemas de sua vida, o sujeito acredita que não precisa se preocupar com dificuldades emocionais e sim em controlar o peso. Porém, conhecer os aspectos emocionais associados ao excesso de peso é muito importante para que se tenha compreensão que esse excesso de peso pode trazer inúmeros desconfortos, além de angústias e sentimentos de inferioridade, mas sem desconsiderar que o momento em que se come também é fonte de prazer.

Algumas pessoas confundem a fome emocional e a fome fisiológica. A fome emocional, segundo Deram (2014) não deve ser vista necessariamente como ruim, no entanto, a autora aponta que se faz importante ter a compreensão que a fome emocional pode trazer um alívio momentâneo quando se ingere alimentos, porém não vai resolver todo tipo de emoção, como tristeza, felicidade, ansiedade, tédio, angústia, etc. Nesse caso, é importante buscar compreender esse comportamento e buscar ajuda profissional, pois é possível reeducar essas sensações.

Ferreira e Meier (2012) falam sobre a “fome psicológica”, pois acreditam ser comum que os pacientes tenham distorções em relação a sua fome e seus estados emocionais. Essas pessoas costumam apresentar dificuldade em relacionar a superalimentação com situações de ansiedade, medo e outros sentimentos e emoções desagradáveis.

Reis (2010) referindo-se ao tratamento da obesidade, acredita que o profissional da área da saúde deve realizar uma avaliação individual no sentido de identificar, em cada caso, qual tipo de intervenção deve ser utilizada para o sujeito, já que atualmente, várias intervenções são consideradas para o seu tratamento. Para tanto, propõe que se faz necessário considerar alguns fatores, como co-morbidades, tentativas anteriores de perda de peso, preferências alimentares e características individuais e fisiológicas.

No que se refere ao Transtorno de Compulsão Alimentar, segundo Silva (2015), para que haja qualquer tentativa de pensar sobre o manejo clínico junto a esses sujeitos, os profissionais envolvidos devem buscar compreender, nesse processo, quais os sentimentos desencadeiam o comportamento de comer compulsivo, assim como quais são as emoções que acabam se tornando gatilho para os episódios de compulsão. Importante ter como foco, que a relação que se estabelece com a comida pode ser a origem de um abalo emocional e psíquico.

Buscar auxílio na psicoterapia é admitir que nosso valor como pessoa é grande, e o investimento na nossa felicidade, necessário. Lutar sozinho é ter uma falsa imagem sobre a complexidade do problema e abrir espaço para o fracasso. Achar que o excesso de peso é um problema exclusivamente alimentar é subestimar as emoções e suas influências (FERREIRA; MEIER, 2012, p. 110).

Ainda de acordo com os autores supracitados, um dos objetivos da clínica psicológica é despertar no

sujeito novas habilidades, no sentido de promover mudanças nos padrões de pensamento, assim como fomentar a avaliação de desenvolvimento de novas estratégias para o relacionamento com os outros e consigo próprio, promovendo assim o bem-estar.

Corsini, Leite e Oliveira (2013) apontam que existem diversas abordagens psicológicas disponíveis para tratamento de pessoas com excesso de peso. A escolha de uma delas deve ser analisada pela pessoa a qual passará pelo tratamento psicoterápico, devendo ser fornecido ao indivíduo o direito de escolha esclarecida. Ademais, apontam a importância da experiência do profissional envolvido.

Um dos principais recursos para lidar com as pessoas com Transtorno Alimentar (como é o caso do TCA) é a psicoterapia. Busca-se evidenciar ou ao menos tornar conscientes os conflitos intrapsíquicos e interpessoais. Essa compreensão emocional pode levar à elaboração de seus conflitos centrais, e conseqüentemente, fomentar o fortalecimento das defesas pessoais psicológicas. O psicoterapeuta lida com o significado emocional que os sintomas passam a adquirir na vida do sujeito (RIBEIRO; SANTOS, 2013).

Após a realização de um estudo referente ao tratamento da obesidade, comparando a terapia individual com a terapia de grupo, obteve-se resultados mais otimistas com essa última modalidade, em que os participantes apresentaram melhores resultados no que se refere a redução de peso e massa corporal (REJILIAN *et al.*, 2001 apud REIS, 2010). De acordo com *National Institute for Health and Clinical Excellence* (apud DUCHESNE *et al.*, 2007), após a realização de ensaios clínicos randomizados, chegou-se à consideração que a Terapia Cognitivo Comportamental (TCC) é a forma de intervenção psicoterápica mais investigada no Transtorno de Compulsão Alimentar, sendo que um número considerável de centros especializados no acompanhamento e tratamento dos mais diversos transtornos alimentares têm utilizado a abordagem da Terapia Cognitivo Comportamental. Essa utiliza técnicas comportamentais visando auxiliar o sujeito a modificar hábitos alimentares. Ademais, técnicas cognitivas são utilizadas, visando auxiliar na modificação de alguns padrões distorcidos de pensamento e a reestruturação de crenças supervalorizadas que vêm associadas ao peso e à imagem corporal.

Várias técnicas podem ser utilizadas visando essa modificação de hábitos alimentares e de padrões distorcidos de raciocínio, como treinamento em resolução de problemas, automonitoração, técnicas para controle de estímulos. Ainda é indicado e comum que se utilizem estratégias para prevenção de recaídas. Sugere-se que, de acordo com o conjunto de dados analisados, ao final da Terapia Cognitivo Comportamental, há melhora significativa em relação às dificuldades interpessoais, do grau de adaptação, nos níveis de depressão e ansiedade, na autoestima, assim como melhora no sentimento subjetivo de bem-estar e na qualidade de vida dos sujeitos. No entanto, sugerem que nem todos os pacientes apresentam boa resposta à Terapia Cognitivo Comportamental (DUCHESNE *et al.*, 2007).

Ainda sobre a Terapia Cognitivo Comportamental, Cortez, Araújo e Ribeiro (2011) concordam que essa tem sido a linha mais estudada quando se trata de Transtorno de Compulsão Alimentar, e consideram que tal abordagem terapêutica tem demonstrado bons resultados. Explicam que, nesses casos, a Terapia Cognitivo Comportamental convencional foca em aspectos cognitivos do problema, ou seja, pensamentos distorcidos, como a auto-avaliação centrada no peso e no formato do corpo, assim como perfeccionismo, baixa autoestima, dentre outros fatores, enquanto os aspectos comportamentais enfocam os hábitos alimentares inadequados.

O psicoterapeuta pode buscar investigar junto ao paciente os gatilhos disparadores da compulsão, discutindo sempre alternativas de novas respostas, para que o paciente possa entender e compreender melhor suas respostas e seus estados emocionais. Cabe ainda a esse profissional, mediar junto ao indivíduo, no enfrentamento dos afetos e das emoções dolorosas que vêm subjacentes às crises compulsivas (FERREIRA; MEIER, 2012).

Rocha e Rufino (2015) abordam a importância do trabalho interdisciplinar para tratar sujeitos com transtornos alimentares, assim como o envolvimento dos familiares no referido tratamento. Não obstante, consideram que a Terapia Cognitivo Comportamental pode auxiliar o paciente a ampliar a sua visão sobre seu problema, e a partir de técnicas e intervenções nessa abordagem, como a reestruturação cognitiva, pode provocar modificações e aceitação no estilo de se comportar, podendo promover melhorias significativas para o indivíduo.

Já Cobelo, Gonzaga e Weinberg (2008) se referiram sobre a abordagem psicanalítica nos transtornos alimentares, e entendem que essa abordagem tem sido considerada indicada para o tratamento dos transtornos, mas frisam que sempre se faz necessária a interação com outros profissionais, com a proposição de uma terapêutica multidisciplinar.

Do ponto de vista psicanalítico, o sintoma é uma solução de compromisso entre o desejo inconsciente e a censura psíquica, ou seja, um representante desse conflito. Se eliminado, mas não resolvido o conflito subjacente a ele, o sintoma pode retornar ou ser substituído por um outro, diferente. Do ponto de vista psicanalítico, as crises bulímicas e a recusa anoréxica podem ser compreendidas como comportamentos que substituem a elaboração psíquica esperada na resolução de conflitos intrapsíquicos (COBELO; GONZAGA; WEINBERG, 2008, p. 5).

Ribeiro e Santos (2013) explanam que a indicação de processos psicoterapêuticos de orientação psicanalítica pode ser mais adequada quando há o anseio de se trabalhar com os conflitos mais profundos e enraizados na personalidade. Vai além de um enfoque meramente sintomatológico, já que o objetivo é chegar às “causas” inconscientes que mantêm comportamentos, sentimentos e pensamentos distorcidos.

De acordo com Freitas et al., (2001 apud Araújo; Cortez; Ribeiro, 2011), não existem abordagens terapêuticas definidas como superiores em relação a outras. Não obstante, apontam que os tratamentos ditos multimodais, que envolvem o uso de medicamentos associados a intervenções psicológicas e nutricionais têm sido considerados os mais apropriados no que diz respeito ao Transtorno de Compulsão Alimentar.

Após o levantamento de dados e leituras dos artigos e materiais sobre a temática, concorda-se com a percepção de Duchesne et al., (2007), que há menos estudos tratando sobre a eficácia da Terapia Cognitivo Comportamental no tratamento do Transtorno de Compulsão Alimentar, quando comparado aos que tratam de Bulimia Nervosa. Porém, dentre as abordagens terapêuticas propostas para o Transtorno de Compulsão Alimentar, a Terapia Cognitivo Comportamental é o modelo de terapia com mais estudos documentados. Esses autores consideram que, de modo geral, a Terapia Cognitivo Comportamental é um método eficaz de tratamento quando se trata de Transtorno de Compulsão Alimentar.

Nesse mesmo sentido, de acordo com Freitas (2006 apud Chaves; Navarro, 2011), a quantidade de estudos que abordam os efeitos da psicoterapia nos Transtornos Alimentares aumentou consideravelmente nos últimos 30 (trinta) anos. Entretanto, ponderam que as evidências sobre o seu papel permanecem bastante limitadas, revelando que para o Transtorno de Compulsão Alimentar, a grande parte dos estudos se concentra ainda em curto prazo.

Ademais, faz-se mister considerar a importância do papel dos familiares no tratamento dos sujeitos com transtornos alimentares, assim como nos indivíduos obesos. Conforme expõem Oliveira e Deiro (2013), quando enfatizam que a participação da família pode auxiliar no desenvolvimento de uma estrutura de colaboração, em que pais, cônjuges e/ou filhos se tornem um meio facilitador das mudanças necessárias. Além disso, importante fomentar o diálogo para que a função desempenhada pela patologia no sistema familiar seja abordada e elaborada.

Ribeiro e Santos (2013) igualmente acreditam na importância de se trabalhar em conjunto com os

familiares. Ponderam que a abordagem junto ao paciente e à sua família deve ocorrer sempre tendo em vista a compreensão de suas limitações, com empatia e respeito. No entanto, esses autores expõem que, embora haja possibilidades concretas de se conquistar as metas de evolução clínica no sentido de alcançar a reabilitação psicossocial, os resultados terapêuticos nem sempre são satisfatórios, já que os Transtornos Alimentares são síndromes de forte impacto pessoal, familiar e social. Apontam, por fim, que estudos clínicos ainda são escassos e merecem incentivos, para se buscar aprimorar as abordagens visando sempre uma melhora nos prognósticos.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo teve como objetivo geral analisar, por meio de revisão da literatura pertinente, a importância e a necessidade do trabalho psicoterapêutico em sujeitos com excesso de peso que apresentam Transtorno de Compulsão Alimentar - TCA, tendo em vista a dificuldade dessas pessoas no engajamento em processo de emagrecimento, na perda e manutenção de peso.

Os resultados encontrados por meio de pesquisas bibliográficas indicam que, muito embora o excesso de peso não seja um critério diagnóstico para o Transtorno de Compulsão Alimentar, e nem todo indivíduo com excesso de peso/obeso possui TCA, é bastante comum que esse transtorno seja encontrado em sujeitos com excesso de peso. Ademais, de acordo com a literatura, quando comparados aos obesos que não possuem TCA, os sujeitos obesos que possuem esse transtorno tendem a apresentar mais sintomas psicopatológicos, comprometimentos de ordem psicológica/psiquiátrica e menor qualidade de vida. Fatores emocionais e psicológicos são apontados na literatura, junto a outros aspectos, como determinantes no surgimento e manutenção do transtorno.

A partir do levantamento bibliográfico realizado, constatou-se que existem poucas investigações em âmbito nacional, abordando mais a fundo o Transtorno de Compulsão Alimentar e sua inter-relação com as pessoas que possuem excesso de peso. Observa-se que a maioria dos estudos aborda um ou outro, mas não a associação entre ambos. Não foram encontrados muitos estudos que tratem especificamente das dificuldades inerentes ao engajamento em processo de emagrecimento, na perda de peso e manutenção da perda em indivíduos com excesso de peso que apresentam TCA. Dessa forma, não foi possível afirmar se essas dificuldades se assemelham ou diferem das dificuldades de pessoas que têm excesso de peso e não possuem TCA, e de pessoas com TCA que não apresentam excesso de peso.

Identificou-se que há um número consideravelmente superior de estudos e investigações relacionados à Terapia Cognitiva Comportamental (TCC) em sujeitos com Transtorno de Compulsão Alimentar, quando comparado a pesquisas com outras abordagens psicoterapêuticas. Os estudos sugerem que essa abordagem apresenta resultados satisfatórios para o tratamento desses sujeitos. Foram encontrados poucos estudos focando em outras modalidades de psicoterapia, muito embora seja consenso a importância do trabalho multidisciplinar, sendo que a atuação do psicólogo é indicada quase majoritariamente como de suma importância.

Considerando a necessidade de estudos e pesquisas para aprofundamento do tema, visando compreender melhor a associação entre o Transtorno de Compulsão Alimentar e o excesso de peso/obesidade, que afeta de forma severa a vida de muitas pessoas, acredita-se que ainda há um longo caminho a ser percorrido. Além disso, destacamos a interdisciplinaridade entre estudos de linhas psicológicas, nutricionais, psiquiátricas, sociais e biomédicas de extrema relevância, visto que perpassa toda a discussão destinada a compreender esse processo.

Uma proposta para estudos futuros é a realização de pesquisa exploratória com coleta de dados por meio de relato de experiências, de forma a garantir maior robustez à discussão.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais** – DSM-5. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

APPOLINARIO, José Carlos; FREITAS, Silvia; NAZAR, Bruno. **Transtornos alimentares**. PROPSIQ- Programa de Atualização de Psiquiatria. Ciclo 4. Porto Alegre, v. 2, Ciclo 4, p. 43-93, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA. **Diretrizes brasileiras de obesidade 2016** / ABESO 4. ed. São Paulo: Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica, p.188, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA. **Mapa da obesidade**. Disponível em: <<http://www.abeso.org.br/atitude-saudavel/mapa-obesidade>>. Acesso em: 20. ago. 2017.

BATISTA, Ana Patrícia C.; MOREIRA, Rodrigo O. Insatisfação com a imagem corporal em mulheres obesas: a importância do transtorno da compulsão alimentar periódica. **Rev Psiquiatr.** v. 29, n. 1, p.130-131, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Informe situacional sobre os programas de alimentação e nutrição e de promoção da saúde na atenção básica**. 2017. Disponível em: [http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/Informe\\_Situacional\\_Geral.pdf](http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/Informe_Situacional_Geral.pdf). Acesso em: 20 set. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico** – VIGITEL. 2011. Disponível em <<http://www.abeso.org.br/atitude-saudavel/mapa-obesidade>> Acesso em: 21 ago. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico** – VIGITEL. 2017. Disponível em <<http://www.abeso.org.br/atitude-saudavel/mapa-obesidade>> Acesso em: 21 ago. 2017.

CHAVES, Lenize; NAVARRO, Antonio Coppi. Compulsão alimentar, obesidade e emagrecimento. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, São Paulo, v. 5, n. 27, p.110-120, maio/jun. 2011.

COBELO, Alicia Weisz; GONZAGA, Ana Paula; WEINBERG, Cybelle. Abordagem psicanalítica dos transtornos alimentares. **Cadernos da CEPPAN – Revista de Transtornos Alimentares**, n. 1, p. 4-6, mar, 2008.

CORSINI, Mara da Silva; LEITE, Celso Vieira de Souza; OLIVEIRA, Maria Rita Marques de. Obesidade: da pesquisa básica às políticas públicas de prevenção e cuidado. In: ALMEIDA, Sebastião de Sousa; COSTA, Telma Maria Braga; LAUS, Maria Fernanda; STRAATMANN, Gisele (org.). **Psicobiologia do comportamento alimentar**. Rio de Janeiro: Rubio, 2013. Cap. 9, p. 143-173.

CORTEZ, Célia Martins; ARAÚJO, Elaine Aude; RIBEIRO, Marta Velasque. Transtorno de compulsão alimentar periódico e obesidade. **Arquivos Catarinenses de Medicina**. v. 40, n. 1, p. 94-102, 2011.

COSTA, David Martins de Araújo; MATOS, Joyce Oliveira. A psiquiatria no tratamento de transtornos alimentares: do DSM-5 à prática clínica. In: LEMOS, Yvanna da Cruz e MATOS; OLIVEIRA, Joyceor (Org.). **Transtornos alimentares: uma visão interdisciplinar**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2015. p. 77-100.

DERAM, Sophie. **O peso das dietas: emagreça de forma sustentável dizendo não às dietas**. 1. ed. São Paulo: Sensus, 2014.

DEVLIN, M.J. Binge-eating disorder and obesity: a combined treatment approach. **Psychiatry Clinics of North America**. v. 24, p. 325-35, 2001.

DUCHESNE, Mônica; ; APPOLINÁRIO, José Carlos; RANGÉ, Bernard Pimentel; PAPELBAUM, Marcelo; WALMIR, Coutinho. Evidências sobre a terapia cognitivo-comportamental no tratamento de obesos com transtorno da compulsão alimentar periódica. **Revista de Psiquiatria**. Rio Grande do Sul, v. 29, n. 1, p. 80-92, 2007.

FERREIRA, Maria Marta; MEIER, Marcos. **Psicologia do emagrecimento**. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2012.

FREITAS, Sílvia. Curso e Prognóstico dos Transtornos Alimentares. In: \_\_\_\_\_. **Transtornos alimentares e obesidade**. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 105-15.

FREITAS, Sílvia; LOPES, Claudia; COUTINHO, Walmir. APPOLINARIO, José Carlos. Translation and adaptation into portuguese of the Binge Eating Scale. **Rev Bras Psiq**, v. 23, p. 215-220, 2001.

GRILO, C.M. Binge eating disorder. In: FAIRBURN, C.G.; BROWNELL, K **Eating disorders and obesity: a comprehensive handbook**. 2 ed., 2002. pp. 178-82.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil: Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**. Brasil: IBGE 2010.

LEMOS, Yvanna da Cruz; MACHADO, Eline Albuquerque; MELO, Maria Lreticia Martins. Dietas da Moda. In: LEMOS, Yvanna da Cruz e MATOS, Joyce Oliveira (Org.). **Transtornos alimentares: uma visão interdisciplinar**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2015. p. 117-132.

LUIZ, Andréia Mara Ângelo Gonçalves; GORAYEB, Ricardo. Obesidade infantil e depressão, **Revista Brasileira de Medicina**, São Paulo, v.38, n.8, p. 406-407, Ago. 2002.

MCLEROY, Susan; GUERDJIKOVA, Anna; MORI, Nicole; O’MELIA, Anne. Pharmacological management of binge eating disorder: current and emerging treatment options. **Therapeutics and Clinical Risk Management**, v. 8, p. 219-241, maio 2012.

NASCIMENTO, Carlos Alberto Domingues; SILVA BEZERRA, Simone Maria Muniz; ANGELIM, Ednalva Maria Sampaio. Vivência da obesidade e do emagrecimento em mulheres submetidas à cirurgia bariátrica. **Estudos de Psicologia**. v. 18, n. 2, p. 193-201, abr./jun.2013.

NATIONAL INSTITUTE FOR HEALTH AND CLINICAL EXCELLENCE (NICE). Eating disorders: core interventions in the treatment and management of anorexia nervosa, bulimia nervosa and related eating disorders. **Clin. Guideline**, n. 9. Londres. Disponível em: <[www.nice.org.uk](http://www.nice.org.uk)>.

NUNES, Renato Moreira. **Transtorno da Compulsão Alimentar Periódica (TCAP) e a abordagem da Terapia Cognitiva Comportamental (TCC)**. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2012. Disponível em: [http://www.ufjf.br/renato\\_nunes/files/2013/01/Artigo-final-Transtornos-Alimentares-0803.pdf](http://www.ufjf.br/renato_nunes/files/2013/01/Artigo-final-Transtornos-Alimentares-0803.pdf) Acesso em: 20 set. 2018.

OLIVEIRA, Ana Paula da Silva Vasques; SILVA, Marília Marques . Fatores que dificultam a perda de peso em mulheres obesas de graus I e II. **Revista Psicologia e Saúde**. Campo Grande, v. 6, n. 1, p. 74-82, 2014.

OLIVEIRA, Leticia Langlois; DEIRO, Carolina Peixoto. Terapia Cognitivo-Comportamental para transtornos alimentares: a visão de psicoterapeutas sobre o tratamento. **Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva**, Rio Grande do Sul, v. 15, n. 1, p. 36-49, 2013.

REIS, Pedro Miguel Cubal. **Educação terapêutica no tratamento da obesidade dinâmicas de grupo**. Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação. Universidade do Porto. Porto, 2010.

REJILIAN, David; PERRI, Michael; NEZU, Arthur; McKELVEY, Wendy; SHERMER, Rebeca; ANTON, Sthepen. Individual versus group therapy for obesity: effects of matching participants to their treatment preferences. **Journal of Consulting and Clinical Psychology**. v. 69, n. 4, p. 717-21.

RIBEIRO, Rosane Pilot Pessa; SANTOS, Manoel Antônio. Transtornos alimentares: evidências clínicas e científicas. In: ALMEIDA, Sebastião de Sousa et al. (Org.). **Psicobiologia do comportamento alimentar**. Rio de Janeiro: Rubio, 2013. p. 175-196.

ROCHA, Emanuel Sales Marinho; RUFINO, Rennara Hellen Martins. A prática da atividade física no contexto contemporâneo em uma perspectiva adocedora. In: LEMOS, Yvanna da Cruz e MATOS; OLIVEIRA, Joyce (org.). **Transtornos alimentares: uma visão interdisciplinar**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2015. p. 151-168.

SILVA, Márcia Helena Nogueira. Transtornos do controle dos impulsos e sua relação com a obesidade: comer compulsivo e comer emocional. In: LEMOS, Yvanna da Cruz e MATOS; OLIVEIRA, Joyce (org.). **Transtornos alimentares: uma visão interdisciplinar**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2015. p. 225-242



---

# Artigos Originais

---

# DIREITOS FUNDAMENTAIS NA REGULAÇÃO DA EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL: DIGNIDADE DA PESSOA HUMANA DO PROFESSOR E QUALIDADE DO ENSINO

NANGI, Lucas Silva\*.; NANGI, Luísa Silva.; NANGI, Luciano Silva.; LACERDA, Diego Rodrigues Naves Barbosa.; SANTOS e SILVA, Maria Clara Nangi. - Universidade Federal do Triângulo Mineiro

\*Autor para correspondência e-mail: lucas.nangi@hotmail.com

Recebido em: 10/09/2018  
Aprovação final em: 05/12/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.613>

**RESUMO:** O presente trabalho tem como objetivo discorrer a respeito da precária condição dos professores do Ensino Fundamental nas Escolas Públicas em detrimento do dever estatal de promover uma educação digna, baseada em princípios fundamentais presentes na Constituição da República de 1988 que regem tal âmbito educacional, em especial o referente à dignidade da pessoa humana no que concerne ao papel do professor como um dos principais agentes atuantes neste contexto. Para tanto, analisa artigos voltados ao âmbito educacional e histórico, além de legislações pertinentes e estudos de caso com referenciais teóricos sobre a doutrina para refletir a relação entre teoria e realidade. Assim, o trabalho discorre sobre o ensino no Brasil, sua implementação desde a época colonial até os dias atuais, demonstrando como as transformações no ensino são ligadas às configurações políticas vigentes em determinados contextos históricos. Ainda, conforme as referências, discorre sobre a presença do professor como sujeito fundamental na manutenção da sociedade no âmbito do processo de ensino-aprendizagem, observando seu papel como formador de futuros cidadãos. Por fim, debate acerca da existência de normas e princípios dispostos na Constituição Federal de 1988 e em outras leis, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, permitindo compreender como os princípios constitucionais são desrespeitados mediante a situação política e culturalmente precária na qual se inserem os professores da rede de ensino público no Brasil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação; Dignidade dos docentes; Constituição Federal.

## FUNDAMENTAL RIGHTS IN THE REGULATION OF ELEMENTARY SCHOOL: DIGNITY OF THE TEACHER'S HUMAN PERSON AND TEACHING QUALITY

**ABSTRACT:** This paper aims to discuss the precarious condition of elementary school teachers in public schools, to the detriment of the state's duty to promote a decent education, based on fundamental principles present in the Constitution of the Republic of 1988 that govern such educational scope, in particular the one referring to the dignity of the human person with respect to the role of the teacher as one of the main agents acting in this context. For this purpose it analyzes articles focused on the educational and historical sphere, as well as relevant legislation and case studies with theoretical references on doctrine to reflect the relationship between theory and reality. Thus, the work focuses on teaching in Brazil, its implementation from the colonial period to the present day, demonstrating how the transformations in teaching are linked to the political configurations prevailing in certain historical contexts. And more, according to the references, it discusses the presence of the teacher as a fundamental subject in the maintenance of society within the scope of the teaching-learning process, observing its role as a formator of future citizens. Finally, it discusses the existence of norms and principles established in the Federal Constitution of 1988 and other laws, such as the Law of Directives and Bases of National Education, allowing to understand how the constitutional principles are disrespected by the politically and culturally precarious situation in which the teachers of the public education network in Brazil are inserted.

**KEYWORDS:** Education; teachers' dignity; Federal Constitution.

### **INTRODUÇÃO**

Indiscutível afirmar que a Educação é um dos pilares da sociedade (em todos os tempos), contribuindo assim para a formação de indivíduos que nela buscam se inserir, tanto como cidadãos críticos de sua realidade, quanto profissionais aptos para a melhoria do país em seus setores econômicos, políticos e sociais. Ainda, considerado princípio constitucional, é prevista no próprio texto constitucional de maneira a não permitir questionamentos sobre o valor dispensado à educação no Brasil. Entretanto, perceber-se-á divergências entre a teoria e a realidade do ensino brasileiro.

Uma das maiores problemáticas vigentes no país, atualmente, decorre da precariedade do ensino, especialmente o público. Ensino este a cargo do Estado que, transgredindo a própria Constituição, estabelece uma realidade discriminatória, elitista, conferindo às salas de aula um espaço esquecido e cujo investimento não condiz com o necessário.

O presente trabalho procura para confrontar a realidade precária dos docentes de escolas públicas, especialmente tendo em vista o artigo 206, V da Constituição Federal (CF) que discorre a respeito da valorização dos profissionais da educação escolar, a fim de que se esclareça tal problemática e busque adequadas soluções. Valorização esta que se correlaciona ao princípio da dignidade da pessoa humana, uma vez que este representa o pilar de condições propícias a um desenvolvimento profissional e humanitário.

Em razão do expresso texto constitucional, dever-se-ia crer que as condições dos professores, por serem sujeitos atuantes no âmbito de um princípio constitucional de extrema importância, qual seja, a educação, fossem adequadas em acordo com a CF. Entretanto, a realidade do docente se demonstra precária, pois há um expresso desprezo pelos governantes em investir nesta área, deixando-a em segundo plano, além das questões estruturais, tanto no sentido físico do espaço escolar até as condições precárias que o professor tem para trabalhar, basicamente nenhum reconhecimento social, mesmo que este exista em discursos oficiais por meio dos documentos oficiais (PCN's e Matriz curricular) que descrevem em seus textos a valorização do profissional da educação.

Uma análise mais detida da realidade do país demonstra que problemáticas como desigualdades sociais e econômicas, corrupção pública e privada, miserabilidade exacerbada são cenários comuns na sociedade brasileira. Dentre estes fatores, um se destaca por conter em sua essência uma crise que abala as estruturas do Brasil, qual seja, a precarização das condições do profissional educador.

Atendo-se a realidade do educador, o prestígio de outrora já não é mais visto hoje. Seja na rede pública ou na rede privada é cada vez mais recorrente situações de rebaixamento de sua posição social, agressão física e verbal, desinteresse dos alunos e uso indiscriminado de aparelhos eletrônicos (LIRA et. al, 2018).

Ademais, além da problemática rotineira elencada anteriormente, os professores da educação fundamental, em especial da rede pública, hoje, vivem uma realidade de desvalorização salarial, atrasos de vencimentos, falta de planos de carreira dignos e sucateamos de materiais e condições de trabalho.

Não obstante, somado a essa realidade, é evidente que o perfil do aluno de hoje já não é mais o de outrora. Esse está imerso em um mundo de realidades instantâneas, da internet, das redes sociais e da fugacidade das relações. Frente a isso, cabe ao professor se adequar e se capacitar para saber lidar com essa nova realidade, não deixando de lutar pela sua valorização e dignidade como ser humano e profissional educador.

Desta maneira, discorrer-se-á, primeiramente, a respeito da prática educacional advinda da colonização europeia no século XV, suas transformações no decorrer dos anos e como sua estrutura modificava-se juntamente aos contextos políticos vigorantes em determinados momentos históricos. Promoveu-se, então,

uma breve análise da importância que possui o professor para a organização da sociedade, sendo ele profissional que irá “formar” cidadãos e futuros intelectuais, apesar de ter sua relevância questionada pela própria sociedade ao promover políticas e ações que tornem precárias as condições de tais professores. Por fim, serão analisados as normas e princípios dispostos tanto na Constituição Federal de 1988 quanto em leis outras que regulem as condições de ensino, correlacionando-as as atuais condições dos professores da rede de ensino público, quais sejam, repletas de dificuldades e em discrepância aos ditames legais e constitucionais que deveriam ser respeitados.

### **METODOLOGIA**

A presente pesquisa tem o intuito de retratar as condições precárias do docente das escolas públicas brasileiras em detrimento dos ditames constitucionais que almejam garantir a dignidade de tais profissionais, tanto em sua individualidade quanto nas relações do ambiente de trabalho em que se encontram.

Nisto, tal estudo iniciou-se mediante um levantamento bibliográfico na base de dados da plataforma Scielo Brasil (<http://www.scielo.br>) no período de Maio à Agosto de 2018, com o intuito e mapear artigos relevantes à temática, estudando-se sobre os aspectos históricos da educação, a formação docente e sua inserção no paradigma legislativo e constitucional brasileiro. Para tal, utilizou-se das palavras-chaves educação, dignidade dos docentes, constituição federal, isoladas e em associação, a fim de se encontrar temáticas semelhantes publicadas até os dias de hoje.

Ao todo, com a associação das palavras-chaves, foram encontrados 100 artigos. Esses foram filtrados no que tange à língua portuguesa, publicações de até 15 anos, e temáticas relacionadas a ciências humanas. Também foram excluídos artigos com temáticas que não se assemelhavam com a proposta no trabalho: ética médica, desafios da atenção primária de saúde, incorporação dos idosos à sociedade ativa.

Por fim, analisamos 35 artigos, que em sua temática tinham pontos que se assemelhavam à discussão do trabalho, dando assim subsídio a discussão dos direitos fundamentais na regulação da educação fundamental, dignidade humana e do professor e qualidade de ensino.

### **O ENSINO FUNDAMENTAL NO PAÍS – BREVE PERSPECTIVA HISTÓRICA**

A fim de analisar a estruturação do ensino fundamental no Brasil, deve-se ter em conta sua constituição durante o período colonial, determinada pela chegada dos portugueses no litoral e pela inserção de sua cultura ocidental e cristã no Novo Mundo. Tratando-se de um território colonial, a Metrópole portuguesa apenas visava a exploração constante das terras, não tendo como objetivo, portanto, a promoção de uma classe intelectual advinda de uma escola no Novo Mundo.

Logo, descartou-se (ou sequer haviam pensado nessa ideia) a construção de alguma instituição de ensino para qualquer indivíduo nestas novas terras. Pensamento este que perdurou séculos, tendo em vista a resistência da metrópole em gerar indivíduos capazes de questionar a supremacia dos europeus sobre o território brasileiro por meio da educação (BELLO, 2001).

Posteriormente, em um momento de expansão da fé cristã, no século XV em conflito com a religião muçulmana, jesuítas foram enviados ao Brasil objetivando aliciar “almas” cristãs em prol de sua Igreja europeia. Percebendo que confrontavam uma cultura indígena bastante distinta da europeia, não bastaria aos jesuítas pregarem os preceitos cristãos, devendo, em meio a isto, ensinar disciplinas outras que propiciariam uma “absorção” do conhecimento pelos indígenas e, conseqüentemente, sua conversão ao catolicismo.

Levaram, desta maneira, ao Brasil, métodos pedagógicos europeus que influenciariam “gerações” posteriores de ensino ao abranger disciplinas como alfabetização, filosofia, teologia, humanidade, lógica,

moral, matemática, dentre outras. Uma educação que propiciaria o controle cultural e ideológico europeu sobre parcela das tribos indígenas, facilitando o início da colonização portuguesa no Novo Mundo (ROMANELLI, 1999, p. 22).

O processo de aculturação indígena pelos jesuítas entraria em colapso quando da criação das Reformas Pombalinas, no qual Marquês de Pombal expulsou os jesuítas, rompendo com a organização educacional existente até então. Isto se deve ao fato de que, nesta época, Portugal tentava retomar à sua “grandeza” diante das outras potências europeias da época, tendo a educação jesuítica como contraditória aos interesses comerciais almejados pela Metrópole.

Desta forma, o ensino teria seu foco alterado, passando da educação em favor da cristianização, para a educação que serviria aos interesses estatais (BELLO, 2001). Surgiriam as chamadas aulas régias de Latim, Retórica e Grego, criadas por Pombal, havendo professores que ministrassem cada uma dessas disciplinas, em contraste ao ensino jesuítico em que um indivíduo ensinava todos os conteúdos propostos. Ainda, o Marques instituiu no século XVIII o chamado “subsídio literário”, organizando o ensino primário e médio por intermédio de uma espécie de imposto que incidia sobre produtos comerciais.

Método que se mostrou frágil, tendo em vista que os salários dos professores por vezes não eram auferidos. Quanto a estes, sua preparação era precária, sem preparo para tal ensino, mal remunerados e, muitas vezes, improvisados, pois eram nomeados sob indicação de figuras religiosas ou políticas importantes na época (ROMANELLI, 1999, p. 23).

Século XIX, com a ameaça de invasão por Napoleão nos países ibéricos, a família real portuguesa se muda para o Brasil, trazendo consigo uma estrutura que modificaria o cenário brasileiro, exceto na educação, tratando-a como um assunto secundário (LIMA, 1974, P. 103).

Apenas com a volta de D. João VI a Portugal, a proclamação do Império no Brasil, seria criada a primeira Constituição brasileira, cujo art. 179 reteria a educação primária como sendo gratuita a todos os cidadãos. Na tentativa de melhorar a qualidade de ensino e tendo em vista a falta de professores, foi instituído o Método Lancaster no qual um aluno ensinaria um grupo de dez alunos tendo como supervisor um inspetor para tanto (BELLO, 2001).

Foi em 1826 que a escola teria uma transformação em suas estruturas ao serem criados quatro graus de instrução, sendo elas a Pedagogias, escolas primárias; os Liceus; Ginásios e Academias. O ensino se expandiria cada vez mais pelo Brasil, abrangendo, inclusive o ensino feminino além de se sua administração se tornar cada vez mais complexa ao conferir às províncias poderes para regulação da educação (LIMA, 1974, p. 108).

Proclamada a República, o sistema educacional adotou o posicionamento positivista, fundados na liberdade, na laicidade da educação e no ensino primário gratuito, seguindo a orientação da Constituição brasileira vigente à época. Diversas reformas estaduais ocorreriam durante o período da Primeira República, acarretando um movimento educacional repleto de divergências entre aqueles que tentavam implementar uma corrente de ensino no país (BOEING, 2012).

Compreender a questão relativa à educação vigente na era Vargas (1930-1945) só é possível ao analisar a existência dos conflitos que, utilizando-se de um discurso nacionalista como égide de suas ideologias divergentes, fundamentariam as discussões que moldariam o ensino brasileiro. Mesmo diante das divergências, é possível observar que o objetivo tinha como base um mesmo fator, ou seja, a “reconstrução da nação”, isto é:

[...] atingir o alvo que não tinha sido alcançado nos movimentos de 1822 e 1889, agora tentado pelo caminho do desvendamento da cultura brasileira, interpretada segundo as diferentes ideologias em conflito que atravessam o período, vindas da década anterior: o tradicionalismo dos agrários, o radicalismo dos operários e de setores da classe média e o “americanismo” da burguesia urbana.

(HILSDORF, 2005)

Em percebendo quão importante seria influenciar as estruturas referentes ao ensino escolar brasileiro, inicia-se uma disputa pela formação do caráter moral e da competência profissional dos cidadãos, fatores que determinariam o futuro de toda a Nação (ROMANELLI, 1999, p. 29).

Importante ponto a ser lembrado, é o fato de que até os anos de 1930 a educação pública era uma instituição quase inexistente. Sua formação tomaria rumos mais concretos nos chamados “temos de Capanema” (SCHWARTZMAN, 2000, p. 22). Gustavo Capanema, formado em Direito e, de 1934 a 1945, instituído no cargo de Ministro da Educação e Saúde de Getúlio Vargas, era considerado um “ministro esclarecido, avançado para a sua época, defensor da cultura e das artes, promotor da educação”. Indivíduo de tamanha importância que seus métodos de lidar com a educação, formulados no governo Vargas, tardaram a ser discutidos.

Ainda, dentre os grupos que buscavam implantar sua ideologia, encontrava-se a chamada Escola Nova. Esta tinha como grande “bandeira” a escola pública, gratuita e universal, visando criar uma “igualdade básica de oportunidades, a partir da qual floresceriam as diferenças baseadas nas qualidades pessoais de cada um”.

Para que se estabelecesse um mesmo tipo de educação a todos, a escola não poderia se submeter ao domínio privado, visto que sua estrutura é demasiada complexa e grande, além de que “não seria o caso de entregá-la (a educação) ao facciosismo de setores privados”, ou seja, sua parcialidade com relação ao método de ensino aplicado. Visava, desta forma, a incorporação de certos princípios pedagógicos que centralizariam os alunos como principal agente da educação, e não o professor.

Findo o Estado Novo em meados da década de 1940, uma nova Constituição foi adotada, cuja base era fundamentada no liberalismo e na democracia. A educação primária era obrigatória e competia à União legislar sobre diretrizes e bases do ensino em todo o Brasil.

Ainda considerada como sendo direito de todos, iniciou-se um projeto de regulamentar o ensino, separando-o em Primário, Médio e Superior, iniciando-se um conflito entre ideologias no que concerne ao currículo e às condições educacionais almejadas, seja quanto à responsabilidade do Estado para com a educação, ou quanto à participação do setor privado nesta (BELLO, 2001).

O golpe militar de 1964 iria construir obstáculos a estes debates e propostas educacionais, considerado pelos novos governantes como sendo subversivos e comunistas.

O Regime Militar espelhou na educação o caráter anti-democrático de sua proposta ideológica de governo: professores foram presos e demitidos; universidades foram invadidas; estudantes foram presos e feridos, nos confronto com a polícia, e alguns foram mortos; os estudantes foram calados e a União Nacional dos Estudantes proibida de funcionar; o Decreto-Lei 477 calou a boca de alunos e professores. (BELLO, 2001)

Neste período, importante ressaltar a existência de uma tentativa de acabar com o analfabetismo no país, com o Movimento Brasileiro de Alfabetização (MOBRAL), que não teria êxito. Foi, ainda, neste período, que instituiu-se a Lei 5.692, Diretrizes e Bases da Educação Nacional, a qual tentaria transformar o ensino em um instrumento de profissionalização.

No processo de abertura política iniciada em meados da década de 1980, a questão educacional já havia assumido sentido político, sendo que apenas em 1996 uma nova LDB, apresentada pelo senador Darcy Ribeiro seria aprovada. Economistas e políticos iniciaram programas que influenciariam no processo educacional brasileiro, gerando o Conselho Nacional de Educação e reorganizando o Ministério

da Educação e Cultura.

### **O PROFESSOR COMO SUJEITO NO PROCESSO “ENSINO-APRENDIZAGEM”**

O papel do professor em muito é compreendido como sendo o personagem de maior autoridade em uma sala de aula. Formado para “dar aulas”, a posição adquirida pelo professor em um ambiente escolar demonstra quão importante é seu papel diante de inúmeros indivíduos que buscam se formar como cidadãos e profissionais em uma sociedade competitiva como a brasileira.

Desde a Antiguidade, o trabalho dos denominados mestres era atribuído aos considerados grandes pensadores, que tinham por objetivo educar o homem, desenvolvendo o caráter, os ideais de justiça e moralidade, assim como os cuidados com o físico e representações artísticas (DAMIS, 2004, p. 17).

Tem-se como exemplo máximo dessas figuras o filósofo Sócrates defensor do diálogo como método de educação, tendo o mestre o papel de encaminhar o aluno para que este consiga, por si próprio, adquirir o conhecimento. Pode-se citar também Platão e Aristóteles, que discorrem sobre a educação como formadora de futuros governantes e da formação do caráter dos discentes, respectivamente. Esses valores narrados devem ser formados com o auxílio de um educador, demonstrando que a importância deste perpassa os séculos.

Entretanto, observando os dias atuais, em uma sociedade cada vez mais suscetível à dominação de avançadas tecnologias, tem-se questionado o papel do professor como sendo fundamental no ensino, vendo-se nestes novos meios de comunicação uma forma de “substituir” indivíduos. Internet, filmes, documentários, meios que “propagam” informações por vezes são considerados aptos a substituir um profissional da educação que se mostra incapaz e, até mesmo, ultrapassado se se considerar a tentativa de implementar uma metodologia de ensino moderna.

Portanto, uma das maiores questões destinadas aos docentes, atualmente, é saber lidar com a grande quantidade de informações e meios aos quais os alunos estão expostos. Num oceano de dados, métodos e caminhos, muitos obstáculos se colocam diante do docente, na medida em que ele precisa (afinal, isto já se tornou uma necessidade para um bom professor nos dias de hoje) trabalhar com os novos meios de aprendizagem, conciliando-os com os antigos.

Acerca deste processo, Jaime e Carla Pinsky dissertam:

Por outro lado, diante da difusão de novas tecnologias globais, questiona-se e até duvida-se da eficácia educacional dos livros (considerados, com frequência, um meio de comunicação desinteressante e obsoleto), da utilidade dos professores como agentes de ensino (tidos como comunicadores inábeis e incompetentes) e das propostas curriculares ligadas às realidades nacional e local (vistas como inadequadas e ultrapassadas) (2008, p. 17)

De fato, muitos consideram o papel de um professor hoje algo de segundo plano, subordinado aos novos tempos da sociedade em que vivem. Na verdade, entende-se que o professor precisa adequar seus meios aos da comunidade na qual os alunos estão inseridos, para que assim possa desenvolver um trabalho pleno. Sobre isso, Circe Bittencourt afirma:

As propostas atuais, dessa forma, exigem um trabalho intenso do professor, uma concepção diferenciada desse profissional, como um trabalhador intelectual que, juntamente com seus alunos, deve pesquisar, estudar, organizar e sistematizar materiais didáticos apropriados para as diversas condições escolares. (2004, p. 128)

Perceber-se-á que a sociedade, em suas constantes transformações, gera cada vez mais obstáculos e dificuldades na manutenção do professor como indivíduo de suma importância no processo de ensino-

aprendizagem. Visto como uma profissão para qualquer indivíduo, a atuação como professor carece de uma formação apta para enfrentar o cotidiano escolar, cercado por uma má estrutura, baixos salários e incontáveis alunos cuja formação intelectual se torna “trabalho” deste sujeito.

Sabe-se, desta maneira, que a formação pedagógica é de suma importância para a vida escolar não só do professor, mas para toda a comunidade escolar. Reconhecendo essa necessidade, o Ministério da Educação lança em 2013 o Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica que é um programa destinado aos professores já atuantes nas escolas públicas estaduais e municipais sem a devida formação pedagógica. Empiricamente, percebe-se a falta de formação pedagógica dos professores atuantes em escolas públicas e a ausência de programas de formação continuada.

Consolidando a Política Nacional de Formação de Professores (Decreto 6.755/2009), a qual estabelece uma colaboração entre estados, municípios e a União na elaboração de um planejamento de formação inicial para os professores de escolas públicas, tal plano faz parte do chamado Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), que vigora desde 2007 (MEC, 2013).

Vera Candau, Doutora em Educação, discorre a respeito da valorização do saber docente, abordando questões críticas de grande relevância ao âmbito educacional. Dispõe, assim, que o educador possui um saber “plural, estratégico e desvalorizado”, compreendidos em saberes curriculares, disciplinares, profissionais e relacionados à própria experiência em sala de aula.

Logo, caracteriza o docente como um indivíduo que exerce um importante cargo na sociedade e sua desvalorização é um fator contraditório, vez que sua tarefa, a de formar cidadãos, é o cerne de toda a estruturação social (1997, p. 79). Assim, torna-se mais do que necessário reconhecer e valorizar o saber docente para que o educador seja melhor aproveitado na manutenção do âmbito social.

Mais do que apenas conhecimentos científicos, o professor possui todo um saber plural, advindo da formação profissional, de experiências na sala de aula e de saberes curriculares que apenas sua formação pedagógica promove. São saberes “singulares, pessoais, finitos, provisórios, subjetivos, relativos, parciais e, incompletos”, mas que são saberes não apenas da disciplina que o profissional leciona, mas também o “saber ensinar” (FONSECA, BORGERS, SILVA JÚNIOR, 2007, p. 35-36).

Desta maneira, sua capacitação como professor, o distingue dos demais profissionais justamente por serem estes formados pelo educador. Um sujeito que necessita adquirir diversos conhecimentos a fim de ajudar na formação de outros indivíduos em áreas distintas demonstra quão precioso é durante este processo educacional, mesmo mediante diversas dificuldades que lhe são impostas.

A prática docente, no cotidiano de uma escola fundamental, é marcada por desafios e repleta de obstáculos, de resistência que exigem constantes enfrentamentos. Assim, professores comprometidos com o ensino, numa perspectiva multicultural e crítica, podem religar, mediar, transpor saberes culturais em diferentes tempos e espaços, redimensionando questões locais e globais, enfim, proporcionando um ensino que possibilite a construção da cidadania e da democracia entre nós. Uma concepção de cidadania marcada pelo caráter humano e construtivo, que leve em conta a autonomia e a luta por justiça social. (FONSECA, BORGERS, JÚNIOR, 2007, p. 55)

Conforme dispõe a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional em seu art. 22, a educação básica tem por finalidade “desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação individual para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em seus estudos posteriores”. Resta clara, portanto, a importância de um profissional atento às transformações sociais, sujeito ativo na formação de futuros profissionais e cidadãos e agente organizador de uma sociedade.

#### **O PRINCÍPIO DA DIGNIDADE DA PESSOA HUMANA**

Percebendo-se a devida importância do educador para a estruturação da sociedade, é necessário discorrer a respeito de como a legislação brasileira dispõe de normas a respeito da valorização deste profissional e, conseqüentemente, da própria qualidade do ensino.

Fatores estes que remetem a uma condição digna dos professores, acarretando nas disposições constitucionais aplicadas pelo Capítulo III, “Da Educação, da Cultura e do Desporto”, em sua seção I, “Da Educação”. Estão inseridos no referido capítulo os artigos 205, o qual dispõe ser a educação direito a todos e dever tanto do Estado e da família “visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” e 206, em que o ensino se fundamentará em determinados princípios, estando entre eles a “valorização dos profissionais do ensino” (inciso V) e a garantia de padrão de qualidade do ensino (inciso VII).

Esta garantia de qualidade educacional se encontra, ainda, firmada no artigo 3º, inciso IX da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, o qual defende, neste mesmo artigo, a valorização do profissional da educação escolar (inciso VII). Ainda, o artigo 214 da Carta Magna prevê o estabelecimento legal do plano nacional de educação, que visa articular o sistema nacional de educação para assegurar a manutenção e desenvolvimento do ensino, sendo que, em seu inciso III, afirma que tal plano deverá conter estratégias visando a melhoria da qualidade do ensino.

Visto isso, aufere-se a relação entre o professor e a estruturação do ensino, pois sendo um agente fundamental no processo educacional, a condição de trabalho do docente reflete diretamente na qualidade educacional vigente. Para tanto, uma condição considerada digna acarretaria em um ambiente de ensino favorável aos preceitos constitucionais citados.

Deve-se afirmar, ainda, que a própria condição de dignidade inerente a todos os indivíduos decorre de predisposição constitucional, entendendo-se que o que foi chamado de direito à vida, genericamente previsto no artigo 5º, *caput* da CB/88, refere-se não apenas ao direito de “continuar vivo”, mas também ao direito de possuir uma viver dignamente (LENZA, 2009, p. 678).

Del Negri acrescenta a esta concepção que o fato de atrelar a condição de dignidade ao direito à vida, respeita princípios outros como o do devido processo legal, permitindo aos sujeitos uma plenitude de direitos que lhes conferirá o *status* de cidadão. Nestes termos, preceitua:

Sobrevém, com acuidade, a palavra dignidade (art. 1º, III, CB/88), acrescida à palavra vida (art. 5º, *caput*, CB/88), uma vez que é a partir dela (vida humana digna) que haverá o entrecruzamento dos princípios constitucionais da isonomia e do contraditório. Vinculados esses princípios jurídicos, compele-nos afirmar que a vida digna há de ser exercida ao ritmo do Processo Constitucional, pois não ser observada a simétrica paridade, a liberdade ou não ter reconhecida a ampla defesa, o ser humano passa a não ser portador de importantes direitos, os quais, por serem assegurados a todos os cidadãos de forma igual, são ditos fundamentais. (2009, p. 336-337)

Sendo um direito fundamental, a dignidade da pessoa humana comporta, assim, características dispensadas a tal “espécie” de direito, sendo elas a historicidade, no qual nascem e se modificam, podendo desaparecer mediante transformações sociais; inalienáveis, ou seja, intransferíveis e indisponíveis; irrenunciáveis, característica essencial ao qual se proíbe que qualquer indivíduo perca seu direito via renúncia; e, por fim, imprescritíveis, não possuindo qualquer requisito que comporte em sua prescrição (SILVA, 1997, p. 179-180 apud BESTER, 2005, p. 601).

Tem-se, nesta concepção de ideia de vida digna da CB/88 a inclusão da valorização do trabalho, inserido no rol abrangente de direitos inerentes a todos os cidadãos, tendo estes a possibilidade de reivindicá-los e ampliá-los em defesa a seus direitos fundamentais (DEL NEGRI, 2009, p. 338).

Logo, a valorização do profissional docente se insere no âmbito processual no que concerne à amplitude dos direitos inerentes aos professores como indivíduo apto para formar futuros profissionais e cidadãos, conscientes de sua participação e importância na sociedade.

Entretanto, mesmo diante das prerrogativas constitucionais que, teoricamente, visam a qualificação do profissional docente atrelando esta ao princípio basilar da dignidade da pessoa humana, a realidade demonstra ser diferente.

Facilmente se constata que o profissional de ensino, especialmente o recém-formado, a se ver diante de salas compostas por 50 (cinquenta) alunos, em 40 (quarenta) horas semanais, sob condições de infraestrutura desfavoráveis, além da falta de incentivo na remuneração, sentir-se-á “perdido” no ambiente educacional (FONSECA, 2008, p. 62). Uma qualificação, portanto, que não atende às prerrogativas que a realidade impõe aos professores em uma sala de aula repleta de problemáticas e, portanto, descaracterizados como profissionais cuja formação exhibe a qualidade exigida pela sociedade.

Contudo, em qualquer circunstância, a qualidade supõe profissionais do ensino com sólida formação básica, aí compreendidos o domínio dos métodos e técnicas de ensino e o acesso à educação continuada, presencial ou à distância. Os profissionais da educação, dada a disponibilidade de informações cada vez mais rápidas e disponíveis que, de certo modo, deixam de ser propriedade exclusiva de especialistas, deverão, não só estar a par dos instrumentos e conteúdos que as disponibilizam, como exercer sua autoridade em bases críticas e reflexivas. (CURY, 2002, p. 9)

Há uma perplexidade ao se defrontar com a situação do professor, a situação do ensino, conferindo à “qualidade” de sua aula o reflexo de suas próprias condições, quais sejam, precárias. Entendendo o ato de ensinar como uma profissão que permite a construção de saberes e relações sociais (FONSECA, 2008, p. 83), a fim de formar indivíduos educados à vivência em sociedade, esta se demonstra cada vez mais fragilizada pelas condições inconstitucionais às quais são expostas.

Em geral, os professores se sentem despreparados, numa realidade escolar que hoje, mais do que nunca, exige do professor uma série de competências e habilidades para assegurar condições mínimas de sociabilidade e convivência, indispensáveis para a realização do trabalho educativo. (FONSECA, 2008, p. 120)

Vê-se, desta maneira, que as exigências dirigidas ao professor são inúmeras. Deveres de formar cidadãos, de ensinar conhecimentos, repassar informações, promover uma criticidade em seus alunos, além de preparar incontáveis aulas, provas, projetos pedagógicos, relatórios a respeito de cada uma das dezenas de alunos com quem se relaciona. Em contrapartida, seus direitos e benefícios se demonstram precários mediante a quantidade de obstáculos e dificuldades que o exercício da docência acarreta.

A transformação das escolas em mercadorias acarretou na perda da dignidade do professor, tanto pelo seu baixo salário, quanto pela sua desvalorização ao ser visto como “produto de baixo valor”.

A violência em sala de aula ao qual se submetem, a falta de recursos para comprar livros, aprimorar seus estudos ou promover viagens tanto de lazer quanto culturais, são apenas alguns pontos enfrentados pelos professores que, em uma sociedade cujo sentimento de respeito por tais profissionais definiu, acarreta na perda da capacidade de pensar e amar que os professores possuíam e tanto os moviam na construção, ensino e apreensão de valores educacionais ao qual se incumbiam (PRETTO, 2006).

Ainda, conforme pesquisa divulgada recentemente pela *United Nations Educational, Scientific and*

*Cultural Organization* (Unesco) em parceria com a Confederação Nacional dos Trabalhadores em Educação (CNTE), foi comprovado, analisando casos em seis capitais do Brasil (São Paulo, Brasília, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Belém e Salvador) que a violência já é algo rotineiro na profissão dos professores (MUNDO e MISSÃO, 2007).

Tenta-se buscar uma educação de qualidade sem que, no entanto, as necessidades do professor como profissional e como cidadão sejam atendidas em correspondência aos ditames constitucionais.

O profissional necessita de aparatos, de motivações, mas estas estão suprimidas por um arruinado sistema que também necessita de reestruturação, reestruturação por exemplo quanto a qualidade desses profissionais, mas também de outros dados importantes como: resgatar a valorização do professor, seja em âmbito sócio econômico, político e até mesmo enquanto ser humano digno de sua profissão. A deterioração da qualidade tem motivos que exigem mudanças. Se fixarmos por exemplo a questão financeira, logo vimos que a remuneração que deveria sempre valorizar o trabalho, tem pelo contrário sofrido diminuições consideráveis, causando um desânimo, uma desesperança ao professor. Consequentemente o status social do professor que antigamente era tido como um referencial, hoje não deixa de ser um “mero professor”. (TOMÉ, 1999)

Tendo sua natureza jurídica definida no direito positivado, os direitos fundamentais visam a dignidade, a liberdade e a igualdade da pessoa, possuindo um caráter “concreto de normas positivas constitucionais, cuja adoção é um dos elementos essenciais do próprio conceito de Constituição” (BESTER, 2005, p. 604-605). Desta maneira, entende-se que a própria essência constitucional vigente no Brasil deveria garantir tais princípios fundamentais a todos os seus indivíduos, dentre eles, os professores.

A garantia de um direito fundamental, portanto, como o é a garantia da dignidade da pessoa humana, remete a uma “matriz de todas as demais” leis, ou seja, do qual todas as outras leis decorrem (SALGADO *apud* DEL NEGRI, 2009, p. 332).

Assim, tem-se que a dignidade do professor, como sendo um humano carecedor de todos os direitos que os demais profissionais possuem, advém de um princípio basilar na vigente sociedade democrática de Direito fundamentada na Constituição de 1988. Entretanto, conforme demonstra o próprio holerite dos profissionais da educação, dentre outras características presentes na realidade (violência, falta de estrutura, desvalorização, despreparo emocional e intelectual), a preservação deste princípio é visto como uma falácia no âmbito social que transforma a educação em uma mercadoria e o professor como um mero trabalhador substituível.

## **CONCLUSÃO**

Não há dúvidas de que a legislação vigente compreende normas e princípios fundamentais que visam valorizar a educação e, conseqüentemente, o professor. Conforme se percebe, a Constituição estabelece garantias a tal princípio fundamental, demonstrando ser o ensino público uma vitória que todo um processo histórico acarretaria na implementação de um Estado Democrático de Direito.

Entretanto, mesmo mediante este texto legal, tem-se a existência de uma realidade distinta, demonstrando um visível descaso com a situação do ensino público brasileiro, reflexo da precarização vivida pelo profissional da educação. Profissional este que vive de um salário indigno se analisado suas condições de trabalho nas salas de aula.

Um professor de escola pública, trabalhando com turmas de 6º (sexto) ao 9º (nono) anos, por exemplo, cada uma com média de 30 (trinta) alunos, trabalharia com 150 (cento e cinquenta) jovens por semana, em condições estressantes e salários precários.

A isto, soma-se o fato de que trabalhar somente em um turno (pela manhã, por exemplo), não ofereceria um salário suficiente para sua vivência digna, obrigando-o a trabalhar durante outros turnos, o que duplicaria a quantia de jovens com quem trabalhasse, conquanto seu tempo de descanso diminuiria.

Ainda, é necessário constar que trabalhos e provas serão preparadas e corrigidas por este profissional fora de sala de aula, o que aumenta ainda mais seu horário de trabalho, não ocorrendo o mesmo com seu salário.

Um exemplo de contracheque de professores, conforme exposto no Jornal Correio do Povo por Silva (2012), no Rio Grande do Sul, expõe que o salário líquido a receber varia de R\$ 675,91 (seiscentos e setenta e cinco reais e noventa e um centavos) a R\$ 1.530,07 (mil quinhentos e trinta reais e sete centavos) dependendo da classe e do nível do referido professor. Salários estes que não compensam o árduo trabalho que possuem no dia-a-dia, além dos extensos estudos e tempo de serviço que possuíram para conseguirem esta “recompensa miserável”.

Em acordo com o referido Jornal

A verdade é que, por serem os professores mais numerosos, tem-se pedido a eles que se sacrifiquem, sem contar que há implicitamente um desdém por professores de ensino fundamental e médio, algo como “qualquer um pode ser”, “é fácil”, “exige conhecimentos limitados”, esse imaginário da ignorância arrogante.

Percebendo a existência deste fato, indagar-se-ia como um sistema legal ditado pela Constituição, como o exposto anteriormente, não prevalece sobre uma sociedade democrática e que (teoricamente) visa a erradicação de problemáticas semelhantes.

Tem-se que o ensino no Brasil, em sua realidade, não é oferecido visando a formação de um indivíduo crítico e passível de transformar o meio social em que se insere. Oferece, sim, condições submetidas a uma lógica mercantil, que manipula as condições salariais dos professores, impossibilitando-os de oferecerem um serviço de qualidade mediante a situação precária em que se encontram.

Nos dizeres de Pavezi (2008, p. 03):

Educação no Brasil foi pensada e implantada sob a ótica do arcabouço teórico do liberalismo Industrial, Mercantil e Econômico. Esta perspectiva liberal e tecnicista de escola sempre teve como ponto de partida a reprodução dos valores burgueses, que conflita com os pressupostos do que em nosso entender deveria ser a escola. A escola em nossa visão deve obedecer a orientação ontológica, tem de ter seus pressupostos fundados na qualidade material de vida dos seres humanos, acesso a todos os bens necessários produzido pela humanidade, obedecer a uma formação onde as razões da existência da instituição seja o próprio ser humano.

É necessário ressaltar que, conforme dispõe Fonseca (2007, p. 38), as universidades são as que possuem maiores privilégios no que concerne à formação docente e produção de conhecimentos científicos, sendo que tal conhecimento é parcamente difundido em meio à sociedade e simplificada para a utilização dos professores que lecionam no ensino fundamental e médio, não contribuindo, portanto, com a melhoria de sua formação.

Ou seja, as condições de aprendizagem no ensino fundamental e básico, pilares da formação de um indivíduo, encontram-se em posições secundárias pelos “profissionais” que “regulam” a estrutura educacional do país.

Estes, visando interesses meramente econômicos, não promovem adequadas melhorias no ensino e

nos profissionais educadores, privilegiando os âmbitos superiores (faculdades e mesmo ensino técnicos), focando, grande parte das vezes, na aprendizagem profissional voltada para o mercado.

Retirar o foco da economia para visar uma educação fundamentada na cidadania e participação política em uma sociedade democrática, transformaria a base educacional segregacionista, determinada pelo mercado de trabalho e desvalorizada em uma educação baseada na igualdade de todos, indiscriminadamente e com qualidade (OLIVEIRA, 1998, p. 71).

Logo, há uma urgência em se efetivar os direitos destinados aos professores no que concerne à sua valorização e o respeito à sua dignidade em meio a um *locus* de trabalho desgastante. Percebendo o ensino público como destinado às classes menos abastadas, tem-se a existência de uma tradição elitista a qual mantém precária as condições de ensino destes locais, inclusive a situação dos professores que buscam “enfrentar” os desafios de lecionar neste ambiente.

Uma tradição que, em vista dos princípios dispostos na Constituição Federal, torna-se um contraste à garantia de um padrão de qualidade disposto pelo art. 206, VII, CR/88 e, por conseguinte, à valorização do profissional docente, indivíduo que também carece da proteção advindo do discutido pressuposto referente à dignidade, tanto em seus aspectos profissionais quanto humanos.

## REFERENCIAS

BARRÈRE, A. **Escola e adolescência**: uma abordagem sociológica. Lisboa: Edições Piaget, 2013.

BELLO, J. L. P. **Educação no Brasil: a História das rupturas**. In: Pedagogia em Foco. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/hebl4.htm>>. Acesso em: 14 de março de 2013

BESTER, G. M. **Direito constitucional**: fundamentos teóricos. São Paulo: Manole, 2005. v.1.

BITTENCOURT, C. M. F. **Ensino de História: fundamentos e métodos**. Editora Cortez. São Paulo, 2004

BOEING, K. C. F. **Artigo: A história da educação no Brasil (Resenhas e Resumos)**. Pedagogia ao pé da letra. 17 de setembro de 2012. Disponível em: <<http://www.pedagogiaaopedaletra.com.br/posts/artigo-a-historia-da-educacao-no-brasil-resenhas-e-resumos/>>. Acesso em 15 de março de 2013.

BRASIL, I. C. R. L. **Formação profissional e atuação de professores iniciantes na docência**: um estudo exploratório. 2013. 354 f. Tese (Doutorado em Educação)-Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2013.

BRASIL. LDB – Lei de Diretrizes e Bases. Lei nº 9394 de 20 de dez. 1996. Acessado em: <[http://www.pucminas.br/imagedb/documento/DOC\\_DSC\\_NOME\\_ARQUI20041202141358.pdf](http://www.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20041202141358.pdf)>, dia 28 de março de 2013.

CANDAU, V. Da didática Fundamental ao Fundamental da Didática. In: ANDRÉ, M; OLIVERA, M. R. (Org.). **Alternativas no Ensino da Didática**. Campinas: Papyrus, 1997.

CANDAU, V. M. et al. **Educação em direitos humanos e formação de professores(as)**. São Paulo: Cortez, 2013

CHRISPINO, A.; CHRISPINO, R. S. P. **A mediação do conflito escolar**. 2. ed. São Paulo: Biruta, 2011.

CURY, C. R. J. **O direito à educação: um campo de atuação do gestor educacional na escola**. Rio de Janeiro, 2002.

DAMIS, O. T. Didática e ensino: relações e pressupostos. In: PASSOS; ALENCASTRO VEIGA (Org.). **Repensando a didática**. 21 ed. Campinas: Papyrus, 2004.

DEL NEGRI, A. **Teoria da Constituição e do Direito Constitucional**. Belo Horizonte : Fórum, 2009.

FANTE, C. **Fenômeno bullying: como prevenir a violência nas escolas e educar para a paz**. 2. ed. São Paulo: Verus, 2005.

FELDMAN, M.G. (Org.). **Formação de professores e escola na contemporaneidade**. São Paulo: SENAC, 2009.

FONSECA, S. G. **Didática e prática de ensino de história: Experiências, reflexões e aprendizados**. 7.ed. Campinas,: Papyrus, 2008. – (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico)

FONSECA, S. G.; BORGERS, V. J.; SILVA JÚNIOR, A. F. da. Ensinar Geografia e História. Relações entre sujeitos, saberes e práticas. In: FONSECA, SELVA GUIMARÃES (Org). **Currículos, Saberes e Culturas Escolares**. São Paulo : Alínea, 2007.

FORMOSINHO, J.; N., S. Iniciação à prática profissional nos cursos de formação inicial de professores. In: FORMOSINHO, J. (Coord.). **Formação de professores: aprendizagem profissional e ação docente**. Porto: Ed. Porto, 2009. cap 5, p. 119-139.

GATTI, B. A. Formação inicial de professores para a educação básica: pesquisas e políticas educacionais. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 25, p. 24-54, jan./abr. 2014a.

HILSDORF, M. L. S. **História da educação brasileira: leituras**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

LANTHEAUME, F. Professores e dificuldades do ofício: preservação e reconstrução da dignidade profissional. **Cad. Pesqui.**, São Paulo, v. 42, n. 146, p. 368-387, Agosto, 2012. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-15742012000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742012000200004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 18 de junho de 2018.

LENZA, P. **Direito constitucional esquematizado**. 13. Ed. São Paulo : Saraiva, 2009.

LIMA, L.O. **Estórias da Educação no Brasil: de Pombal a passarinho.**, 3. ed. Brasília. 1974.( Coleção Pedagogia)

LIRA, A.; GOMES, C. A. Violence in schools: what are the lessons for teacher education?. **Ensaio: aval.**

pol.públ.Educ., Rio de Janeiro , v. 26, n. 100, p. 759-779, July 2018 .

MEC. **Plano Nacional de Formação de Professores**. 2013. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13583&Itemid=970](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13583&Itemid=970)>. Acesso em: 26 de março de 2013

MUNDO E MISSÃO. Para que professor? Retrato de uma realidade. **Revista MUNDO e MISSÃO**. Outubro de 2007 – Edição nº 13. Disponível em: <<http://www.pime.org.br/mundoemissao/educacaoprofessor.htm>>. Acesso em: 15 abril 2013.

OLIVEIRA, R. P. **O Direito à Educação na Constituição Federal de 1988 e seu restabelecimento pelo sistema de Justiça**. **Revista Brasileira de Educação**. XXI REUNIÃO ANUAL DA ANPE., 21. Caxambu – MG, 1998.

PAVEZI, C. A. **A Educação Formal: Relações Históricas que informam sua prática atual**. Publicações Secretaria do Estado de Educação (SEE), 2008.

PINSKY, J. PINSKY, Carla Bassanezi. Por uma História Prazerosa e Conseqüente. **In: KARNAL, LEANDRO (Org.). História na sala de aula: conceitos, práticas e propostas..** 5.ed. São Paulo: Contexto, 2008

PRETTO, N. **A dignidade de ser professor**. Publicado em A Tarde, p. 03, 2006. Disponível em: <[https://blog.ufba.br/nlpretto/?page\\_id=1988](https://blog.ufba.br/nlpretto/?page_id=1988)>. Acesso em: 13 de abril de 2013.

ROMANELLI, O.O. **História da educação no Brasil**. 13. ed. Petrópolis: Vozes, 1991.

SCHWARTZMAN, S. **Tempos de Capanema**. São Paulo: Paz e Terra: Fundação Getúlio Vargas, 2000

SILVA, J. M.. **Uma olhada em contracheques de professores**. Publicado em 23 de Janeiro de 2012 no Correio do Povo. Disponível em <<http://www.correiodopovo.com.br/blogs/juremirmachado/?p=2124>>, acessado dia 20 de abril de 2013.

TOMÉ, E. M. **Resenha: Para onde vai o professor?** Resgate do Professor **como** sujeito de transformação.. Universidade do Estado de Minas Gerais. **Jornal Existencial On Line – Caderno de Cidadania e Mediação Social**, 1999. Disponível em: <<http://www.existencialismo.org.br/jornalexistencial/betaniaresenhaevandro.html>>. Acesso em: 14 abril 2013.

## **O OLHAR DOS PROFESSORES SOBRE A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: TRAÇANDO CAMINHOS E APONTANDO POSSIBILIDADES**

CÍCERO, Flaviana Maria. - Especialista em Educação Ambiental com Ênfase em Espaços Educadores Sustentáveis pela Universidade Federal de São Paulo. Docente na Rede Estadual de Ensino de São Paulo.  
LOPES, Mario Marcos\*. - Docente do Centro Universitário Barão de Mauá, Coordenador Pedagógico na Rede Estadual de Ensino de São Paulo  
\*Autor para correspondência e-mail: lopesmmarcos@gmail.com

Recebido em: 07/08/2018  
Aprovação final em: 15/11/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.454>

**RESUMO:** De acordo com as leis vigentes no Brasil, a Educação Ambiental deve ser trabalhada em todas as modalidades de ensino, por todas as disciplinas, através da transversalidade. Porém, alguns professores não tem a formação adequada para trabalhar o assunto ou simplesmente não acham importante, deixando-o de lado. Com a intenção de conhecer o olhar dos professores sobre a Educação Ambiental, foi realizada uma entrevista buscando compreender seus hábitos e dificuldades com o tema, orientando-os para a formação continuada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação ambiental; transversalidade; formação continuada.

**THE TEACHERS' VIEW ON ENVIRONMENTAL EDUCATION: TRACING PATHS AND POINTING OUT POSSIBILITIES**

**ABSTRACT:** According to the current legislation in Brazil, Environmental Education must be worked in all areas of education, in all disciplines, by means of transversality. However, some teachers do not have the appropriate training to work on the subject or simply do not consider it important, leaving it aside. With the intention of getting to know the teachers' perspective on Environmental Education, an interview was carried out in order to understand their habits and difficulties about the theme, orienting them towards continuing education.

**KEYWORDS:** Environmental education; Transversality; Training.

## **INTRODUÇÃO**

Segundo a Política Nacional de Educação Ambiental entendem-se por educação ambiental “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (artigo 1º).

Colaborando neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 1997), trazem a inclusão de Temas Transversais, com a intenção de que as questões sociais e ambientais sejam apresentadas para a aprendizagem e a reflexão dos estudantes, trabalhando conteúdo ou temas relacionados a Ética, Pluralidade Cultural, Meio Ambiente, Saúde e Orientação Sexual, de forma transversal ao currículo tradicional, que segundo Guerra (2006) pretende-se resgatar a dignidade da pessoa humana, a igualdade de direitos, a participação ativa na sociedade e a corresponsabilidade pela vida social.

Dessa forma, para que os problemas relacionados ao meio ambiente acabem ou diminuam, primeiramente é necessária uma mudança pessoal até chegarmos numa maior amplitude, com reflexos no planeta. Essa mudança pode começar com um simples gesto de não jogar um papel de bombom no chão ou quem sabe, até um grande movimento público em favor do Meio Ambiente (GUERRA, 2006).

Entretanto, para que essas mudanças ocorram é necessária que a comunidade entenda que ela faz parte de um todo, e que qualquer atitude que ela faça contra o meio ambiente pode resultar em más consequências futuras, que serão vividas por todos. O começo desse processo de mudança precisa de um agente formador, e aí entra o papel da escola, que conforme Lopes e Teixeira (2013, p.377) “constitui-se em um dos espaços privilegiados capaz de sensibilizar o cidadão a participar desse debate”. Guerra (2005, p. 513-514) aponta ainda sobre a importância da escola, “que além das maneiras formais de prática educativa, também está capacitada para formar forças eficazes de influenciar o comportamento das pessoas que estão à nossa volta”.

Porém, há uma dificuldade em trabalhar os temas transversais em sala de aula. Segundo Guerra e Gusmão (2004, p.11):

Nas escolas, o que torna o trabalho de implementação de um projeto de Educação Ambiental e de outros projetos de uma maneira geral, quase que impossível de ser realizado, são professores que acham que já estão velhos para mudar os seus métodos de trabalho, é a falta de apoio do corpo técnico, que não discute com os professores o que está se passando nas salas de aula etc. Os professores recebem apenas cobranças por parte do corpo técnico e dos pais, exigências do governo que impõe cursos de “reciclagem” mas depois não fornece meios para a manutenção das propostas abordadas no curso. Muitas destas propostas de trabalho são únicas, não levando em conta que cada escola possui uma identidade própria o que as inviabiliza.

Outro ponto que também é prejudicial na hora de trabalhar a transversalidade em Educação Ambiental é a ausência de formação inicial dos professores. Apesar de ser determinada na Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA (Lei 9.795/99), em seu artigo 9º que a Educação Ambiental deve ser ministrada em todos os níveis escolares do ensino formal, inclusive superior; estudos apontam a falta de cumprimento das normas legais pelos cursos superiores, inclusive na formação de professores.

Corroborando com essa questão Costa (2009, p. 183) afirma que:

À Educação Ambiental é precariamente abordada nos currículos, consoante com a realidade de diversas universidades, onde o tema mais aparece como iniciativa pessoal de determinados professores, fato que põe em risco a meta da Política Nacional da Educação Ambiental, de capilarização do tema no

sistema de ensino formal brasileiro.

Na visão de Gavidia (1998, p. 52):

Os educadores precisarão ter a sensibilidade e a preparação necessária para conhecer os problemas que afetam a sociedade, estando capazes de propor atividades didáticas capazes de tornar o aluno agente de sua própria aprendizagem, e que esta possa ser traduzida em ações construídas com base no conhecimento adquirido.

Em outras palavras, “é preciso considerar um investimento educativo contínuo e sistemático para que o professor se desenvolva como profissional de educação” (BRASIL, 1997, p.30).

A temática é extremamente rica e tem sido foco de discussão de inúmeros e diversificados trabalhos, entre eles: Guerra (2014), Lopes e Teixeira (2013), Biondo *et al.* (2011), Azevedo e Fernandes (2010), Costa (2009) e Guerra e Abílio (2005).

Por fim, este e outros trabalhos apontados se colocam no sentido que analisar os saberes docentes sobre a questão ambiental, entender os possíveis caminhos de sua prática social e pedagógica, as concepções que possuem e como agem em relação aos problemas ambientais, no contexto local e escolar. É nesse sentido que a Educação Ambiental ensinada na escola se constitui como uma possibilidade de contribuir para uma educação de qualidade por meio de Espaços Educações Sustentáveis, garantindo o respeito à vida e a todos os cidadãos que partilham dessa realidade que se vive hoje.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GERAL**

Conhecer as possíveis dificuldades encontradas pelos professores de ensino fundamental II e médio ao tratar sobre Educação Ambiental em sala de aula; visando buscar alternativas que possam favorecer a sua formação continuada.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Apresentar a importância do meio ambiente;
- Identificar formas de trabalhar a interdisciplinaridade;
- Propor que a Educação Ambiental passe a fazer parte do Projeto Político Pedagógico da escola;
- Propor espaços/leituras sobre a temática para aperfeiçoamento profissional e formação continuada.

### **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O presente trabalho retrata uma pesquisa de fonte documental e tratamento quantitativo, que segundo Richardson (1999, p.70):

Caracteriza-se pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples como percentual, média, desvio-padrão, às mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão etc.

Ainda segundo o autor, esse tipo de pesquisa é “aplicado nos estudos descritivos, naqueles que procuram descobrir e classificar a relação entre variáveis, bem como nos que investigam a relação entre fenômenos” (RICHARDSON, 1989, p. 70). O autor ressalta que para coletar os dados poderão

ser utilizados questionários, testes padronizados, entrevistas e observações. A sua análise é geralmente apresentada por tabelas e gráficos.

O estudo foi realizado através de um questionário *online*, com perguntas fechadas, que foi enviado para 95 (noventa e cinco) professores da rede pública estadual, onde nesse total resultou em 45 (quarenta e cinco) participações. O questionário buscou compreender a forma como a Educação Ambiental faz parte do dia-a-dia desses professores e também da sua prática docente.

Todos os 45 (quarenta e cinco) professores participantes da pesquisa trabalham em escolas públicas estaduais, na cidade de Franca/SP, lecionando diversas disciplinas, que no estudo foram divididos pelas grandes áreas do conhecimento: exatas, humanas e biológicas. A cidade de Franca conta com 43 (quarenta e três) escolas públicas estaduais de ensino fundamental II e médio, das quais 19 (dezenove) participaram da pesquisa.

Foi investigado o interesse dos professores pela educação ambiental, tendo por parâmetros alguns pontos principais: assuntos relacionados com o Meio Ambiente; economia de água e energia elétrica; reciclagem; consumo consciente e sustentável; formação profissional; conteúdo curricular.

A partir das respostas obtidas, foram elaborados gráficos e tabelas para análise do perfil dos participantes e os resultados foram discutidos tendo por base a literatura existente.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Participaram da pesquisa um total de 45 (quarenta e cinco) professores, sendo 39 (trinta e nove) mulheres e 6 (seis) homens. Essa predominância no sexo feminino corrobora os resultados obtidos pelo Censo do Professor, realizado em 2007, onde mais de 90% dos professores brasileiros, que lecionam na educação básica, são mulheres. Segundo o Censo do Professor (2007, p. 22) “somente na educação profissional encontra-se situação distinta, pois há predominância de professores do sexo masculino”.

A faixa etária dos professores é bem variada: 15 (33%) deles possuem entre 21 e 30 anos, 20 (45%) entre 31 e 40 anos e os 10 (22%) professores restantes possuem mais de 41 anos.

De acordo com Crespo (2008, p. 65) a idade é um fator que faz diferença no interesse em relação às questões ambientais. Segundo ela:

Ao longo de dez anos, está confirmado o fato de que os mais velhos (55 anos ou mais) têm menor interesse, independentemente da classe social e do nível de escolaridade. Na primeira pesquisa, a outra extremidade da pirâmide de idade, os mais jovens (16 até 22 anos) também se mostravam pouco interessados. Entre os jovens essa tendência vem sendo rapidamente revertida, talvez devido à proliferação de programas de educação ambiental normalmente destinados às faixas escolares ou ao fato de que ser ambientalista tornou-se “politicamente correto”.

Quanto ao tempo de atuação 22 professores (49%) estão na rede de ensino entre 1 e 5 anos, 12 professores (27%) entre 6 e 10 anos e os 11 professores (24%) restantes atual a mais de 10 anos.

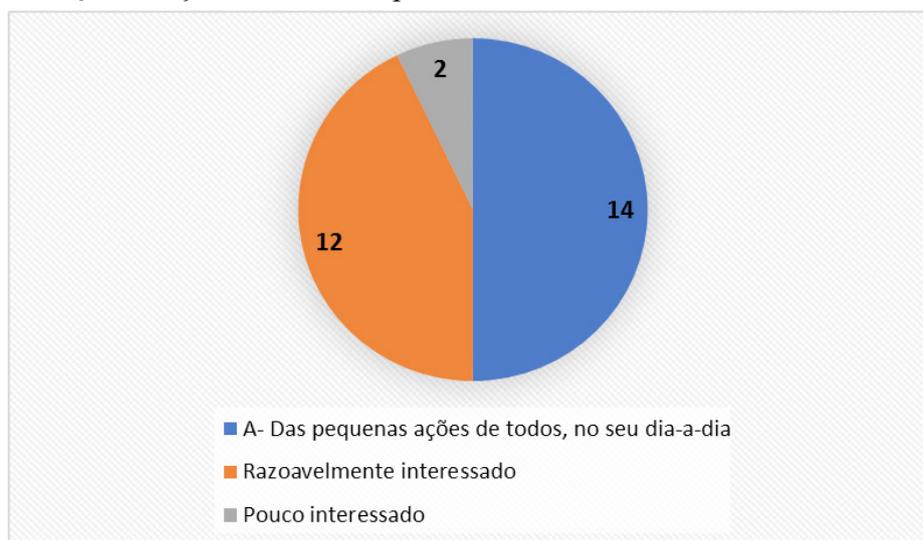
A distribuição desses docentes em relação as grandes áreas de atuação estão assim distribuídas: 22 dos professores (49%) são de disciplinas relacionadas de Ciências Humanas, 15 professores (33%) são de Ciências Biológicas e os 8 professores (18%) restantes são de Ciências Exatas.

De todos os professores participantes, apenas 1 (2%) possui mestrado, 19 (42%) possuem especialização e os outros 25 (56%) restantes possuem somente ensino superior. Neste ponto, abre-se um espaço para a discussão da formação inicial dos professores, que segundo Pimenta (2005) deve desenvolver nos futuros professores conhecimentos e habilidades, atitudes e valores que lhes possibilitem permanentemente construir seus saberes-fazer docentes a partir das necessidades e desafios que o ensino como prática

social lhes coloca no cotidiano.

Adentrando no foco principal dessa pesquisa, em relação ao interesse por assuntos relacionados com o Meio Ambiente. A maioria dos entrevistados (31) dizem ser interessadíssimos pelo assunto (69%); menos da metade deles (12) são razoavelmente interessados (27%) e uma pequena parte (2) são pouco interessados pelo tema (4%), conforme aponta Figura 1.

**Figura 1** - Qualificação do interesse por assuntos relacionados com o Meio Ambiente.



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

É importante destacar que essa mesma constatação foi relatada por Azevedo e Fernandes (2010) em sua pesquisa sobre interesse docente em relação ao meio ambiente. Os autores apontaram que o percentual dos que manifestaram interesse (“muito interessado” e “interessado”) chegou a 89,0%.

A questão 2 analisava a percepção ambiental dos docentes em relação a alguns temas e atitudes ambientais, conforme aponta Tabela 1.

**Tabela 1** - Percentuais de percepção ambiental dos docentes

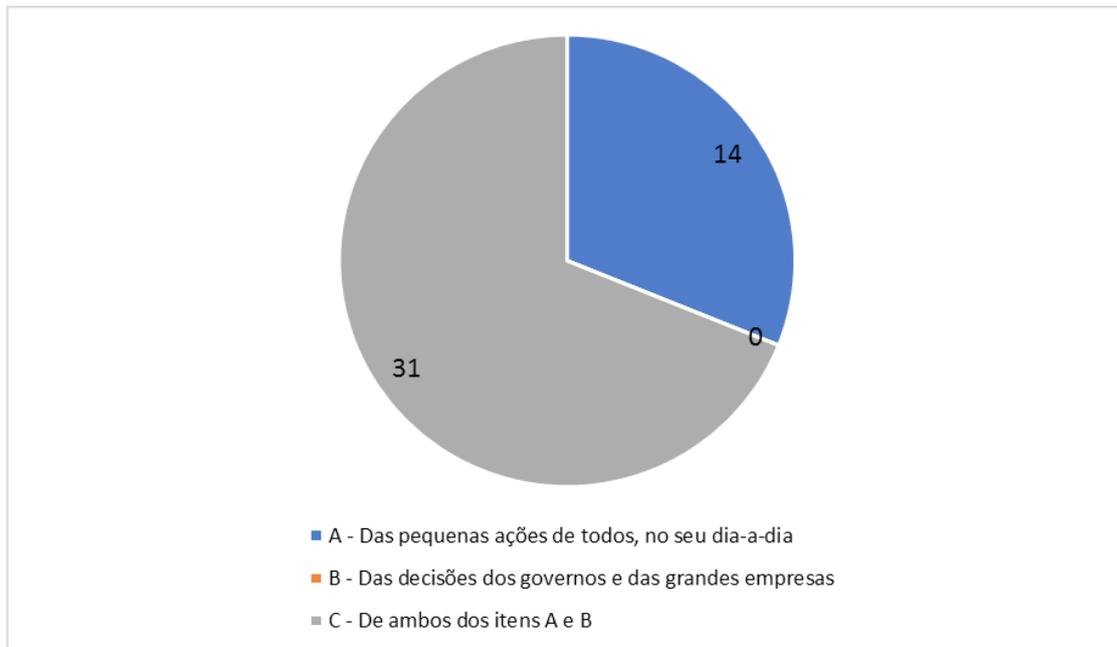
	<b>Economiza água?</b>	<b>Economiza energia elétrica?</b>	<b>Utiliza papel reciclado?</b>	<b>Separação dos resíduos?</b>	<b>Reduz consumo de itens supérfluos</b>
<b>Sim</b>	89	78	21	58	42
<b>Não</b>	11	22	14	11	2
<b>Às Vezes</b>	Não se aplica	Não se aplica	65	31	56

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Nota-se que as ações mais praticadas são economia de água e energia, seguido da separação de resíduos, redução de consumo e uso de papel reciclado. Pode-se considerar que o percentual maior em relação à economia de água, deve-se pela própria consciência adquirida em virtude da escassez desse recurso natural sofrido nos últimos tempos pela população, interligado diretamente a questão da energia elétrica.

A questão 3 abordava sobre a responsabilidade de resolver os problemas ambientais. Como opções de respostas tínhamos: A - Das pequenas ações de todos, no seu dia-a-dia; que foi escolhida por uma pequena parte dos entrevistados (14 – 31%); B - Das decisões dos governos e das grandes empresas; que não representou a opinião de nenhum dos professores e C - De ambos dos itens A e B; sendo escolhida pela maioria dos entrevistados (31 – 69%), conforme aponta a Figura 2.

**Figura 2** – Opiniões sobre a solução dos problemas ambientais.



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Partindo para a formação profissional foi indagado na questão 4 sobre existência de aulas/disciplinas sobre Educação ambiental na sua formação inicial, onde dos 45 professores mais da metade (26) (58%) não tiveram essa formação, conforme consta na figura 3. É importante ressaltar que desses 26 professores, 15 (58%) são formados em Ciências Humanas, 7 (27%) em Ciências Exatas e 4 (14%) em Ciências Biológicas.

De acordo com Oliveira (2007, p. 450), não há políticas públicas explícitas e consolidadas para a formação ambiental em nível superior. Esse fato é confirmado em outras pesquisas sobre educação ambiental, como no relato de Costa (2009, p.178), que aponta:

Apesar da determinação legal e das latentes demandas sociais por uma educação que contemple o saber ambiental para uma formação plena para a cidadania, estudos apontam uma deficiente formação em EA nas Instituições de Ensino Superior (IES), inclusive na formação de professores.

Em sua pesquisa Costa (2009) constatou que apenas o curso de licenciatura em Ciências Biológicas pontua a Educação Ambiental como um dos objetivos do curso no momento em que evoca a necessidade do formando assumir o papel de educador, atuando na formação do cidadão, inclusive na perspectiva socioambiental. O autor ainda ressalta:

No caso da licenciatura em Ciências Biológicas, se postula a necessidade de haver uma disciplina

obrigatória em EA, visto que a relação do EA com esta disciplina é muito próxima, e acredita-se que o professor de ciências/biologia deve ter um preparo maior que os demais para tratar do tema.

Em outros cursos de graduação, como Geografia, Costa (2009, p.181) observou que a Educação ambiental aparece como disciplina complementar, para o autor o tema “evoca de modo genérico a necessidade de uma consciência socioambiental na execução da sua atividade docente”.

Guerra *et al.* (2014) reforçam ainda que os graduandos, futuros profissionais e gestores dos diversos setores da sociedade, necessitam que durante sua formação sejam criados, no ambiente universitário, espaços democráticos para uma reflexão crítica no sentido de ressignificar conceitos, repensar estilos de vida e de consumo responsável, como possibilidade de enfrentar a crise e às vulnerabilidades frente aos riscos ambientais, em um mundo cada vez mais interdependente e globalizado.

A questão 5 abordava sobre a importância da formação ambiental nos cursos de graduação, para que os estudantes saibam como contribuir com a sustentabilidades, 37 (82%) dos professores entrevistados considera ser muito importante e 8 (18%) deles dizem ser apenas importante, como consta na Figura 4.

Costa (2009, p.183), revelou que:

O fato da EA ser tratada como tema transversal e não como disciplina específica, ela acaba ficando ‘órfã’ no embate das disciplinas. O aluno, por sua vez, tende a priorizar a apropriação das disciplinas curricularmente estabelecidas, relegando a Educação Ambiental a um segundo plano.

A questão 6 visava saber a quantidade de professores que trabalham Educação ambiental em sua disciplina. Dos entrevistados, 32 professores (71%) trabalham com o tema em sua disciplina e apenas 13 (29%) disseram não trabalhar. Os professores que não trabalham a temática na sua maioria formados em Ciências Humanas (9 - 70%) e restante (4 - 30%) em Ciências Exatas.

Os professores foram indagados na questão 7 sobre a facilidade em trabalhar a questão ambiental em sala de aula, 42 (93%) acham fácil aplicar a questão ambiental em sua disciplina, contra apenas 3 professores (7%) que consideram difícil trabalhar com o assunto (Figura 6).

Essa dificuldade apontada por 3 professores, tem-se como explicação, segundo Ferreira (2012), a falta de materiais didáticos adequados para trabalho, a não adequação dos disponíveis para a realidade local e a falta de capacitação dos professores, conforme observa-se na Figura 9.

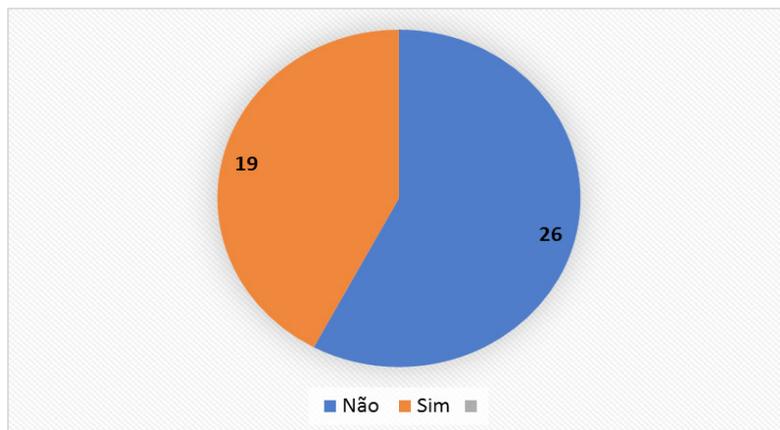
Em contrapartida, nota-se que a grande maioria dos entrevistados não encontram dificuldades em trabalhar com a temática Educação Ambiental em sala de aula, esse resultado pode estar relacionado com a formação inicial desses professores, já que dos 45 entrevistados, 15 (33%) são formados em disciplinas da área de Ciências Biológicas e 22 (49%) são formados em Ciências Humanas, nos levando novamente ao estudo feito por Costa (2009), onde só foi encontrada formação inicial em Educação Ambiental nos cursos de Ciências Biológicas e Geografia.

Dos entrevistados, 18% (8) professores acham que a educação ambiental não deveria ser introduzida como nova disciplina, contra 82% (37) que acreditam ser uma boa medida.

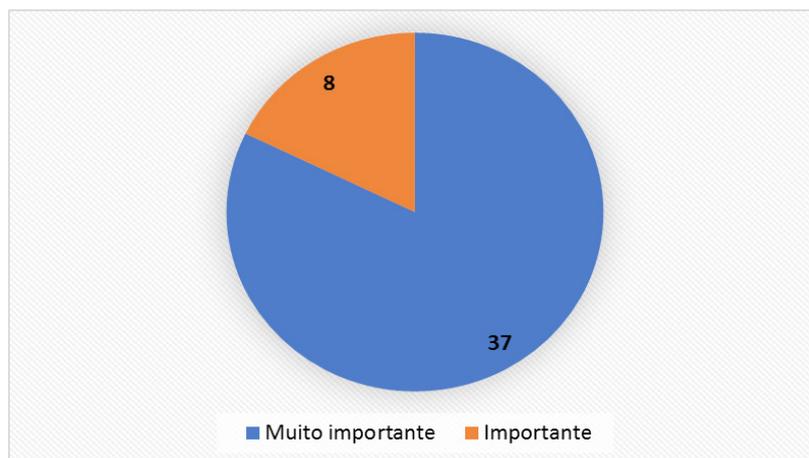
Uma das professoras entrevistadas, disse que “quando a gente diz que não há necessidade de uma nova disciplina é porque facilmente se trabalha o assunto entre as disciplinas”.

Segundo Oliveira (2007, p.105) é bastante recorrente a pergunta, “mas por que a educação ambiental não pode ser uma disciplina”? A resposta vem com o silêncio sobre a aceitação de que a PNEA - Lei nº 9.795/99, art.10 em seu 1º parágrafo diz que “a educação ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino”.

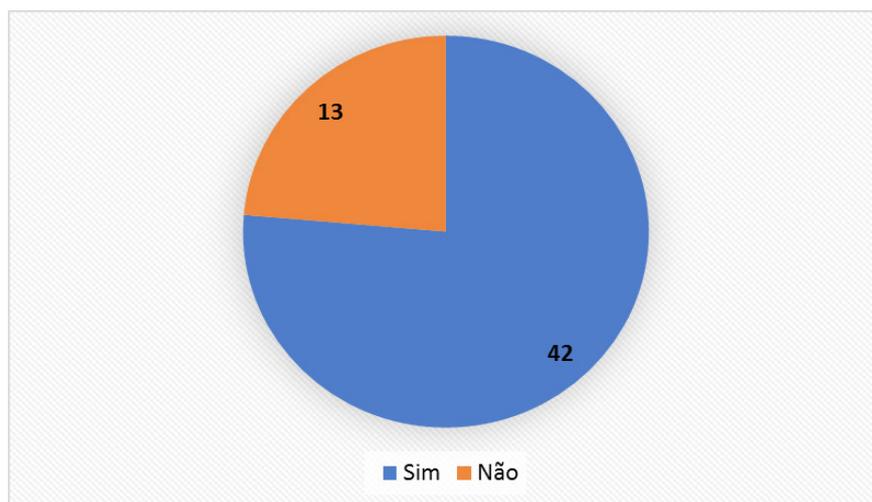
**Figura 3** – Número de docentes que tiveram ou não na sua formação profissional aulas/disciplinas sobre educação ambiental.



**Figura 4** – Importância da formação ambiental nos cursos de graduação.

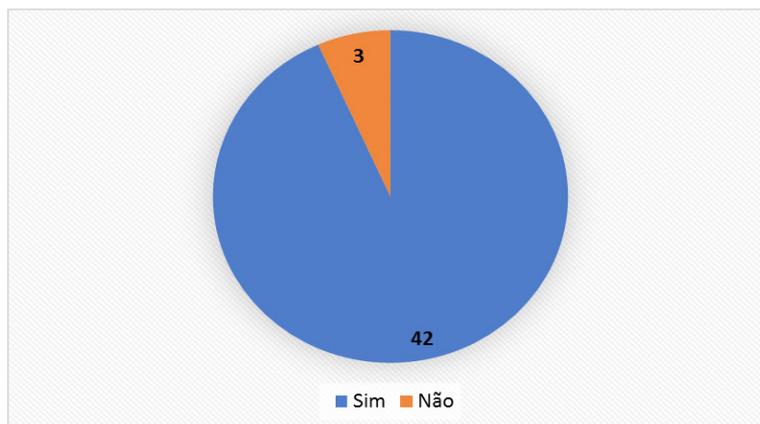


**Figura 5** – Número de docentes que trabalham ou não o tema educação ambiental na sua disciplina.

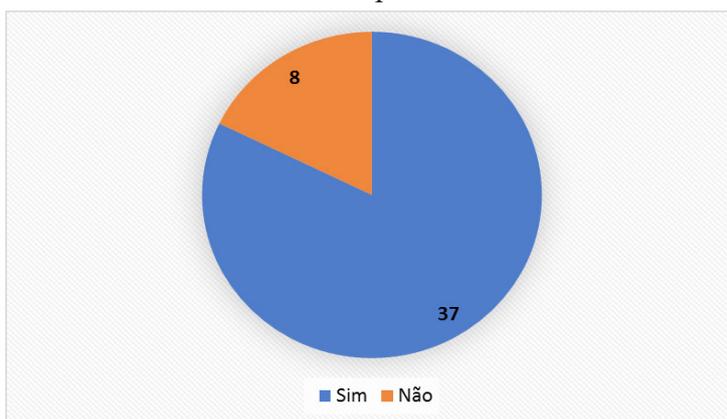


Fonte: Elaborado pelos autores.

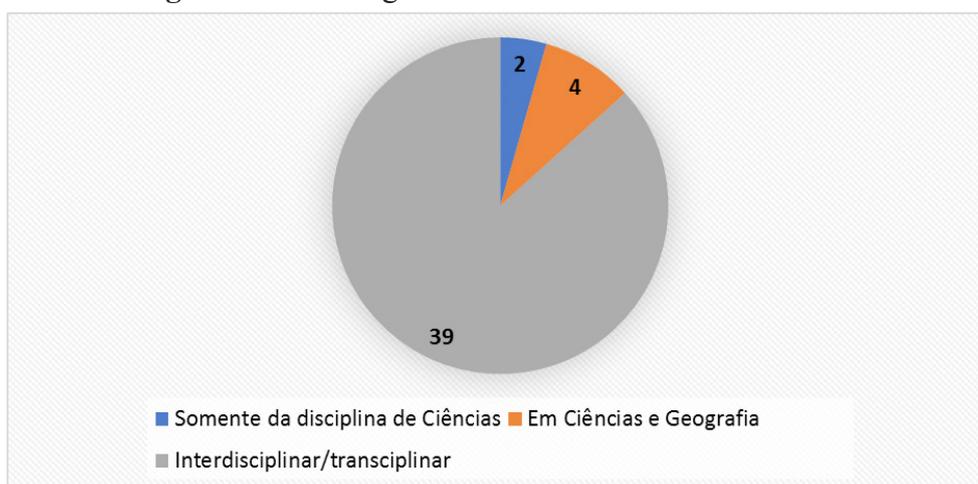
**Figura 6** – Facilidade na aplicabilidade da disciplina escolar em relação a questão ambiental.



**Figura 7** – Número de docentes que acreditam ou não que a educação ambiental deva ser introduzida como nova disciplina curricular.



**Figura 8** – Abordagem da temática ambiental na escola.



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

A autora ainda diz que um argumento muito utilizado para defender a não criação de uma disciplina é a suposição de que, havendo um profissional na escola dedicado ao assunto, os outros professores não se envolveriam com a questão.

Em seguida, na questão 9, os entrevistados foram questionados sobre a responsabilidade em abordar a temática ambiental em sala de aula. Uma pequena parte 4% (2) diz que deveria ser trabalhado apenas na disciplina de ciências, 9% (4) diz que deveria ser trabalhado entre ciências e geografia e a grande maioria dos entrevistados 87% (39) diz que deveria ser trabalhado de forma interdisciplinar/transdisciplinar.

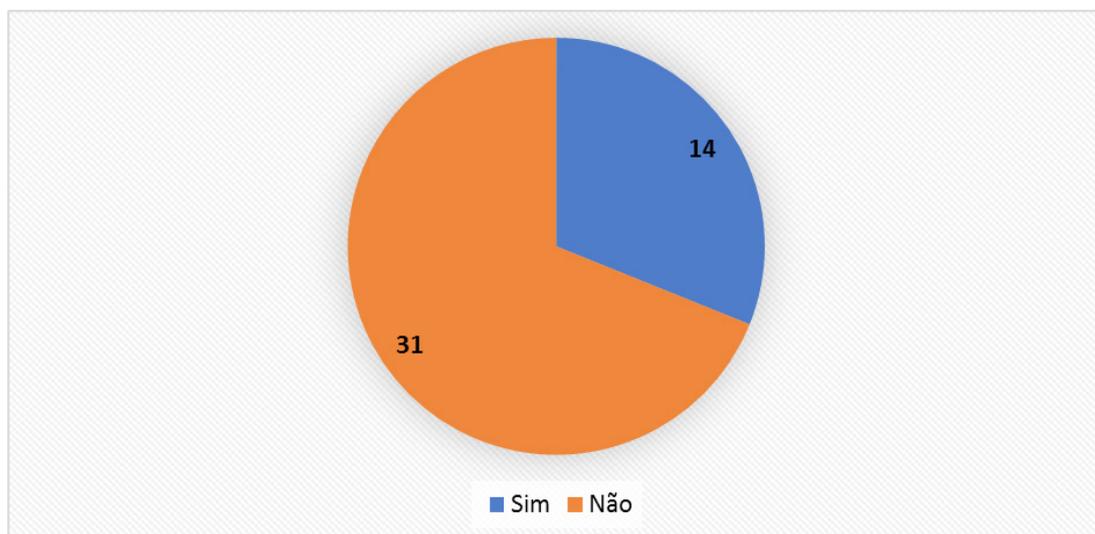
O PCN do Meio Ambiente defende que a Educação Ambiental deve ser trabalhada de forma transversal.

Trabalhar de forma transversal significa buscar a transformação dos conceitos, a explicitação de valores e a inclusão de procedimentos, sempre vinculados à realidade cotidiana da sociedade, de modo que obtenha cidadãos mais participantes. Cada professor, dentro da especificidade de sua área, deve adequar o tratamento dos conteúdos para contemplar o Tema Meio Ambiente, assim como os demais Temas Transversais. Essa adequação pressupõe um compromisso com as relações interpessoais no âmbito da escola, para haver explicitação dos valores que se quer transmitir e coerência entre eles e os experimentados na vivência escolar, buscando desenvolver a capacidade de todos para intervir na realidade e transformá-la, tendo essa capacidade relação direta com o acesso ao conhecimento acumulado pela humanidade. (BRASIL, 1997, p.193)

Segundo Ferreira (2012) o ensino da Educação Ambiental deve ser inserido no ambiente escolar, permeando todas as disciplinas e estimulando reflexões e ações neste contexto. É necessário envolver alunos, professores, funcionário e comunidade escolar e que essas ações sejam incluídas num projeto maior que constasse no Projeto Político Pedagógico da escola.

A grande maioria dos professores 69% (31) responderam na questão 10 que não existe oportunidades para aperfeiçoamento dos professores em Educação Ambiental, como consta na Figura 9.

**Figura 9** – Existência ou não de oferta para aperfeiçoamento do professor em Educação Ambiental.



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Traçando um paralelo com as questões anteriores, pode-se considerar que os docentes possuem consciência da importância e acreditam muito na educação ambiental como a principal alternativa para a preservação do meio e a reversão do quadro de degradação ambiental, conforme também apontaram Azevedo e Fernandes (2010) em sua pesquisa. No entanto, os docentes afirmam, em sua maioria, que não são oferecidos aperfeiçoamento para trabalhar a temática.

A PNEA estabelece que:

Art. 11. A dimensão ambiental deve constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas. Parágrafo único. Os professores em atividade devem receber formação complementar em suas áreas de atuação, com o propósito de atender adequadamente ao cumprimento dos princípios e objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999, p.2).

Contudo, além do investimento na formação continuada desses profissionais, uma jornada de trabalho adequada, bem como a melhoria dos salários são elementos necessários para a valorização do trabalho docente (VIANA; OLIVEIRA, 2006 apud BIONDO *et al.*, 2010).

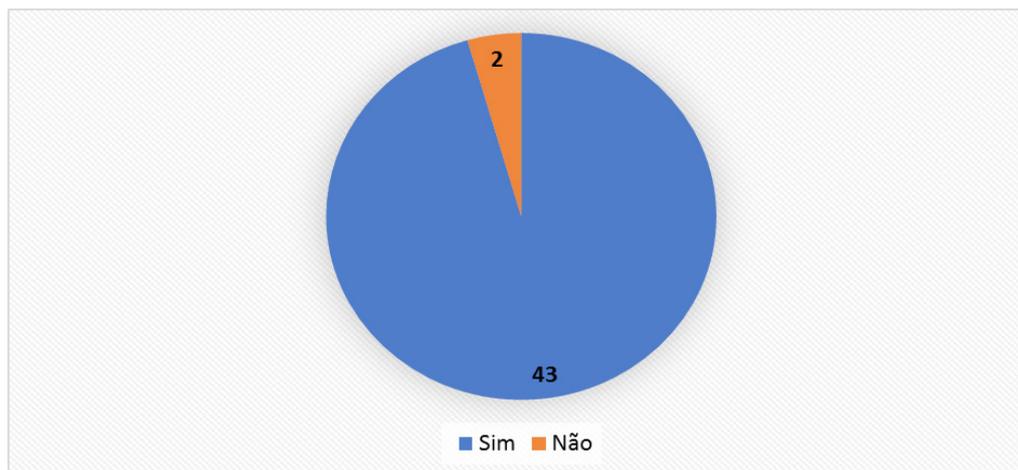
Sobre a possibilidade de aperfeiçoamento, questão 11, a maioria dos entrevistados 96% (43) estão abertos a receber indicações sobre leituras a respeito da Educação Ambiental.

Dos entrevistados, 87% (39) tem interesse em receber orientações sobre cursos presenciais e online sobre Educação Ambiental.

Neste sentido, foi disponibilizado aos entrevistados, por meio de cartaz fixado na Unidade Escolar e encaminhado por e-mail, indicações a respeito de leituras de textos, artigos e livros disponíveis *online* e no Acervo do Professor, encaminhados pelo MEC por meio do Programa Nacional Biblioteca na Escola, com o intuito colocá-los a par da temática ambiental e também fazer com que se sintam preparados para incluir o assunto em suas disciplinas.

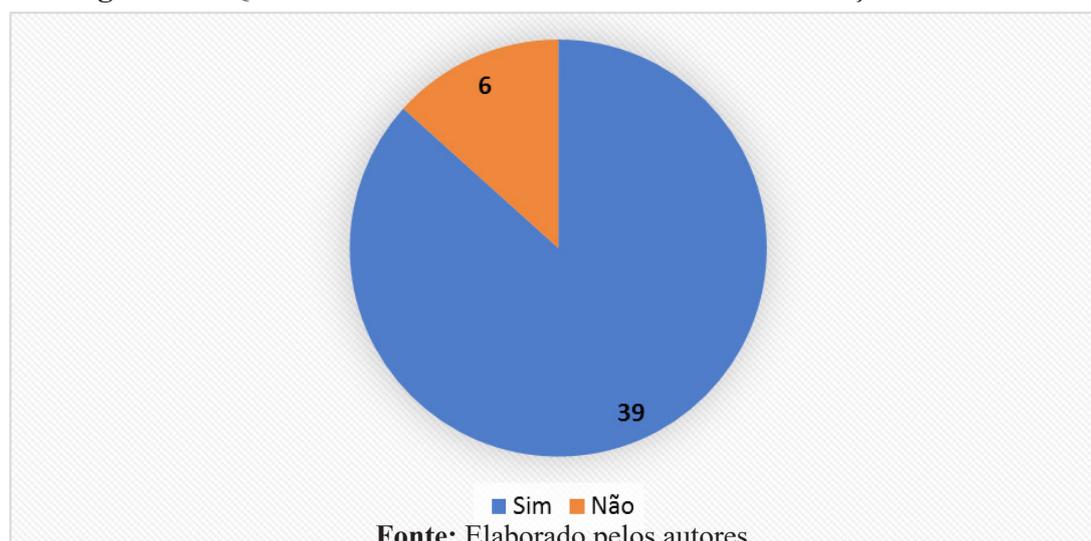
Em relação a capacitação, é grande a disponibilidade de cursos de formação continuada em educação ambiental, desde cursos livres, extensão, aperfeiçoamento, especialização, mestrado e doutorado. O foco foi oferecer cursos gratuitos para quem sabe atrair mais professores a participar. Desse modo, também foi encaminhado por e-mail e disponível na Unidade Escolar, indicações de cursos *online*.

**Figura 10** – Quantidade de interessados em receber indicações de leituras sobre Educação Ambiental.



Fonte: Elaborado pelos autores.

**Figura 11** - Quantidade de interessados em cursos em Educação Ambiental.



### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A todo instante somos alertados sobre a degradação do meio ambiente. Muitos desses problemas estão ligados a forma com que atuamos sobre ele, onde uma simples atitude individual pode trazer o “caos” para a coletividade. Por isso, simples mudanças pessoais podem causar uma mudança em nosso planeta.

Pensando em formas de minimizar os problemas ambientais, a escola deve agir como agente formador buscando influenciar o comportamento das pessoas. Por isso, a Política Nacional de Meio Ambiente estabelece que a Educação Ambiental deve ser trabalhada em todas as modalidades de ensino:

Art. 2º. A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal. (BRASIL, 1999)

Porém, mesmo estando pautado em leis, uma grande parte dos professores não possui formação inicial para trabalhar o tema em sala de aula, alguns nem mesmo possuem bons hábitos a favor do meio ambiente.

Entretanto, observou-se que a maioria se mostrou preocupado diante de simples atitudes, mas que podem fazer a diferença a longo prazo, como: economizar água e energia elétrica, utilizar papel reciclado, separar resíduos e reduzir o consumo de itens supérfluos. Observou-se também que mais da metade dos entrevistados acreditam que a solução para resolver os problemas ambientais não depende apenas de decisões governamentais (políticas públicas) e de grandes empresas, mas de ações individuais em prol da coletividade.

Analisando a formação inicial desses professores notou-se que apenas os formandos em Ciências Biológicas e Geografia tiveram a Educação Ambiental como disciplina em sua graduação, mostrando a necessidade desses profissionais assumirem o papel de “educador ambiental”. Mesmo diante dessa realidade, a grande parte dos entrevistados entendem que a Educação Ambiental deve ser trabalhada por todas as disciplinas, respeitando a transversalidade proposta pelos PCNs. Mas, mesmo diante do exposto, a maioria dos professores não consegue trabalhar o assunto, pois além da formação inicial também falta a oportunidade de formação continuada. Quase todos os entrevistados se mostraram abertos a receber

indicações a respeito de leituras e cursos sobre a temática ambiental.

Desse modo, é importante que o assunto seja contemplado no Projeto Político Pedagógico (PPP) das Unidades Escolares de modo a aliar teoria e prática. Na medida em que o PPP for assumido pelos professores e pela comunidade escolar, ele poderá servir de referência para um trabalho interdisciplinar, realizado por todos os profissionais da escola, visando à formação plena do educando.

Por fim, trabalhar com a Educação Ambiental é um dever de todos; o tema precisa fazer parte do dia-a-dia escolar, para isso ações governamentais são necessárias para formação dos professores, para que eles possam agir como agentes formadores, buscando aumentar a perspectiva ambiental dos demais cidadãos.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, D.S.A.; FERNANDES, K. L. F. Educação ambiental na Escola: um estudo sobre os saberes docentes. **Educ. foco**, Juiz de Fora, v. 14, n. 2, p. 95-119, set. 2009/fev. 2010. Disponível em: <http://www.ufjf.br/revistaedufoco/files/2011/10/Artigo-05-14.2.pdf>. Acesso em: 12 set. 2016.

BIONDO, E. *et al.* Dificuldades percebidas pelos professores da educação básica do Vale do Taquari/RS na aplicação de projetos de educação ambiental. **Educação Ambiental em Ação**, n.34, ano IX. dez/2010 - fev./2011. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=914>. Acesso em: 12 out. 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm) Acesso em: 15 out. 2016

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Meio Ambiente**. v.8. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Educação Ambiental: Por um Brasil sustentável**. 4.ed. Brasília: Órgão gestor da PNEA, 2014. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80221/pronea\\_4educacao\\_web-1.pdf](https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80221/pronea_4educacao_web-1.pdf). Acesso em: 15 out. 2016.

COSTA, R. G. A. Um olhar crítico sobre a educação ambiental na formação de professores em uma instituição de ensino superior gaúcha. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.**, v. 22, jan./jul. 2009. Disponível em: <https://www.seer.furg.br/remea/article/view/2824/1591>. Acesso em: 12 set. 2016.

CRESPO, S.. Opinião Pública. In: TRIGUEIRO, André. (Coord.) **Meio Ambiente no século 21**. Campinas. Editora Autores Associados, 2008. p. 59-74.

FERREIRA, C. E. A. **O meio ambiente na prática de escolas públicas da rede estadual de São Paulo: intenções e possibilidades**. São Paulo, 2010. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, USP.

GUERRA, A. F. S. *et al.* A temática ambiental e a sustentabilidade nos cursos de graduação da UNIVALI: caminhos para a ambientalização curricular na universidade. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.**, v.

Especial, p.121-134, mai. 2014. Disponível em: <https://www.seer.furg.br/remea/article/view/4435/2788>. Acesso em: 12 out. 2016.

GUERRA, R. A. T.; ABÍLIO, F. J. P. Meio Ambiente e Educação Ambiental: formação continuada de professores de Ensino Fundamental do Município de Pitimbu-PB. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO CONTINUADA E PROFISSIONALIZAÇÃO DOCENTE, 2005b, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2005. p. 513-514

GUERRA, R. A. T.; GUSMÃO, C. R. C. A implementação da Educação Ambiental numa escola de ensino fundamental. In: AZEITEIRO, U. M. et al (Org.). **Tendências actuais em Educação Ambiental. Discursos:** língua, cultura e sociedade, Número Especial, Lisboa: Universidade Aberta, 2004, p.329-346.

LISBOA, C. P., KINDEL, E. A. I. (Org.) **Educação Ambiental: da teoria à prática.** Porto Alegre: Mediação, 2012.

LOPES, M. M.; TEIXEIRA, D. A Bacia Hidrográfica como ferramenta para educação ambiental: contribuições do Comitês da Bacia Hidrográfica CBH-MOGI (SP). In: SANTOS NETO, J. L. **Um horizonte chamado educação:** perspectivas e caminhos. São Carlos: Pedro & João Editores, 2013.

OLIVEIRA, H. T. Educação ambiental – ser ou não ser uma disciplina: essa é a principal questão? In: MELLO, S. S.; TRAJBER, R. (Coord.). **Vamos cuidar do Brasil:** Conceitos e práticas em educação ambiental na escola. Brasília, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao3.pdf>. Acesso em: 15 out. 2016

OLIVEIRA, H. T. O processo de ambientalização curricular na Universidade Federal de São Carlos nos contextos de ensino, pesquisa, extensão e gestão ambiental. In: SORRENTINO, M.; TRAJBER, R. (Org.). **Perspectivas da educação ambiental na região ibero-americana: Conferências CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL., Conferências.** 5. Rio de Janeiro: Associação projeto Roda Vida, 2007.

PIMENTA, S. G. (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente.** 4.ed. São Paulo: Cortez, 2005.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental.** 2.ed. São Paulo: Brasiliense, 2014.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social:** métodos e técnicas. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

# PLANEJAMENTO EM ÁREA DE VULNERABILIDADE SOCIAL: UM ESTUDO SOBRE O BAIRRO CIDADE CRISTO REI (MONTES CLAROS-MG, BRASIL)

FONSECA, Guilherme Henrique de Oliveira\*. - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Mestre em Sociedade, Ambiente e Território - UFMG. Pós-graduado em Docência do ensino superior - FASA. MONTE-MÓR, Roberto Luís de Melo. - no Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional -Cedeplar, da Face - Faculdade de Ciências Econômicas e no Núcleo de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - NPGAU, da Escola de Arquitetura, ambas da UFMG.  
\*Autor para correspondência e-mail: guilherme.ifnmg@gmail.com

Recebido em:09/09/2018  
Aprovação final em: 20/12/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.576>

**RESUMO:** Este artigo tem por foco o estudo da dinâmica socioespacial de áreas vulneráveis, a fim de produzir alternativas que visem à melhoria na qualidade de vida de seus moradores, visto que, essas áreas são afetadas pela pobreza, violência, riscos diversos, entre outros determinantes, além de constituírem áreas que, constantemente, não são incluídas em planos municipais de planejamento urbano. Desse modo, faz-se necessário o estudo da dinâmica sócio espacial dessas áreas pelo viés do planejamento urbano. Para tanto, foi estudado o caso do bairro Cidade Cristo Rei, localizado na cidade Montes Claros/MG, visto que, a cidade é de porte médio e possui grande importância socioeconômica para o norte de Minas. O bairro Cidade Cristo Rei está localizado na região central da cidade e possui um aglomerado subnormal dentro de seus limites, o que torna em uma área ainda mais vulnerável. A abordagem aqui pretendida está pautada no princípio do aprendizado social, isto é, busca alternativas diversas para o bairro supramencionado, que sejam um produto do diálogo entre o interesse social (participação popular) e o interesse público (governo municipal). Por fim, o planejamento urbano associado ao aprendizado social mostrou-se uma importante ferramenta de pesquisa capaz de aglutinar vários temas complexos sobre o território em questão e, desta forma, pode apontar princípios transformadores para outras regiões vulneráveis da cidade de Montes Claros e região.

**PALAVRAS-CHAVE :** Planejamento urbano; Vulnerabilidade; Aprendizado social.

**URBAN PLANNING IN AN AREA OF SOCIAL VULNERABILITY: A STUDY ON THE SECTION CIDADE CRISTO REI (MONTES CLAROS -MG, BRAZIL)**

**ABSTRACT:** This article focuses on the study of the socio-spatial dynamics of vulnerable areas, in order to produce alternatives that aim at improving the quality of life of its residents, since these areas are affected by poverty, violence, various risks, among other determinants, as well as being areas that are not constantly included in municipal plans of urban planning. Thus, it is necessary to study the socio-spatial dynamics of these areas through the urban planning bias. For this purpose, the case of the neighborhood of Cristo Rei, located in the city of Montes Claros / MG, was studied, since the city is of medium size and has great socioeconomic importance for the north of Minas Gerais. The Cristo Rei City neighborhood is located in the central region of the city and has a subnormal cluster within its boundaries, which makes it an even more vulnerable area. The approach here is based on the principle of social learning, that is, it seeks different alternatives for the aforementioned neighborhood, which are a product of the dialogue between social interest (popular participation) and public interest (municipal government). Finally, urban

planning associated with social learning has proved to be an important research tool capable of bringing together several complex themes about the territory in question and, thus, can point to transforming principles for other vulnerable regions of the city of Montes Claros and the region.

**KEYWORDS:** Urban planning; Vulnerability; Social learning.

## INTRODUÇÃO

A partir de meados do século XX foi possível observar o crescimento populacional mundial em cidades. Esse crescimento está intimamente relacionado com a dinâmica populacional determinada pelas taxas de natalidade, taxa de mortalidade, mecanização da agricultura, migração urbano-rural, processo de industrialização nas cidades, dentre outros fatores, que contribuem para o fenômeno da *favelização* que acomete cerca de 78% dos países pobres do mundo (DAVIS, 2006).

A favelização pode ser definida como uma aglomeração populacional exacerbada em determinadas regiões da cidade, marcadas pela pobreza, infraestrutura precária e irregularidade fundiária. No Brasil, em 2010, aproximadamente 28% da população urbana residia nessas áreas precárias. Desde 2000, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) denominou tais regiões de *aglomerados subnormais* (MARICATO, 2000) (IBGE, 2010<sup>1</sup>).

Mais de 80% das cidades médias brasileiras possuem aglomerados subnormais. Isso implica que o processo de favelização é mais intenso nas cidades de porte médio<sup>2</sup>, já que o potencial econômico emergente da cidade média proporciona funcionalidade para a população de áreas rurais e cidades vizinhas de pequeno porte (LEITE, 2010).

A formação dos aglomerados subnormais é o resultado final de um processo de exclusão social existente na cidade. Uma das primeiras manifestações da exclusão social se dá pela *segregação espacial*. A segregação espacial é manifesta pela concentração de classes sociais com considerável desigualdade, de modo que a classe pobre tende a ocupar locais menos privilegiados da cidade. Ademais, “A segregação, [...] impede ou dificulta o acesso dos segregados a algum serviço, benefício, direito ou vantagem, seja público ou privado” (VILLAÇA, 2003, p. 2).

A população de baixa renda tende a ocupar os locais distantes dos grandes centros comerciais (exceto em caso de ocupação anosa). Além disso, as sedes de órgãos governamentais e serviços diversos se instalam, geralmente, próximas aos bairros de alta renda, o que acaba por gerar valorização monetária da terra, investimentos em infraestrutura de qualidade e circulação de produtos e serviços nessas áreas, distanciando tais benefícios dos aglomerados subnormais (VILLAÇA, 1996).

Janczura (2012) destaca outro desafio do aglomerado subnormal, que é a questão da *vulnerabilidade* quando determinado grupo social possui características que provocam uma predisposição a reagirem negativamente à existência de um risco social, econômico, político ou ambiental.

Para Gomes e Pereira (2005), a vulnerabilidade econômica e social são as principais fragilidades encontradas na população dos aglomerados subnormais, sendo elas originárias da miséria estrutural, baixa renda, do desemprego e da fraca interação nos laços solidários e familiares.

Na perspectiva de Rolnik (2002), a vulnerabilidade de um grupo social pode agravar-se de tal modo que o priva de direitos básicos como, segurança, justiça ou representação política. Pode-se dizer que, um território vulnerável está mais propenso a tornar-se violento e a ter pouca ou nenhuma representação política, o que resulta em dificuldade para construir alternativas que transformem efetivamente a realidade dos aglomerados subnormais.

<sup>1</sup> No Censo 2010, mais de 190 mil recenseadores visitaram 67,6 milhões de domicílios nos 5.565 municípios brasileiros. No site “<http://censo2010.ibge.gov.br/>” existem informações sobre todas as da pesquisa.

<sup>2</sup> Entre 100 mil e 500 mil habitantes (IBGE, 2010)

Mediante o exposto, é possível que os aglomerados subnormais possuam grandes desafios socioespaciais, haja vista as inúmeras variáveis que causam uma baixa qualidade de vida em seu território.

Tais variáveis devem ser abordadas por uma ferramenta metodológica com envergadura suficiente para aglutinar informações quantitativas e qualitativas.

Desse modo, o objetivo deste artigo é identificar e analisar a dinâmica socioespacial de aglomerado subnormal, no contexto de uma cidade de porte médio, para que, a partir de um estudo de caso, seja possível perceber os desafios recorrentes dos aglomerados subnormais, bem como, as possíveis alternativas locais que visem à melhoria da qualidade de vida dos residentes.

Em um projeto de pesquisa existem, pelo menos, três categorias de objeto: o objeto percebido, o objeto real e o objeto construído. O objeto “percebido” constitui nossa visão a respeito do mesmo; o objeto “real” configura-se como a totalidade na existência social, e o objeto “construído” que se caracteriza como uma tradução do real através de ferramentas (MINAYO, 2011).

O método científico utilizado nesse artigo foi o estudo de caso. Este método é proveniente do campo das Ciências Sociais e é amplamente utilizado nas pesquisas exploratórias, em que várias perspectivas sobre o objeto são analisadas. Para compor as evidências do estudo de caso podem ser utilizados documentos diversos, entrevistas e observação. De modo geral, o método empregado possui um tamanho de amostra reduzido e representativo. O estudo de caso mostra-se como uma poderosa ferramenta metodológica, capaz de explicar a relação entre o empírico e o prático do objeto de estudo (YIN, 1989).

O cenário deste estudo de caso é a cidade de Montes Claros que possui 361.915 habitantes, dos quais mais de 4% residem em aglomerados subnormais. Montes Claros é uma cidade polo do norte de Minas Gerais, especialmente no que tange à educação em ensino superior e ao comércio varejista, além de possuir uma localização privilegiada com denso entroncamento rodoviário (LEITE, 2010).

Quanto ao objeto para o estudo de caso, foi escolhido o bairro Cidade Cristo Rei (CCR), especificamente, o aglomerado subnormal, existente ao leste deste bairro, denominado neste artigo de LCCR. O LCCR é um dos aglomerados mais populosos em Montes Claros, com 2.075 residentes em um território de aproximadamente 70.000 m<sup>2</sup>. Constitui um aglomerado de ocupação populacional antiga, datada de um período anterior a 1950. O bairro está localizado, atualmente, na região central de Montes Claros, conforme aponta o Plano Diretor de Montes Claros de 2015 (PDMOC, 2015) (IBGE, 2010).

É importante mencionar que o aglomerado LCCR é uma área privilegiada na cidade, estando sujeita a políticas urbanas influenciadas pelo mercado imobiliário. Quanto à segurança pública, conforme apontam os dados de 2016 do *Centro Integrado de Informações de Defesa Social (CIIDS)*, foram contabilizadas 4.729 ocorrências relacionadas ao tráfico ilegal de drogas em Montes Claros entre os anos de 2010 e 2015, dos quais incríveis 14% (667 ocorrências) ocorreram apenas no aglomerado LCCR (LEITE, 2010).

Diante desse contexto, o aglomerado da LCCR enquadra-se como um importante objeto de estudo para a temática em estudo. Ressalta-se que o presente autor teve o primeiro contato com os moradores do aglomerado LCCR em 2013, na ocasião, como professor voluntário de um dos projetos sociais existentes no bairro. Isso proporcionou relações de amizade com os alunos e com os respectivos familiares. Por este motivo, foi possível ter acesso a determinados locais e pessoas específicas do aglomerado LCCR.

Para alcançar os objetivos propostos sob a égide do planejamento urbano, esse artigo lançou mão ainda de procedimentos e dados típicos de uma pesquisa científica de cunho qualitativo e quantitativo, de modo a complementar os dados na busca por respostas (BONI; QUARESMA, 2005).

Quanto ao suporte teórico do estudo, este partiu da consulta e leitura de periódicos científicos, livros,

teses, dissertações e resumos de Congressos. Também foram utilizados *Formulários de entrevistas*<sup>3</sup> com o objetivo de extrair informações confiáveis dos moradores e agentes do bairro CCR, conforme mostra o Tabela I (RICHARDSON, 1985).

Para conferir mais confiabilidade, seguridade e representatividade ao estudo de caso, as entrevistas foram realizadas com moradores de diversas faixas etárias e que residem no bairro CCR há mais de 10 anos. O maior desafio em realizar as entrevistas foi encontrar moradores dispostos a responder questionários sobre a influência do tráfico de drogas no aglomerado, haja vista o temor de moradores em sofrer retaliações por parte dos integrantes do tráfico. Por este motivo, o grupo amostral foi reduzido.

**Tabela I** – Informações gerais sobre as entrevistas.

TIPO DE FORMULÁRIO	IDENTIFICAÇÃO FORMULÁRIO(S)	TIPO DO ENTREVISTADO(A)	QUANTIDADE ENTREVISTAS
MODELO A	E1-A	Ex-Presidente Entidade Religiosa	1
MODELO B	E1-B; E2-B; E3-B; E3-C; E4-B; E5-B; E6-B	Moradores do bairro CCR	6
MODELO C	E1-C; E2-C; E3-C; E3-C; E4-C; E5-C; E6-C; E7-C; E8-C; E9-C	3 Comerciantes; 6 servidores públicos (CRAS, PMMG, PSF, Faculdade FASA, Fica-Vivo, Departamento Projetos Prefeitura Montes Claros)	9
TOTAL DE ENTREVISTAS REALIZADAS			16

Fonte: Próprio autor, 2016.

## A IMPORTÂNCIA DO APRENDIZADO SOCIAL PARA O PLANEJAMENTO URBANO MUNICIPAL ENVOLVENDO O SUBNÍVEL MICROLOCAL

### A SOCIEDADE E A CIDADE CONTEMPORÂNEA

O objetivo final do planejamento urbano é melhorar a qualidade de vida da população cidadina. Entretanto, cada cidade é composta por uma população peculiar com necessidades específicas da vida local. Por esse motivo, é necessário entender o contexto urbano em que vive a sociedade contemporânea antes de falar sobre planejamento.

O *costume* é algo que referencia uma sociedade, de modo que ele orientou a sociedade inglesa no período anterior à revolução industrial. Entende-se por costume qualquer ato benéfico do povo para consigo mesmo e para com a natureza, praticado de forma repetitiva. Tal repetição gera em um grupo social comportamentos e ideologias tão específicas quanto às características geográficas de um território. Logo, grosso modo, o costume pode ser denominado também como *racionalidade social* (THOMPSON, 1998).

Na Europa do século XVI, a força do mercado inglês influenciou a concretização da revolução industrial, que por sua vez expandiu pelo mundo a *racionalidade de mercado*, com uma forte ideia de acúmulo, consumo e supervalorização do valor de troca. Entende-se assim que essa racionalidade possui uma lógica econômica (FURTADO, 1978).

Lefebvre (1999) escreveu que a cidade é um espaço político, permeada por uma relação de harmonia e de subsistência entre homem e natureza, além de possuir uma forte relação solidária entre as pessoas. Entretanto, com a inserção das indústrias (produção em larga escala a relação entre homem e natureza tornou-se frágil e a ideia do acúmulo/consumo e valor de troca do bem ganharam notoriedade. Nesse

<sup>3</sup>Apêndice A disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B-1ywFvOF9tTOG81RURORkRYeIE/view>>

ponto, inicia-se a era em que a sociedade passa a ser orientada pela racionalidade de mercado.

Na era do mercantilismo, os centros comerciais surgiam ao redor de uma igreja ou uma prefeitura, em uma praça, onde o comércio de produtos e serviços era praticado em meio ao fluxo de pessoas. Esta “centralidade” ainda é característica típica das cidades até os dias atuais. Para Henri Lefebvre (1999), a racionalidade de mercado tornou-se complexa e incorporou-se ao contexto da cidade contemporânea através de um processo denominado de *urbanização total*.

A cidade “totalmente urbanizada” é a cidade-centro, onde há um forte afluxo de pessoas, comércio, serviços, produtos, que atualmente não acontece apenas na praça, como ocorreu na era do mercantilismo, mas, no espaço da cidade como um todo. Consequentemente, a racionalidade de mercado é incorporada no contexto socioespacial-político da população urbana. Desse modo, a “centralidade” da cidade contemporânea e a racionalidade de mercado se expandiu de tal forma que se tornou a principal característica do mundo capitalista atual.

Na sociedade contemporânea, a racionalidade de mercado está incrustada profundamente nos diversos grupos sociais e presente em nosso cotidiano envolvendo tudo e todos em sua ideologia puramente econômica. Essa racionalidade de mercado impõe novas características, pois cria necessidades típicas da população pós-moderna; consequentemente produz novos padrões de consumo que alteram profundamente o modo de vida local de um grupo social urbano. Pode-se dizer assim que essa “nova” racionalidade de mercado é denominada de *Lógica Urbano Consumista Industrial (L.U.C.I.)*.

Para consolidar um resumo sobre a origem e atuação da racionalidade de mercado sobre a sociedade é preciso relembrar que as características dessa racionalidade foram abordadas, primeiramente, por Henri Lefebvre ao estudar os centros comerciais das cidades mercantis. Posteriormente, com o advento da globalização, essa racionalidade de mercado extrapolou os limites da cidade através do processo de *urbanização extensiva*, como apontou Monte-Mór (2007). Por fim, com a racionalidade de mercado orientando a mentalidade e o modo de vida da sociedade contemporânea, no qual, o consumismo é sua principal marca, e, por este motivo, denominada de L.U.C.I.

Neste sentido, o nome L.U.C.I. possui o termo “consumista” que representa a supervalorização do valor de troca dessa lógica, o termo “industrial” porque na revolução industrial essa lógica expandiu-se para todo o globo, e “urbano” porque está presente em toda a cidade e dissemina-se virtualmente através dela.

A L.U.C.I. influencia a população citadina através do mercado internacional. Nesse sentido, vale ressaltar que a cidade é o resultado final de uma complexa interação econômica, social, política, estrutural e cultural, de modo que:

A cidade se caracterizou como o espaço do poder, da festa, das trocas e da concentração do excedente coletivo, constituindo a centralidade da comunidade organizada onde se concentraram as instituições, leis e mecanismos de gestão, os serviços religiosos e as manifestações culturais, os monumentos, as trocas no mercado e os serviços coletivos de apoio à vida cotidiana (Monte-mór, 2007, p. 2).

Portanto, para a cidade contemporânea influenciada pela L.U.C.I., o planejamento urbano municipal surge com dois objetivos: melhorar a qualidade socioespacial de um território e promover a justiça social (liberdade de escolha associada à igualdade de acesso) (SOUZA, 2006).

### **O TERRITÓRIO E O APRENDIZADO SOCIAL**

Outro aspecto de extrema relevância na construção do planejamento urbano para uma cidade está no entendimento sobre *território*, sendo que existem diversos conceitos sobre o tema, os quais estão intimamente ligados com os conceitos de lugar, cultura e identidade.

Segundo Souza (2006), o subnível microlocal do planejamento urbano pode ser representado por um bairro, onde as práticas cotidianas estão fortemente relacionadas à vivência coletiva do grupo social. Logo, parte-se do pressuposto que neste subnível microlocal existe uma dinâmica de vida que possui características sociais, econômicas, políticas, espaciais, etc., bem peculiares; conseqüentemente, pode-se dizer, grosso modo, que essa dinâmica de vida local de um bairro é considerada um *território*.

Para Santos (2006), coexistem lógicas e forças diversas em um território que muitas vezes são forças conflitantes. Desde o século XX, o mundo tem sofrido transformações estruturais que estão alterando as configurações sociais locais existentes, principalmente devido à globalização. É dizer que a globalização é responsável por estabelecer lógicas globais externas e distintas quando comparadas ao cotidiano da esfera local.

Pode-se inferir assim que a globalização é o meio pelo qual a L.U.C.I. é disseminada pelo mundo. Por outro lado, a globalização também produz um fenômeno denominado de *fluxo cultural*, que consiste quando práticas comuns se tornam práticas globais em determinados lugares. O consumismo configura-se como um exemplo visível sobre esse fenômeno, representado, por exemplo, pelos inúmeros shoppings, franquias relacionadas com os setores alimentares e de vestuários, que acabam por pulverizar seus produtos para a população de outras cidades (HALL, 2000; MASSEY, 2008).

Entretanto, faz-se importante pontuar que apesar dessa dominação ideológica gerada pela globalização, o mundo é um espaço não homogêneo, onde o ser humano vive através de inter-relações sociais locais e diversas. Existe uma *geometria do poder* na disseminação dessas lógicas econômicas globais, uma vez que o impacto da globalização não ocorre exatamente da mesma forma em todo o globo. Logo, uma cultura global nunca substitui uma cultura local (MASSEY, 2008).

A divergência entre o global e o local faz surgir um território, sendo que os valores culturais vão sendo criados por determinado grupo social. Esses valores culturais, por sua vez, influenciam o surgimento da cultura, que pode ser entendida como os valores, sentidos e símbolos de um povo. Nesse sentido, é possível inferir que a cultura está fortemente relacionada com a etnia, ou seja, com a língua falada, com as vestimentas usadas por um povo, etc., e que são determinadas pelos padrões morais e religiosos daquele povo (RUA, 2006; BARTH, 1998).

Em um trecho do livro, *Geografia cultural: uma antologia*, o autor aponta para a complexidade do conceito de cultura incrustada em um território:

A cultura hoje tende a ser compreendida como outra vertente do real, um sistema de representação simbólica existente em si mesmo e, se formos ao limite do raciocínio, como uma “visão de mundo” que tem sua coerência e seus próprios efeitos sobre a relação da sociedade com o espaço (BONNEMAISON, 2012, p. 280).

Se a cultura é um conjunto de símbolos hierarquizados, a identidade pode ser entendida como a representação destes símbolos, isto é, seu significado. Assim, a identidade de um grupo social está na vivência cotidiana dos símbolos, gerando a incorporação de seus significados, sendo exatamente por isso que a cultura se consolida. Por isso, a identidade pode ser compreendida como a “(...) a fonte de significado e experiência de um povo” (CASTELLS, 1999, p. 22).

Sahlins (1997) entende que a identidade é formada e transformada continuamente. Do mesmo modo, a cultura também se transforma ao longo dos tempos sendo, por isso, considerada dinâmica. A cultura é o motivo que explica a existência dos diversos grupos sociais espalhados pelo mundo, bem como o motivo pelo qual cada um destes grupos absorve e utiliza a lógica econômica global de modo diferente.

Laraia (2001) explica que o contato de uma cultura local com uma cultura global, pode reforçar ou criar novos benefícios para a cultura local. Nessa perspectiva:

Podemos agora afirmar que existem dois tipos de mudança cultural: uma que é interna, resultante da dinâmica do próprio sistema cultural, e uma segunda que é o resultado do contato de um sistema cultural com um outro. [...] É praticamente impossível imaginar a existência de um sistema cultural que seja afetado apenas pela mudança interna. (LARAIA, 2001, p. 96)

Por assim o ser, território é compreendido como a soma de interações entre lógicas culturais globais e locais. Conforme afirma Bonnemaïson (2012):

[...] o território se constrói, ao mesmo tempo, como um sistema e um símbolo. Um sistema porque se organiza e se hierarquiza para responder às necessidades e funções assumidas pelo grupo que o constitui. Um símbolo porque se forma em torno de polos geográficos representantes dos valores políticos e religiosos que comandam sua visão de mundo (BONNEMAISON, 2012, p. 290).

Entende-se assim que o território não é simplesmente um espaço geográfico bem delimitado, mas também um complexo cultural peculiar, constituído por práticas cotidianas específicas de um grupo social. O território, grosso modo, pode ser definido como um *lugar*, onde um grupo social possui forte sentimento de pertença e onde sua identidade e suas relações são formadas.

Nesse sentido, para evitar que a racionalidade de mercado global (L.U.C.I) influencie negativamente a essência do planejamento urbano municipal, com sua lógica puramente econômica, é proposto neste artigo um caminho metodológico para o planejamento. Esse caminho é inspirado em Friedmann (1987), denominado por ele de *aprendizado social*.

Em estudos tradicionais sobre aprendizagem alguns teóricos afirmam a teoria como orientadora da prática social. A prática social e a teoria estão correlacionadas, uma nasce da outra, uma depende da outra. Significa dizer que a prática também exerce uma força sobre a teoria, sendo o processo de aprendizado social uma interação constante entre teórico e prático e, portanto, é dinâmico e pode sofrer contínuas mudanças ao longo do tempo (Friedmann, 1987).

Sobre a aprendizagem social, Friedmann (1987, p. 241) escreve:

É um ramo do saber que está relacionado com a atividade humana, especialmente aos processos sociais dinâmicos, analisando pela perspectiva de um ator envolvido com a prática. A aprendizagem social destaca o papel mediador dos pequenos grupos e enfatiza o diálogo como crucial para formação da prática social.

Entende-se por prática social, o costume de um povo, a história de um grupo, ou ainda, novas ações inseridas em determinado grupo social. É importante mencionar que esta prática social não é fixa, já que é alterada pela interação entre os próprios moradores do bairro, ou pela interação entre os moradores do bairro e agentes externos (estado, entidades, mídias, moradores de outros bairros, etc.).

Inserir o diálogo e a mediação como princípios na construção do planejamento urbano, visando produzir uma nova prática social, é fundamental para gerar mais benefícios e qualidade de vida para determinado grupo social. Segundo Friedman (1987), a aprendizagem de uma nova prática social só se efetiva em um grupo quando os atores envolvidos conseguem perceber uma mudança positiva em sua realidade cultural.

Portanto, o aprendizado social será utilizado para criar um diálogo entre perspectivas internas (locais) e externas (globais) do aglomerado LCCR. Assim, a aprendizagem social visa superar a contradição entre teoria e prática. Além disso, a experimentação das alternativas seguida da observação de resultados é essencial para produzir melhorias contínuas em um território vulnerável como o LCCR.

## RESULTADOS

### A HISTÓRIA DO BAIRRO CIDADE CRISTO REI

A história da origem do bairro CCR teve início em 1933, como descrito no *Documento da Associação Comercial de Montes Claros de 1953*<sup>4</sup>. Este documento descreve a área do bairro CCR como uma chácara de 22 alqueires, situada no bairro de São João que na época era uma área rural situada na periferia de Montes Claros. Posteriormente, o domínio legal da área majoritária passou a outros compradores, que atualmente pertence à prefeitura de Montes Claros.

Em 1944, uma entidade religiosa denominada de Conferência Cristo Rei adquire a área através de um arremate. Conforme *Carta do Bispo Luiz Victor Sartori de 1956*<sup>5</sup>, percebe-se que os líderes dessa entidade idealizaram um projeto denominado de *Cidade Cristo Rei*, que previa uma série de construções, como escolas, dormitórios, enfermaria, etc., para facilitar a execução de assistência integral aos pobres realizada pela entidade. Essa nomenclatura perdurou até os dias atuais, tornando-se o nome oficial do bairro utilizado pelo PDMOC de 2015. Quanto à evolução do espaço, foi produzida a Figura 2, que apresenta o perímetro do bairro CCR desde 1944 até os dias atuais, quando o aglomerado subnormal LCCR foi formado.

Em 1950, iniciou-se o processo de migração rural das cidades e vilarejos vizinhos para Montes Claros, processo que se intensificou em 1970 com o aumento da demanda por trabalho, em virtude dos investimentos provenientes da SUDENE.

Em todo este período, a entidade Conferência Cristo Rei realizou o apoio integral aos migrantes, fornecendo alimentos e cedendo espaços em sua propriedade para que os mesmos se estabelecessem. Assim, o início da ocupação populacional do bairro CCR foi marcado por migrantes rurais provenientes de cinco regiões rurais, a saber: Alto Rio verde, Coração de Jesus, Gerais de São Felipe, Mata do Rio Verde e Serra Geral (BRITO, 2011).

Com o aumento do afluxo populacional em 1970, os migrantes rurais que demandavam terras passaram a ocupar o terreno da Conferência Cristo Rei sem autorização dos confrades. Neste ponto, os confrades da entidade religiosa buscavam, junto à prefeitura de Montes Claros, o loteamento do terreno com o intuito de frear as invasões conforme descrito na *Carta conferência vicentina a prefeitura montes claros de 1977*<sup>6</sup> e *Carta Conferência vicentina ao Conselho Central de 1979*<sup>7</sup>.

Conforme o *Termo de compromisso da prefeitura à Conferência vicentina de 1979*<sup>8</sup>, o ex-prefeito, Antônio Rebelo, em 1979, propôs criar e aprovar a planta para loteamento do terreno da Conferência, além de realizar o levantamento topográfico, determinar ruas e praças e executar a terraplanagem destas áreas sem custos para a proprietária. Em troca, a Conferência deveria doar parte do seu terreno (11.578,75m<sup>2</sup>) para a prefeitura, onde estava funcionando um educandário municipal desde 1975.

Apesar do acordo firmado, a prefeitura de Montes Claros não realizou integralmente as ações propostas, salvo a criação e aprovação da *Planta de 1977*<sup>9</sup>. Dessa forma, surgiu o primeiro e único plano urbano para o bairro CCR. O fracasso do acordo resultou na abertura de um processo judicial da Conferência Cristo Rei contra a prefeitura (*Sentença desapropriação indireta devido à invasão de 2001*<sup>10</sup>), alegando desapropriação indireta. A negligência da prefeitura quanto ao processo de invasão evoluiu para a ocupação ilegal do terreno da entidade religiosa.

<sup>4</sup>Anexo A disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B-1ywFvOF9tTeklFVjBoU0QwVEE/view>>

<sup>5</sup>Anexo B disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B-1ywFvOF9tTeklFVjBoU0QwVEE/view>>

<sup>6</sup>Anexo C disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B-1ywFvOF9tTeklFVjBoU0QwVEE/view>>

<sup>7</sup>Anexo D disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B-1ywFvOF9tTeklFVjBoU0QwVEE/view>>

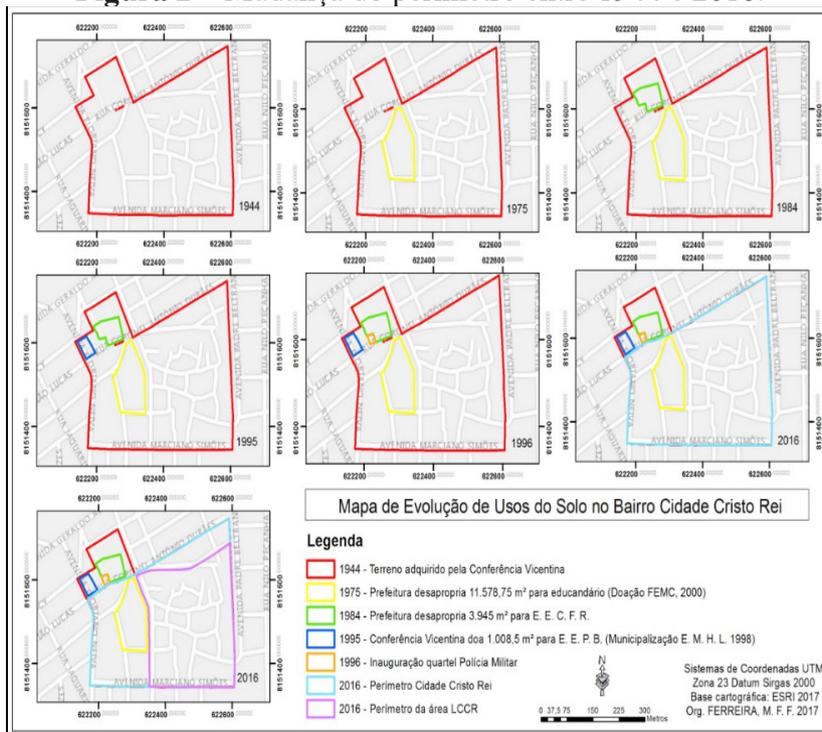
<sup>8</sup>Anexo E disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B-1ywFvOF9tTeklFVjBoU0QwVEE/view>>

<sup>9</sup>Anexo F disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B-1ywFvOF9tTeklFVjBoU0QwVEE/view>>

<sup>10</sup>Anexo G disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B-1ywFvOF9tTeklFVjBoU0QwVEE/view>>

Devido à derrota do processo judicial, a prefeitura pagou indenização compulsória e passou a ser a proprietária da área majoritária do bairro Cidade Cristo Rei, conforme mostrado na Figura 2. Com o fim do mandato do ex-prefeito Antônio Rebello, um novo candidato à prefeitura, Luiz Tadeu Leite, prometeu realizar obras de infraestrutura para os moradores que estavam em toda área do terreno da Conferência.

**Figura 2 – Mudança do perímetro entre 1944 e 2016.**



**Fonte:** Próprio autor, 2016.

Tais promessas resultaram em invasões em larga escala em um curto período de tempo. As invasões aumentaram de tal forma que até moradores de outros bairros integraram-se ao movimento de invasões ao bairro CCR. Após o período de campanha eleitoral, já no segundo semestre de 1982, o bairro CCR possuía aproximadamente 250 famílias, conforme apresentado pela *Matéria do Jornal Mais Lidode 1982*<sup>11</sup>.

Posteriormente, em 1984, conforme prometido, Luiz Tadeu Leite solicitou a distribuidora de energia CEMIG a instalação da rede elétrica no bairro CCR. Entretanto, a instalação não seguiu a *Planta de 1977*, o que resultou na instalação de postes de iluminação pública sem qualquer planejamento, conforme pode ser visto na *Carta da Conferência vicentina à Distribuidora de energia CEMIG de 1986*<sup>12</sup>. Conforme mencionado em entrevistas E1-B e E2-B (2016), a rede de água e esgoto também foi instalada no bairro, ainda no primeiro mandato do ex-prefeito Luiz Tadeu Leite. Isso produziu uma indiscutível melhoria na qualidade de vida dos moradores, produzindo grande satisfação entre os mesmos.

Apesar disso, a execução das obras não seguiu qualquer orientação da *Planta de 1977*, resultando na consolidação do desenho viário irregular da área LCCR, que é desintegrado da malha urbana da cidade de Montes Claros. Pode-se inferir assim que a ocupação ilegal, associado à falta da execução do planejamento urbano, resultou no processo de favelização ao fim de 1982 e deu origem ao aglomerado subnormal LCCR.

No que diz respeito aos principais eventos históricos sobre o bairro CCR, vale a pena ressaltar o

<sup>11</sup>Anexo H disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B-1ywFvOF9fTeklfVjBoU0QwVEE/view>>

<sup>12</sup>Anexo I disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B-1ywFvOF9fTeklfVjBoU0QwVEE/view>>

período em que o tráfico de drogas se insere no aglomerado LCCR; resultando no complexo território caracterizado pelo alto número de ocorrências relacionadas ao tráfico.

Os projetos subsidiados pela SUDENE perderam força a partir de 1990, período em que 47 projetos foram paralisados, desta forma, mais de 13.407 empregos foram perdidos em Montes Claros e região vizinha. Logo, entre 1990 e 2000, o desemprego aumentou proporcionalmente ao Índice de Criminalidade Violenta (ICV), sendo necessária a busca por outras alternativas de geração de renda (PEREIRA, 2010).

A crise econômica, aliada ao recente processo de favelização, contribuiu para a criação de um ambiente propício para o comércio de drogas, visto que a configuração espacial da área LCCR permitia discrição aos compradores e facilitava a fuga dos vendedores. Nesse contexto, alguns moradores do bairro começaram a realizar a comercialização dos tóxicos.

Ainda no início da década de 1990, surge na área LCCR uma gangue conhecida como “Camorra”, liderada por um personagem conhecido como “Jonas”. A gangue “Camorra” foi composta com dois propósitos, o primeiro de comercializar drogas (maconha e cocaína) através da fixação de pontos de vendas na área LCCR; o segundo foi realizar a proteção dos pontos através da segurança armada (E1-B, 2016).

Esse intento marcou o início da era do tráfico de drogas na área LCCR, que até ao final da década de 1990 incitou outros vendedores de pequeno e médio porte a aderirem essa prática ilegal, introduzindo diversos outros tipos de droga. As práticas violentas da gangue “Camorra” foram responsáveis por trazer renome à área LCCR como uma das regiões mais violentas e dominantes quanto ao comércio de drogas em Montes Claros (E1-B, 2016).

Mediante esse contexto, facções extremamente organizadas se formaram para comercializar drogas e proteger os pontos de venda. As duas facções de maior relevância que se estabeleceram na área LCCR foram, a facção de “Malboro” e a facção de “Ninha”, ambas surgiram no fim da década de 1990. Por mais de dez anos estas facções se rivalizaram, disputando pontos de venda privilegiados dentro da área LCCR causando verdadeiras guerras, sendo que os moradores eram as principais vítimas (E2-B, 2016).

É importante destacar que os chefes executivos destas facções se alteraram ao longo dos anos, de tal modo que os nomes “Ninha” e “Malboro” são utilizados atualmente simplesmente como referência e diferenciação entre as facções. Em 2013, curiosamente, as duas facções decidiram estabelecer um pacto de paz, que deu cabo às guerras internas na área LCCR.

O suposto motivo para tal acordo de paz teria sido uma orientação do Primeiro Comando da Capital (PCC) através de uma carta proveniente do Rio de Janeiro, como afirma um dos entrevistados na resposta 42 da entrevista E5-B (2016): “Diz que veio uma carta do PCC lá do Rio de Janeiro orientando eles acabar com isso, porque era ruim pros negócios né?! Eles fizeram até palanque aí e fizeram as camisas da paz. Aí foi bom pra gente (moradores)”. Porém existem na região outros traficantes dentro da área LCCR, sendo que cada vez mais jovens e adolescentes se integram ao sistema de tráfico, produzindo novos vendedores e traficantes no aglomerado.

Percebe-se que o aglomerado LCCR não é apenas um território delimitado em determinado espaço físico, mas, pode ser considerado como um território composto de uma história cultural, isto é, um “lugar” que possui uma identidade peculiar com relações sociais específicas. Por fim, pode-se afirmar que a população residente no bairro Cidade Cristo Rei também possui uma prática social consolidada, tal prática possui aspectos positivos e negativos para os mesmos conforme descrito ao longo deste tópico.

#### **PANORAMA CONTEMPORÂNEO E ALTERNATIVAS DO AGLOMERADO LCCR**

Dos resultados alcançados em pesquisa de campo, vale ressaltar a questão do espaço e aspectos estruturais da área LCCR. Primeiro, o bairro CCR está localizado na região centro-oeste de Montes Claros e

é rodeado por um anel de serviços e comércios que gera redução de custos para os moradores com transportes devido à proximidade de locais como hospitais, padarias, comércios, etc. (PDMOC, 2015; ARRUDA, 2009).

Outra vantagem que a localização central do aglomerado subnormal LCCR proporciona para os moradores é a redução da especulação imobiliária, pois evita a aplicação arbitrária da lei, isto é, políticas urbanas de remoção que visam transformar áreas privilegiadas da cidade em residenciais para classe média e alta. A permanência do aglomerado LCCR em uma região central também inibe a segregação espacial e promove a justiça socioespacial, pois permite que seus moradores desfrutem de benefícios variados como, melhor infraestrutura, diversidade de produtos, fácil acesso a serviços, etc. (MARICATO, 2000; VILLAÇA, 1997).

O aglomerado LCCR encontra-se em uma área plana distante do leito de um corpo hídrico, de modo que não existe risco geográfico e/ou ambiental que obrigue uma remoção do aglomerado. Vale ressaltar que mais de 92% das casas existentes no aglomerado LCCR possuem padrões construtivos aceitáveis, isto é, possuem piso de cimento ou cerâmica e laje ou telhado, não implicando assim na necessidade de construir novos e onerosos conjuntos habitacionais para abrigar os residentes do referendado aglomerado (LEITE, 2010; MOURA; PRATA, 2008).

Dos 16 moradores, comerciantes e servidores públicos, entrevistados, 15 acreditam que um projeto de reurbanização para o aglomerado LCCR seria uma solução mais viável se comparada a um projeto de remoção. Nesse sentido, é essencial que o aglomerado LCCR permaneça em sua atual localização, porém, é importante que sejam realizados projetos de reurbanização que visem revitalizar o aglomerado.

Conforme apresenta o Plano Diretor de Montes Claros (2015), o bairro CCR é uma área com altíssimo adensamento populacional, conseqüentemente, as edificações construídas não seguem nenhuma planta urbana e tendem a se expandir para a área leste que é imprópria para habitação. O alto número de edificações em uma pequena área gera muita proximidade das moradias, o que contribui para um risco de incêndio, conforme apresenta o mapa das áreas de risco em Montes Claros (LEITE, 2010; PDMOC, 2015).

Outros motivos que reforçam a necessidade de realizar um plano de reurbanização são a irregularidade fundiária e informalidade das ligações da rede elétrica/água existentes na área. Conforme apontaram as companhias de saneamento básico de água e esgoto e de energia elétrica, respectivamente COPASA e CEMIG, existem 26% de ligações diretas (“gato”) da rede elétrica/água no bairro CCR.

Destaca-se que a atual configuração espacial do aglomerado LCCR fomenta o comércio de drogas, além de dificultar o monitoramento da polícia militar no aglomerado. Tais fatos foram relatados nas entrevistas pelos próprios moradores e policial, conforme apontaram as respostas de E2-B (morador) e E6-C (policial militar), respectivamente, “...o beco dá fuga pra *os* envolvido né? Quando a polícia tá por aqui mais perto eles *fica* mais quieto” e “A configuração das ruas como está ali dificulta enormemente o trabalho da polícia militar. É muito estreito, principalmente pro veículo poder passar”.

A regularização fundiária para população de baixa renda está prevista no artigo 2º do Estatuto da Cidade, lei nº 10.257 de 2001. Em Montes Claros, o artigo 7º, inciso VII da lei nº 2.921 de 2001, prevê a regularização fundiária e melhoria das moradias dos aglomerados existentes na cidade; o artigo 30º, inciso VI e VII da mesma lei, prevê a complementação de infraestrutura urbana para aglomerados.

Com vista à reurbanização do aglomerado LCCR, já existe um caminho legislativo que permite tal ação. A lei nº 4.198 de 2009 instituiu o aglomerado LCCR como uma *Zona Especial de Interesse Social (ZEIS)* de Montes Claros, de tal modo que o aglomerado está protegido contra remoções repentinas. Além disso, a lei nº 3.936 de 2008 prevê que equipamentos sociais e culturais, espaços públicos e serviços de caráter local sejam construídos em ZEIS, como é o caso do aglomerado LCCR.

Entretanto, o processo de regularização fundiária e a realização de obras urbanísticas no aglomerado LCCR não se fazem automaticamente. A *Política Municipal de Habitação de Interesse Social (PMHIS)* e o *Conselho*

*Municipal de Habitação (CMH)*, ambos implantados em Montes Claros pela lei nº3.995 de 2008, precisam dar atenção especial às áreas de vulnerabilidade social, como é o caso do aglomerado LCCR, conforme previsto pelo artigo 1º dessa mesma lei, além de terem a autoridade para realizarem melhorias domiciliares e regularização fundiária através de programas diversos, conforme previsto pelo artigo 7º.

Nesse sentido, avançar mais uma etapa no processo legislativo é essencial. Quanto à regularização fundiária pode-se realizar o levantamento de famílias que podem receber o título de propriedade, bem como suas respectivas demarcações de terreno, processo que auxiliará a concessão de títulos de propriedade aos moradores.

No que diz respeito ao plano urbanístico para o aglomerado LCCR, pode-se solicitar pedido de abertura para averbação de auto demarcação do aglomerado, conforme previsto pelo artigo 195-b da Lei de Registros Públicos. Outro caminho seria a criação de uma lei municipal que declare a efetivação da regularização fundiária e reurbanização para o aglomerado LCCR.

Nesse sentido, é necessário trabalhar através das redes de entidades em parceria com os moradores, afim de que os planos se efetivem com o mínimo de impacto socioespacial para aglomerado LCCR. Existem projetos de reurbanização para o aglomerado LCCR que foram realizados entre 2005 e 2007, através do estímulo do Ministério Público em parceria com universidades, faculdades, moradores e prefeitura de Montes Claros, como é o caso do projeto *Semeando Dignidade*<sup>13</sup>.

Em uma das etapas deste projeto de reurbanização está previsto um plano urbanístico que utiliza pouco investimento financeiro (comparado a projetos de remoção) e que visa à alteração da morfologia do aglomerado LCCR, causando o mínimo de impacto socioespacial. Tal plano pode ser visto pela Figura 3, que contrasta com a morfologia atual da área LCCR.

Como já abordado, a ocupação populacional da área LCCR é antiga, o que gera um forte senso de pertencimento dos moradores com o território geográfico, que é repleto de histórias que se consolidaram em uma identidade cultural sólida. Isso gera relações solidárias intensas que facilitam a reprodução social dos moradores de aglomerados subnormais. Portanto, a capacidade dos moradores em se organizarem potencializa e produz também alternativas locais para aumento de renda.

Mediante essa perspectiva, foi realizado um mapeamento que georeferenciou e identificou o potencial econômico dos moradores através dos comércios e serviços existentes na área LCCR, conforme apresenta a Figura 4. A imagem demonstra que o *bar/lanchonete* é o comércio mais comum no aglomerado, assim como serviços relacionados à beleza, como cabelereiro e manicure.

Assim, é essencial potencializar o trabalho informal através de incentivos fiscais municipais, da formação de cooperativas ou promoção de eventos culturais locais que gerem renda para os moradores e, desta forma, reduzir a influência econômica do tráfico de drogas sobre os residentes.

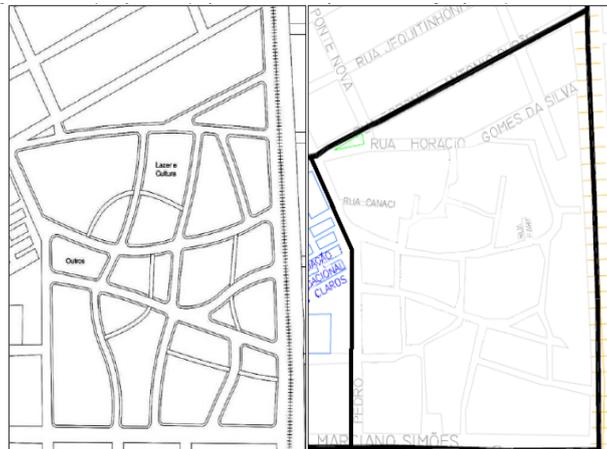
Não obstante, a diversidade de comércios e serviços existentes no aglomerado LCCR também é utilizada pelos envolvidos no tráfico, isso gera uma relação de dependência econômica dos moradores em relação ao tráfico, conforme aponta a resposta 20 da entrevista E4-C (comerciante A): Aqui tem produto que *sai* que talvez não *sairia* tanto se meu comércio fosse em outro lugar. O “Gilete” (lâmina de barbear) eles usam para mexer com droga, o saquinho de chupa-chupa usam pra embalar a droga (...).” Essa relação também pode ser percebida na fala do entrevistado E4-C (comerciante B), “Eles (envolvidos ao tráfico) compram muito. Sem eles aqui eu não sou ninguém. Aqui rola dinheiro”. “Portanto, é extremamente importante incentivar novas alternativas de renda para os moradores do aglomerado LCCR, visto que, “(...) a pobreza, principalmente aquela mais numerosa, crônica e desencantada nos marcos do ‘subdesenvolvimento’, compõe o caldo cultural de que se nutre o tráfico em suas diversas escalas” (SOUZA, 2000, p.105).

Nesse contexto, a L.U.C.I. impõe uma perspectiva puramente econômica na sociedade contemporânea

<sup>13</sup>Mapa 3 Disponível em: <<https://drive.google.com/drive/folders/0B-1ywFvOF9tTZFo5dWRIZXNYVUE>>

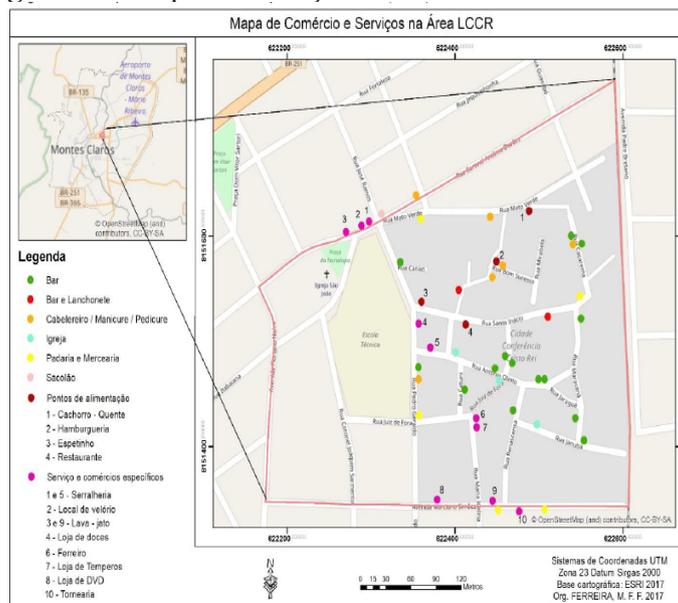
e provoca uma distorção no conceito de “pobreza” e “necessidade”, isto é, a pobreza deixa de ser um conceito interpretado por uma cultura local e passa a ser percebida como uma escassez econômica.

**Figura 3** – Comparação entre projeto de reurbanização e configuração espacial LCCR 2016.



**Fonte:** Adaptado de Projeto Semeando Dignidade, 2007.

**Figura 4** – Mapa de serviços e comércios da área LCCR.



**Fonte:** Próprio autor, 2017.

Essa perspectiva econômica incute na cosmovisão de um grupo social a falsa necessidade de bens e produtos disponíveis no mercado (divulgados pelas mídias), de modo que, quem não adquire tais produtos ou serviços é considerado como “pobre”. Por isso, a L.U.C.I. impõe um consumismo desnecessário e gera o estigma da pobreza (SACHS, 2000).

Importa dizer que a sociedade, de um modo geral, está aprisionada pela racionalidade proveniente da L.U.C.I. Ou seja, tudo e todos são categorizados unicamente pelo viés econômico, o que induz a classe média e alta a continuar excluindo o pobre. Já para a população de baixa renda essa ideia gera uma

cosmovisão determinista do mundo a sua volta, produzindo uma cultura passiva que é característica em parte dos moradores de aglomerados subnormais.

Essa série de eventos supracitados facilita o surgimento do tráfico como alternativa econômica para os moradores de aglomerados, pois é uma fonte de dinheiro rápido que permite aos seus beneficiários consumir os produtos que o mercado oferece. Desta forma, quando alguém compra ou consome um bem “desejável”, o mesmo deixa de ser categorizado como um “necessitado” e torna-se um “igual”, provando o seu valor para a sociedade. Portanto, um dos principais motivos em inserir-se no sistema do tráfico está no que ele representa, ou seja, status, poder, dinheiro e acesso a bens e produtos configuram essa inserção social, tornando-se um trampolim para a mudança da realidade vivida (PEREIRA, 2010).

Através da verificação da área de atuação do comércio de drogas, apresentado na Figura 5, é possível perceber a abrangência da influência do sistema do tráfico. Sabe-se que o tráfico de drogas em aglomerados subnormais produz problemas sociais diversos para esses territórios. No caso do aglomerado LCCR, os principais problemas são a banalização do uso de álcool/drogas, a quantidade de crianças ociosas e o alto número de gravidez na adolescência, conforme apontam moradores e servidores públicos entrevistados.

Quanto ao álcool e drogas, percebe-se que além do prazer e satisfação pessoal decorrentes do uso dos mesmos, há entre os jovens a banalização proveniente de uma prática repetida e vivenciada. Isso implica que a cultura local adere ao uso de tais substâncias como práticas cotidianas normais, de tal maneira que o uso de álcool e drogas se tornou um meio pelo qual o morador se socializa com amigos e vizinhos, justificando assim o altíssimo número de bares existentes na área LCCR.

Os traficantes, frequentemente, remuneram seus empregados com drogas/álcool e isso retroalimenta o vício do usuário. Além disso, as crianças e adolescentes percebem a droga/álcool como uma forma de serem aceitos por um grupo, o que acaba por contribuir para o fim da fase infantil e o início da fase adulta.

Desse modo, pode-se inferir que a população do território LCCR se apropria dessas práticas supracitadas de forma específica, provocando consequências negativas para a realidade social do território e constituindo características da sua identidade cultural local. Ademais, as práticas ilícitas facilitam o processo de aliciamento de novos integrantes que, conforme apontaram as entrevistas, integram crianças a partir de 10 anos de idade.

Aproximadamente 16% dos moradores do aglomerado LCCR são menores de idade e possuem uma forte presença na rua, que é utilizada como espaço de lazer e socialização. Por outro lado, várias ruas do aglomerado são utilizadas como pontos de venda de drogas, conseqüentemente, crianças e envolvidos ao tráfico interagem direta e indiretamente nestes espaços. Nessa interação, os atos dos envolvidos com o tráfico são vistos diariamente pelos jovens, o que acaba por estimular comportamentos violentos e competitivos entre os mesmos (IBGE, 2011)(ZALUAR, 2011).

Tal fato pode ser percebido pela contínua “necessidade” dos homens afirmarem sua masculinidade (ethos guerreiro) através da demonstração de força física ou pela utilização de comunicação agressiva em conflitos sociais, características comuns em aglomerados dominados pelo tráfico de drogas (PEREIRA, 2010).

Tais características geram estigmas sobre os aglomerados subnormais os caracterizando como territórios rodeados pelo preconceito e exclusão social. Isso pode ser comprovado pela alta taxa de prisões efetivas e apreensões no bairro CCR, que chega a 74,9%, enquanto em outros bairros a mesma taxa gira em torno de 20%. Significa dizer que presos e apreendidos dentro do aglomerado LCCR têm uma probabilidade muito maior de serem encarcerados ou internados (SOUZA, 2000) (CIIDS, 2016).

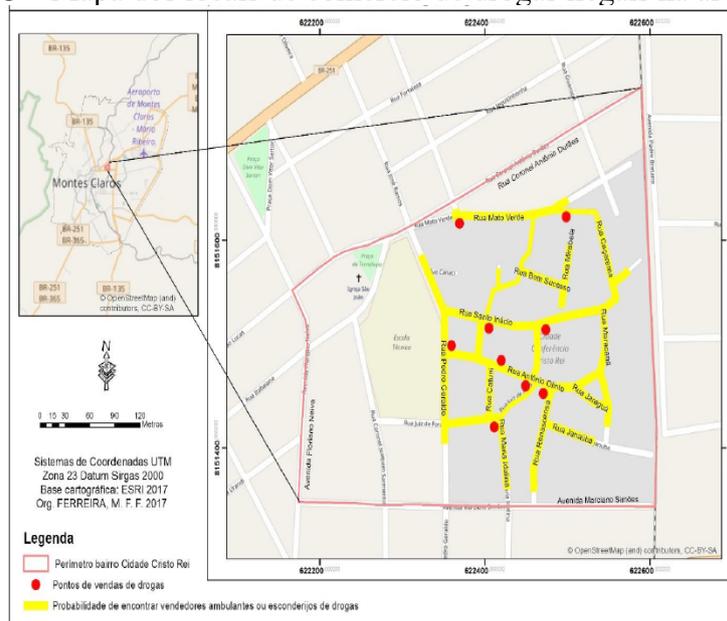
Nesse sentido, as crianças e adolescentes aliciados acabam por ocupar cargos menos importantes (“olheiros”, “aviões”) no sistema do tráfico e, por este motivo, estão mais expostos nas ruas, resultando em apreensões e encaminhamentos aos centros de reabilitação para menores. Tal fato, além de gerar

super aglomeração nos centros de reabilitação, permite que traficantes e “donos de bocas”, que realmente gerenciam o comércio de drogas, continuem protegidos e distantes das ruas, já que crianças e adolescentes são uma farta mão-de-obra barata para fazer frente a esse tipo de comércio.

Por esse motivo, os próprios moradores utilizam estratégias para reduzir a presença das crianças e adolescentes nas ruas como, permanecer reclusos em suas casas por longos períodos ou limitar horários para utilizar a rua. Portanto, é essencial estabelecer metas junto à gestão municipal que visem proteger crianças e adolescentes do selvagem sistema do tráfico.

No sentido de pontuar algumas dessas metas, podem ser citadas estratégias tais como: construção de creches, que atendam o público menor dos 10 anos de idade, para que através da educação seja possível conscientizar pais e crianças quanto ao aliciamento do tráfico; reativação de programas esportivos existentes, como por exemplo, *Segundo Tempo na Escola*, que visa promover a prática de esportes nas próprias escolas estaduais, ou *Escola Aberta*, que fomenta o uso dos espaços esportivos das escolas aos finais de semana.

**Figura 5** – Mapa dos locais de comércio de drogas ilegais na área LCCR.



**Fonte:** Próprio autor, 2017.

Outro ponto a ser mencionado é a gravidez na adolescência, entendida como consequência da sexualidade iniciada precocemente entre crianças e adolescentes, seja por meio de abusos dentro do próprio núcleo familiar, seja pelo contato com envolvidos no tráfico (rua, baile funk, etc.), ou ainda, através do rompimento de laços familiares (GOMES & PEREIRA, 2005).

Portanto, qualquer ação que vise promover a melhoria socioespacial do aglomerado LCCR deve ter a instituição familiar como foco fundamental, visto que ela é a entidade que preza pela dignidade, acolhimento, educação e socialização e, portanto, milita diretamente contra a cultura do tráfico. Nesse sentido, potencializar programas educacionais que priorizem o atendimento familiar é essencial para consolidar novas práticas sociais em um aglomerado, por exemplo, os programas do PAIF ou reuniões de associação de moradores (ZALUAR, 2011).

Por fim, o presente autor reconhece que a análise crítica do bairro CCR, bem como as alternativas

socioespaciais aqui propostas são limitadas ao estudo de caso. Por outro lado, tais aspectos permitem ao leitor orientar-se dentro do contexto dos desafios enfrentados pelos diversos aglomerados subnormais espalhados pelo Brasil, para, posteriormente, aprofundar-se em questões peculiares de cada aglomerado.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo de caso sobre o aglomerado subnormal LCCR esclareceu alguns aspectos importantes sobre o planejamento urbano, com enfoque no subnível microlocal. Primeiro, a participação popular, bem como a inclusão de planos urbanos em áreas vulneráveis constitui responsabilidade do governo municipal. Planos participativos e claramente focados em aglomerados subnormais podem gerar melhoria na qualidade de vida dos moradores, facilitando o acesso dos mesmos aos equipamentos urbanos e promovendo a autonomia .

É preciso entender que o comércio de drogas insere cidades médias brasileiras em rotas internacionais que visam a Europa ou os E.U.A., o que aumenta a probabilidade de desenvolver tais sistemas em cidades pólo, como é o caso de Montes Claros. Além disso, o subsistema do comércio de drogas varejista, que é mais heterogêneo e descentralizado, tem ganhado espaço nas cidades médias, onde organizações criminosas consolidadas ainda não dominaram (SOUZA, 2000).

Além disso, as alternativas de renda ilegais estão inseridas nestes territórios devido à baixa renda de seus moradores, o que contribui para o surgimento de estigmas sociais. Logo, é extremamente necessário estudar outras áreas vulneráveis existentes em cidades médias, pois um estudo sobre a dinâmica socioespacial poderá mostrar se tais territórios são propensos à formação de sistemas de tráfico de drogas.

Este estudo possibilitou perceber que, no caso do bairro CCR, as principais influências negativas do sistema de tráfico de drogas em um território são: o enfraquecimento dos núcleos familiares, essenciais no processo de socialização das crianças; a disseminação da “cultura de rua” (violência, competitividade, etc.) que tornam práticas negativas e ilegais em práticas comuns dentro de um grupo social; a dependência financeira do dinheiro do tráfico, que usa desse poder para fomentar o aliciamento de jovens; e o controle social coercitivo imposto pelos traficantes aos moradores.

Mesmo diante de um cenário social negativo, existem estratégias locais positivas que podem ser utilizadas como metodologias que resultem em alternativas para melhoria da qualidade de vida em territórios vulneráveis. Entretanto, tais estratégias só podem ser percebidas mediante o estudo da dinâmica socioespacial pautada no planejamento urbano, uma vez que o planejamento urbano possui envergadura suficiente para aglutinar diversos temas complexos relacionados a um grupo social ou um território.

Mediante o exposto nesta discussão foi possível depreender que o planejamento urbano permite ao pesquisador tratar a dinâmica socioespacial em subnível microlocal, isto é, atividades do cotidiano entrelaçadas a uma vivência coletiva de um grupo social. Além disso, o planejamento urbano permite o diálogo com a perspectiva macro, isto é, o contexto de uma cidade como um todo.

Também foi possível perceber que o aprendizado social é uma ferramenta metodológica de apoio ao planejamento urbano que visa novas práticas sociais positivas para um determinado grupo social através do diálogo entre as necessidades do interesse social e os deveres e limites do interesse público. Portanto, pode-se aumentar a participação popular em qualquer plano urbano através do aprendizado social.

As estratégias positivas locais que surgiram neste estudo de caso se mostraram como poderosos instrumentos, que podem promover a justiça socioespacial, bem como gerar autonomia e autoestima em um grupo social vulnerável. Tais estratégias são diversas e serão abordadas nas estrofes que se seguem.

Em um território composto por uma população massiva de crianças e adolescentes, percebe-se que a educação é um dos principais instrumentos de integração dos mesmos à sociedade, o que nos leva

a refletir se os espaços escolares têm sido alvo de investimentos governamentais consistentes. Incluir entidades diversas, capazes de auxiliar o investimento em cursos que objetivem o desenvolvimento do empreendedorismo, e da inserção no mercado de trabalho são importantes estratégias para desenvolver uma cultura coletiva e autônoma e promover uma barreira preventiva contra a “cultura da rua”.

No que tange à qualidade de vida em territórios vulneráveis, percebeu-se que é necessário fortalecer as relações solidárias entre os moradores, pois facilitam a organização e reprodução social, inclusive potencializam a criação de serviços e comércios locais. Evitar o deslocamento de grandes massas populacionais de seus habituais de moradia em aglomerados subnormais antigos auxilia também na preservação cultural dos mesmos. Além disso, a proximidade da população dos aglomerados subnormais a espaços públicos e comércios/serviços diversos disponíveis em áreas centrais da cidade facilita o acesso a tais equipamentos urbanos e promove redução da especulação imobiliária, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos mesmos.

Por outro lado, ficou evidente a necessidade de realizar obras urbanísticas em aglomerados para que as redes viárias sejam reorganizadas, integrando os aglomerados à rede urbana da cidade, visto que, uma obra desse tipo gera valorização das moradias, aumento da autoestima da população, inibe o comércio de drogas em pontos de venda ocultos, facilita o monitoramento da polícia em tais locais, bem como fomenta espaços de cultura e lazer, como quadras e academias ao ar livre.

Por fim, o sucesso para supressão do tráfico de drogas não está apenas no reforço do trabalho policial, mas sim na valorização do trabalho informal e em outras fontes de renda para as populações de áreas vulneráveis. Nesse sentido, estudos sobre os empreendimentos locais existentes em áreas vulneráveis são essenciais, pois podem trazer alternativas práticas que visem desvincular o tráfico de drogas como principal fonte de renda destes territórios.

As alternativas aqui apresentadas foram baseadas na experiência deste estudo de caso, sendo extremamente necessário não transpor as mesmas aqui propostas para outros territórios vulneráveis sem a realização de estudos prévios, visto que, a dinâmica socioespacial é alterada de lugar para lugar.

## REFERÊNCIAS

ARRUDA, A.P.S.N.de. **Política habitacional e remoção de favelas em cidades de porte médio: a experiência do conjunto habitacional Aldeia em Campos dos Goytacazes**. Tese (Doutorado em Políticas Sociais) – UENF, 2009.

BARTH, Fredrik. Grupos étnicos e suas fronteiras. In: POUTIGNAT, Philippe e STREIFF-FENART, Jocelyne. **Teorias da etnicidade: seguido de grupos étnicos e suas fronteiras de Fredrik Barth**. São Paulo: Editora Fundação da Unesp, 1998.

BONI, V. ;QUaresma, S. J. Em tese. **Revista Eletrônica dos Pós-graduados em Sociologia Política da UFSC**. Florianópolis, v.2, n.1 , p. 68-80; Jan-julho, 2005.

BONNEMAISON, J. Viagem em Torno do Território. In: CORRÊA, R. L.; ROSENDAHL, Z. (org.). **Geografia Cultural: uma antologia**. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2012.

BRITO, G. S. **Migrações rural/urbano e fluxos de conhecimento agroecológico: o caso de Montes Claros, Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado Ciências Agrárias) - ICA/UFMG, 2011.

- CARDOSO, A. L. Urbanização de favelas no Brasil: revendo a experiência e pensando os desafios. In: ENCONTROS NACIONAIS DA ANPUR., **Anais...**, v. 12, 2007.
- CASTELLS, M.. **O poder da identidade**. Tradução de Klaus Brandini Gerhardt. São Paulo, Paz e Terra, 1999.
- DAVIS, M. **Planeta Favela**. São Paulo: Boitempo editorial, 2006.
- FRIEDMAN, J. **Planning in the public domain: from knowledge to action**. Princeton, Princeton University Press, 1987.
- FURTADO, C. **Criatividade e dependência na civilização industrial**. Rio De Janeiro: Paz e Terra, 1978.
- GOMES, M. A.; PEREIRA, M. L. D. Família em situação de vulnerabilidade social: uma questão de políticas públicas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 10, n. 2, p. 357-363, 2005.
- HALL, S. **A identidade cultural na pós-modernidade**. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.
- IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 16 de outubro de 2011.
- JANCZURA, R. Vulnerabilidade ou risco social? **Textos & Contextos**. v. 11, n. 2, p. 301 - 308, ago./dez. 2012.
- LARAIA, R. de B. **Cultura: um conceito antropológico**. 14. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.
- LEFEBVRE, H. **A revolução Urbana**. Tradução de Sérgio Martins. Belo Horizonte. Ed. UFMG, 1999.
- LEITE, M. E. Favelas em cidades médias: algumas considerações. **Caminhos de Geografia**, v. 11, n. 34, 2010.
- MARICATO, E. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias: Planejamento urbano no Brasil. In: ARANTES, O.; Vainer, C.; Maricato, E. **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. Petrópolis: Vozes, 2000. p. 121-192
- MASSEY, D. **Pelo Espaço: uma nova política da espacialidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
- MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Editora Vozes Limitada, 2011.
- MONTE-MÓR, R. L. de M. Cidade e campo, urbano e rural: o substantivo e o adjetivo. In: FELDMAN; Fernandes A. (Eds.). **O urbano e o regional no Brasil contemporâneo: mutações, tensões, desafios**. Salvador: EDUFBA, 2007. P. 93-114
- MOURA, A. H. H.; PRATA, M. Morphological Analysis and Urban Intervention in a Piece of Montes Claros:

The Conferência Cidade Cristo Rei. In: INTERNATIONALSEMINARONURBAN FORM. Ouro Preto, MG, 2007. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/online/arquivos/006508.shtml>>.

PDMOC. **Plano diretor de montes claros** 2015. Disponível em: <<http://www.montesclaros.mg.gov.br/planodiretor/planodiretor2015.htm>>.

PEREIRA, E. da C. **Diagnóstico sociológico dos crimes de homicídios no município de Montes Claros no período de 2005 a 2008**. Montes Claros, Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Social) - UNIMONTES, 2010.

RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1985.

ROLNIK, R. É possível política urbana contra a exclusão? **Serviço Social e Sociedade**. São Paulo - Editora Cortez, v. 72, p. 53-61, 2002. Disponível em: <https://raquelrolnik.files.wordpress.com/2009/08/politicaurbanacontraexclusao.pdf>

RUA, J. Urbanidades no rural: o devir de novas territorialidades. **Revista de Geografia** Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 82-106, fev. 2006. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/viewFile/11781/6895>

SACHS, W. **Dicionário do desenvolvimento**: Guia para o conhecimento como poder. Tradutores Vera L. M. Joscelyne S. de G.; Jaime A. C. Petrópolis, Vozes, 2000.

SAHLINS, M. O “pessimismo sentimental” e a experiência etnográfica: por que a cultura não é um “objeto” em via de extinção (parte I). **Mana**. Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 41-73, Apr. 1997. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-93131997000100002&lng=en&nr m=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-93131997000100002&lng=en&nr m=iso)>. Acesso em 30 Julho 2016.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SOUZA, M. L. de. **Mudar a cidade**: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanas. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 560p.

SOUZA, M. L. de. **O desafio metropolitano**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

THOMPSON, E. P. **Costumes em comum**: estudos sobre a cultura popular tradicional. São Paulo, Companhia das Letras, 1998.

VILLAÇA, F. **A segregação e a estruturação do espaço intre-urbano**: o caso de Recife. Seminário Da Rede De Dinâmica Imobiliária E Estruturação Intra-Urbana, v. 2, 1996. Disponível em: <http://www.flaviovillaca.arq.br/pdf/pirnp896.pdf>

VILLAÇA, F. A segregação urbana e a justiça (ou A justiça no injusto espaço urbano). **Revista Brasileira de Ciências Criminais**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Ciências Criminais, ano, v. 11, p. 341-346,

2003. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10597/12339>

YIN, R. K. - **Case Study Research: design and methods**. Sage Publications Inc. USA, 1989.

ZALUAR, A. M. **Drogas além da biologia: a perspectiva sociológica**. In: SIMPÓSIO DROGAS. Rio de Janeiro, 2011.

# IMPACTOS AMBIENTAIS DA EXPLORAÇÃO MINERAL DE GNAISSE NA PEDREIRA JOÃO BAPTISTA EUSÉBIO EM ANCHILO – NAMPULA – MOÇAMBIQUE

FORTES, António Gonçalves\*, MUNGUAMBE, Almerino da Conceição. - Universidade Pedagógica de Moçambique - Delegação de Nampula Moçambique.

\*Autor para correspondência e-mail: [antoniogoncalves.fortes@yahoo.com](mailto:antoniogoncalves.fortes@yahoo.com)

Recebido em: 10/08/2018  
Aprovação final em: 13/11/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.564>

**RESUMO:** A pesquisa visa analisar os principais impactos ambientais provenientes da extração industrial de gnaissse para construção civil na cidade de Nampula, buscando possíveis soluções para minimizar os efeitos negativos, mediante adoção de técnicas de extração mais limpas e sustentáveis. O gnaissse em estudo é protólito de granito, constituída por quartzo, feldspatos e micas. Para efetivação do estudo, usaram-se os métodos bibliográficos e experimental, suportados pelas técnicas de observação, descrição e entrevista. O incumprimento da lei mineira e ambiental vigentes em Moçambique contribui para a extração desregulada predatória do gnaissse em Nampula e conseqüentemente, no aumento dos níveis de degradação ambiental, caracterizado pela alteração do ecossistema local pela sua exposição a poeiras, gases e ruídos, que afetam os meios físico, biótico e antrópico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aproveitamento mineral; Gnaissse; Impacto ambiental.

**ENVIRONMENTAL IMPACTS OF GNEISS MINERAL EXPLORATION IN JOÃO BAPTISTA EUSÉBIO QUARRY, ANCHILO – NAMPULA - MOZAMBIQUE**

**ABSTRACT:** This research analyzes the main environmental impacts caused by the industrial extraction of gneiss for civil construction in the city of Nampula, looking for possible solutions to minimize the negative effects, by means of the adoption of cleaner and more sustainable extraction techniques. The gneiss in study is a protolyte of granite, composed of quartz, feldspar and mica. For the study development, bibliographic and experimental methods were used, supported by observation techniques, description and interviews. The non-compliance of the current mining and environmental law in Mozambique has contributed to a more irrational exploitation of the gneiss in Nampula and, as a consequence, to high risk of increasing environmental degradation, characterized by change of the local ecosystem because of exposition to dust, gases and noise that affect the physical, biotic and anthropic environmental.

**KEYWORDS:** Mineral exploitation; Gneiss; Environmental impact.

## **INTRODUÇÃO**

A indústria extrativa mineral desempenha um papel importante para o desenvolvimento do País, apresentando algumas peculiaridades no que tange à extração, beneficiamento e comercialização dos bens minerais. Por outro lado, quando desenvolvida à revelia da legislação e técnicas pertinentes, pode provocar danos ao meio ambiente (CABRAL *et al.* 2012; BAPTISTA FILHO E SILVA 1998).

Antes, o aproveitamento das rochas para o uso na construção civil era feito de forma incipiente e sem uso das técnicas da engenharia e da geologia. Atualmente, com o crescimento de infraestruturas e de investimentos pelos setores público e privado, vem mudando o cenário, associando-se às pesquisas geológicas de detalhamento tradicionais, novas técnicas, que atualizam e descobrem novas informações sobre a ocorrência dos recursos geológicos.

Moçambique encontra-se numa situação privilegiada em relação à ocorrência de recursos geológicos, facto mencionado nos trabalhos de: AFONSO e MARQUES, 1998; LÄCHELT, 2004; HARTZER *et al.*, 2008; LEHTO E GONÇALVES, 2008; CHILENGE, 2013; VASCONCELOS, 2014; e Peixoto, Anjo e Bonito, 2015. A abundância de afloramentos de gnaisses em Nampula desperta interesses nos investidores do setor de construção civil, mas há uma premência de planejar e fiscalizar todas as etapas no processo produtivo.

Geologicamente, Anchilo encontra-se no complexo de Nampula, dominada por gnaisses Mesoproterozoicos e intrudida por granitoides e pegmatitos do Paleozoico. O complexo é uma subdivisão tectono-estratigráfica do Cinturão Orogénico de Moçambique, situada a sudeste do Cinturão Granulítico do Lúrio (CRONWRIGHT, 2005).

Segundo (PONTES *et al.* 2013: 237)

*“Para identificar os aspetos de avaliação destes impactos, deve-se procurar, inicialmente, selecionar todas as atividades, produtos e serviços relacionados à cadeia produtiva, de modo a separar o maior número possível de impactos ambientais gerados, reais e potenciais, benéficos e adversos, decorrentes de cada aspecto identificado e classifica-los”.*

Em Moçambique, a avaliação do impacto ambiental (AIA) é o instrumento de gestão ambiental preventiva, do Ministério da Terra e Desenvolvimento Rural, que consiste na identificação e análise prévia *qualita* e quantitativa dos efeitos ambientais benéficos e perniciosos de uma atividade proposta. Essa avaliação é feita com base na legislação mineira, assim como a legislação ambiental e outras leis e regulamentos que cobrem a actividade (MOÇAMBIQUE, 2014a).

## **ASPETOS LEGAIS RELATIVOS AO APROVEITAMENTO MINERAL EM MOÇAMBIQUE**

O plano de exploração é parte dos requisitos da lei de Minas no 20/2014 de 18 Agosto, que recomenda a elaboração de um plano de exploração sustentável de qualquer produto mineral em concordância com a lei ambiental nº 20 /97 de 1 de Outubro, que regulam o processo de AIA para projeto susceptível de provocar impactos ambientais consideráveis sobre o meio ambiente.

Pois, a lei nº 20/2014 de 18 de Agosto, cria várias formas de licenças para o aproveitamento minerais, com princípios gerais e objetivas que regulam o uso e aproveitamento dos recursos minerais, em harmonia com as melhores e mais seguras práticas mineiras, socioambientais e transparência, com vista a um desenvolvimento sustentável em longo prazo (MOÇAMBIQUE, 2014b).

Ainda nesta legislação faz uma classificação ambiental das atividades mineira em categorias, A, B, C, sendo o aproveitamento mineral em pedreiras constituem atividades de categoria B, que requerem uma AIA simplificada. Para além desse instrumento legal a Lei nº20/97 de 01 de Outubro, ela compõe de uma série de exigências legais, entre elas o licenciamento ambiental e a execução de estudos e relatórios

prévios de impacto ambiental e a obrigatoriedade de se fazer a recuperação ambiental das áreas degradadas pela atividade mineira (MOÇAMBIQUE, 2014a).

**ENQUADRAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO**

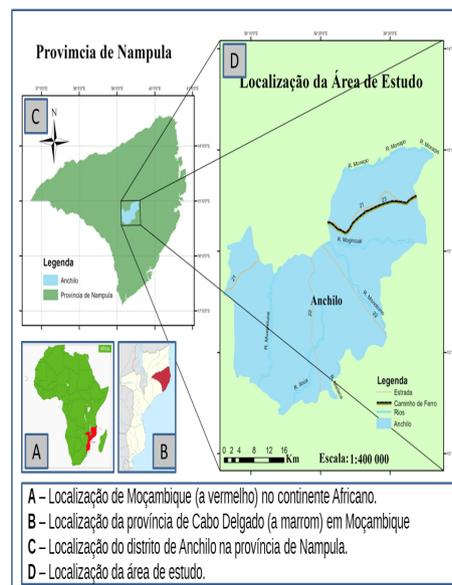
**LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E VIAS DE ACESSO**

A província de Nampula situa-se a norte de Moçambique, com uma área de 81.606 km<sup>2</sup>, constituindo 10% da superfície do total do País. Os seus limites são: a norte, as províncias de Cabo Delgado e Niassa, a sul a província da Zambézia, a leste o canal de Moçambique pelo oceano Índico e a Oeste as províncias de Niassa e Zambézia.

A área de estudo localiza-se no posto administrativo de Anchilo – cidade de Nampula. Anchilo (figura 1) é composto por cinco localidades nomeadamente Anchilo-sede, Namachilo, Namigonha, Napuri e Saua-Saua.

A área de concessão da pedreira João Baptista Eusébio é de 165 hectares, inscrita no Ministério de Recursos Minerais e Energia pelo número 6444CM, localizada na estrada EN8, a 15km da cidade de Nampula, na longitude 15° 07' 47.6"S, latitude 39° 23' 26.6"E. O acesso à pedreira é realizado pela Estrada Nacional nº 1 (EN1), podendo ser efetuada nos sentidos Nampula – Nacala e vice versa.

**Figura 1 – Localização geográfica da área de estudo.**



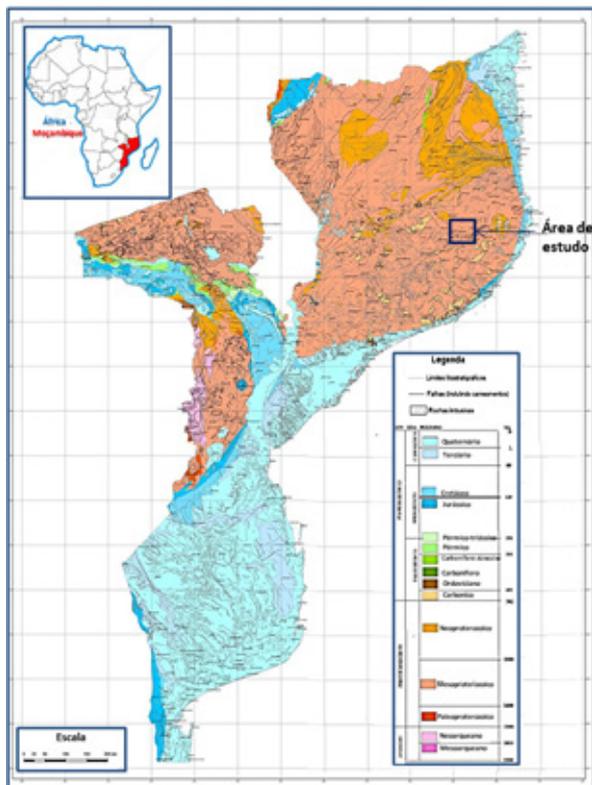
**GEOLOGIA REGIONAL**

Moçambique apresenta um território com aproximadamente 800.000 km<sup>2</sup> de área e uma complexa geologia estendendo-se desde o Arqueano até ao Quaternário (figura 2). Cerca de 2/3 do país são ocupados por rochas ígneas e metamórficas de idade Arqueana a Neoproterozoicas, enquanto o restante, ocupado por formações Fanerozoicas encontrados a sul do vale do Zambeze e ao longo do cinturão costeiro no nordeste (KLERK, 2015; VASCONCELOS E JAMAL, 2010).

A geologia de Moçambique é similar à da geologia do continente Africano, basicamente composta por um conjunto de cratóns e cinturões móveis de idade Arqueana (figura 3), unidos por cinturões dobrados e alongados de idade Proterozoico – Câmbrico, cobertos por sedimentos indeformados e rochas extrusivas associadas do Neoproterozoico, Carbónico tardio à Jurássico inicial, Cretácico e Quaternário (GTK, 2006).

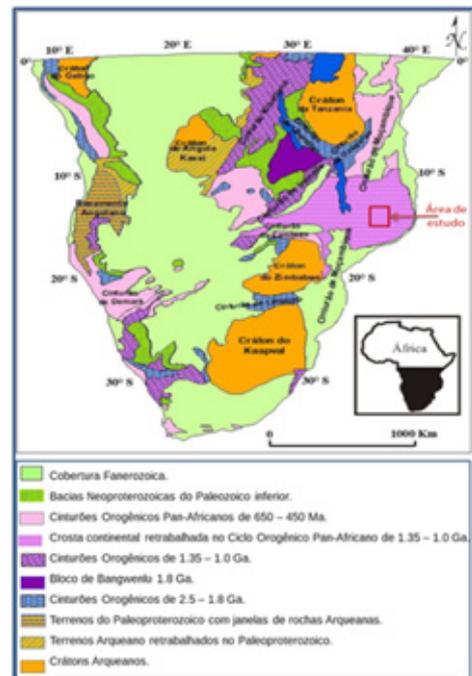
Do ponto de vista geodinâmico, o soco cristalino de Moçambique é composto por três terrenos diferentes, que colidiram e juntaram-se durante o Ciclo Orogénico Pan-Africano. Cada terreno possuía um desenvolvimento geodinâmico individual e específico, e hoje são designados provisoriamente por Terrenos do Gondwana Este, Oeste e Sul, respetivamente (CUMBE, 2007; GTK, 2006).

**Figura 2** – As grandes divisões geológicas de Moçambique, do Arqueano ao Quaternário.



**Fonte:** Modificado de (MARQUES; FERRARA, 2014 p. 3).

**Figura 3** – Mapa simplificado da África Austral, mostrando a distribuição dos principais cratóns e cinturões móveis.



**Fonte:** Modificado de (HANSON ,2003 p. 872)

As formações Arqueanas pertencem ao cratón do Zimbabwe e subdividem-se em formações do embasamento cristalino e as do cinturão de rochas verdes supracrustais.

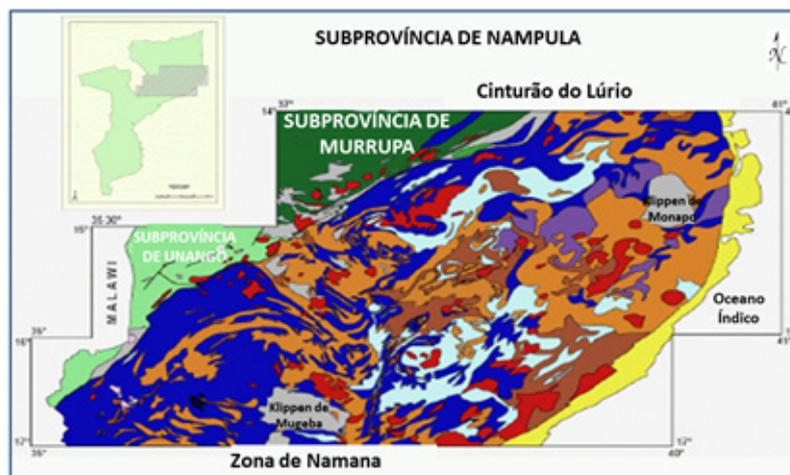
As formações Paleoproterozoicas distribuem-se nas três regiões geográficas do país: (i) em Manica, ao longo da fronteira com o Zimbabwe, bordejando as formações arqueanas; (ii) em Tete, em duas manchas isoladas perto do Songo e Moatize; e (iii) no extremo NW do Niassa, junto ao Lago Niassa. As formações Mesoproterozoicas constituem a maioria da zona norte e grande parte da zona centro, ocorrendo nos três blocos Gondwânicos, todos eles com complexos intrusivos e grupos supracrustais. As formações Neoproterozoicas ocorrem com grupos supracrustais, complexos vários e o alóctone de Ocuca do Cinturão do Lúrio (figura 2) (AFONSO, MARQUES, FERRARA, 1998).

O Fanerozoico está representado por formações Paleo-, Meso- e Cenozoicas. O Paleozoico está representado por intrusões Cambrianas e Ordovicianas espalhadas pelas regiões NE e NW do País, e por formações sedimentares Carboníferas e Pérmicas do Supergrupo de Karoo que se estende até ao Jurássico Inferior, onde ocorrem as formações ígneas do fim do Karoo. O Meso- e Cenozoico são constituídos por formações sedimentares e ígneas ligadas ao Sistema do Rifte Este Africano (AFONSO, MARQUES, FERRARA, 1998; VASCONCELOS, 2014).

#### ASPETOS GEOLÓGICOS LOCAIS

Geologicamente, a área de estudo situa-se na Subprovíncia de Nampula (figura 4), predominada por gnaisses Mesoproterozoicos de médio a alto grau de metamorfismo pertencente ao Complexo de Nampula, retrabalhados durante a Orogenia Pan-Africana e instruídos por granitoides e pegmatitos gerados na última fase do Pan-Africano (Paleozóico inferior), que é uma das subdivisões tectono-estratigráficas do Cinturão Orogénico de Moçambique, que se situa a sudeste do Cinturão Granulítico do Lúrio com direção WSW – ENE. Os granulitos dos *klippen* de Mugeba e de Monapo sobrepõem-se também as rochas do Complexo de Nampula e são consideradas rochas remanescentes do cavalgamento de origem no cinturão do Lúrio (CGS, 2006).

**Figura 4** - Geologia simplificada da Subprovíncia de Nampula. A Azul-escuro: Complexo de Mocuba; Azul-claro: Gnaisses de Mamala; Púrpura: Gnaisses de Rapale; Castanho escuro: Complexos de Molócué e de Mecubúri; Castanho-claro: *Suite* de Culicui; Preto: Complexo do Alto-Benfica; Cinzento: Complexo de Ocuca (incluindo os *Klippen* de Monapo e Mugeba); Verde-claro: sub-Província de Unango; Verde-escuro: sub- Província de Marrupa; Vermelho: *Suites* de Murrupula e de Malema.



Fonte: Modificado de: GTK, 2006; Macey *et al.*, 2006.

As rochas do complexo de Nampula compreendem orto e paragnaisses Mesoproterozóicos (1125–1075 Ma) pertencentes à *Suite* de Mocuba, Grupo de Molócuè (> 1125 Ma), *Suite* de Culicui (1075 Ma) e o Grupo do Alto Benfica, intruídas por granitóides Câmbricos e Ordovícicos Pan-Africanos (530 – 450 Ma) pertencentes à *Suite* de Murrupula e de Malema, e por pegmatitos (480 – 430 Ma). O complexo está limitado a Norte pelo Cinturão do Lúrio, a Sul pela cobertura Fanerozoica, a Este é marcado pela linha de costa Moçambicana e a Oeste pelos cumes dos granulitos da zona de Namarroi (CRONWRIGHT, 2005; GTK, 2006).

### **MATERIAIS E MÉTODOS**

O gnaiss em estudo é portólito de granito, que durante o Mesoproterozoico foram recristalizadas a altas temperaturas e pressão e retrabalhadas durante a Orogénese Pan-africana (Ueda *et al.*, 2012) late-tectonic extension and plutonism south of the L\u00fario Belt has been modelled in terms of lithosphere delamination, although rigorous testing of the hypothesis by structural analysis has not yet been undertaken. This study presents the first analyses of late-tectonic structures in both the Mesoproterozoic basement and the Cambrian cover sequences in the Nampula Complex, NE Mozambique, supported by, and integrated with, new geochronological data. Both late compressional and extensional fabrics overprint the main Pan-African collisional structures to a variable degree in identified structural domains. The long-lived northern boundary of the Nampula Complex, the L\u00fario Belt high-strain zone, initiated in the Ediacaran, was reactivated and segmented during these later phases, with boundary-parallel shortening. U-Pb SIMS ages from selected latest-tectonic units in the Nampula Complex and the L\u00fario Belt give consistent ages between 518\u00b112 and 514\u00b115Ma. They are coeval with migmatization and granitoid plutonism in the Nampula Complex. U-Pb titanite (471\u00b119Ma. Sua composição mineralógica é constituída maioritariamente por quartzo, feldspatos e micas (biotite e moscovite). Os tamanhos dos grãos são médios a grossos, arredondados com bandas claras e escuras (figura 5), as bandas claras são compostas por minerais félsicos, ricos em quartzo e feldspatos, e as bandas escuras compostas por minerais máficos, ricos em biotita e possivelmente hornoblenda. As foliações, veios e bandas são estruturais, com profiroclastos ricos em quartzo e feldspatos.

**Figura 5** – Gnaiss com bandas escuras e claras, com segregação ou orientação dos minerais, característico de rochas metamórficas (гнаiss).



O estudo teve como base no trabalho de campo realizado na pedreira João Baptista Eusébio – Anchilo,

de Novembro de 2016 a Maio de 2017. Portanto, a coleta dos dados foi feita através de observação sistemática *in loco* de todas as etapas do processo produtivo: lavra da rocha, beneficiamento do material até a disposição final para a venda. Usou-se o método de consulta bibliográfica na recolha de informações existentes em manuais, notícias explicativas, cartas geológicas, teses, e em artigos científicos. Por estudar a problemática na escala local, elaboraram-se questionários específicos dirigidos ao responsável da pedreira, trabalhadores e comunidade circunvizinha.

## RESULTADOS E ANÁLISES

### MÉTODO DE LAVRA

O método de lavra é a técnica de extração do minério, em superfície ou em profundidade, obedecendo aos manuais da engenharia de minas. A sua escolha se baseia em critérios geológicos, geográficos e socioambientais, além dos aspectos tecnológicos, políticos e socioeconômicos (MARTINS, 2014; SILVA, 2008).

O método de lavra da pedreira é a céu aberto por desmonte mecânico. Os equipamentos usados nas operações de extração e de produção da brita são: pá escavadora, pá carregadora, perfuratriz, martelos, hastes, caminhão e explosivos, geralmente o dinamite.

A remoção do capeamento (figura 6) é a primeira etapa que consiste na retirada da vegetação, de modo a facilitar a exploração de rocha, e é realizado através do uso de pá escavadora.

A perfuração da rocha é realizada por percussão manual (figura 7), usando martelos de 25 e 75 kg, hastes de 1 e 2 m, respetivamente e compressora de ar comprimido.

**Figura 6** - Região após o capeamento.



**Figura 7** – Poeira e processo da perfuração da rocha usando precursor manual.



O desmonte da rocha é feito por dinamites de 250 g que são colocados três em cada furo, após a

perfuração (figura 8). Na explosão ocorre uma reação química que produz energias (na forma de luz e calor) e emissão de partículas sólidas e gases a alta pressão.

**Figura 8** - Rejeito acumulado resultante da detonação de dinamites.



Em seguida, o material é transportado em pás escavadeiras e caminhão para o processamento e beneficiamento, cuja planta é composta por bacia de alimentação, britadores primário e secundário, esteira rolante, moinho e peneiras, onde se reduz o tamanho da rocha até o produto final para o consumo, ou seja, a brita e o respetivo pó (Figura 9).

**Figura 9** – O produto final de acordo com a sua granulometria e o pó de brita , pronto para o venda e consumo.



### **IMPACTOS AMBIENTAIS**

A atividade mineira provoca impactos em todas as fases do empreendimento: pesquisa, implantação, operação e desativação da lavra. A partir das técnicas de extração a serem usadas deve ser planejado a lavra e o processamento do material que não interfira drasticamente ao meio ambiente e as comunidades locais (SILVA, 2007).

Impacto ambiental é qualquer alteração física ou funcional de componentes ambientais. Essa alteração pode ser classificada, podendo ser favorável ao ecossistema ou à sociedade. A mineração de rocha para brita não traz danos ambientais tão graves se comparada com a extração de minerais metálicos (MARTINS, 2014; TOMMASI, 1994).

O técnico entrevistado não detalhou sobre possíveis impactos ambientais causados pela atividade na pedreira. Porém, observaram-se impactos visuais, como a ausência da flora e da fauna, emissão de poeira, vibrações devido à detonação com explosivos, além do ruído gerado por todo o processo para a obtenção do produto final (Quadro 1), resultado similar alcançado por (LOPES *et al.* 2015: 7).

**Quadro 1** - Níveis de impactos Ambientais provenientes no processo de extração do gnaiss e na pedreira João Baptista Eusébio.

Avaliação de impacto em cada atividade	Meio físico				Meio biótico	
	Ar			Solo	Fauna	Flora
	Gases e poeira	Ruídos	Ultrançamento de fragmentos	Erosão e Vibração	Migração de aves e repteis	Retirada de plantas
Decapeamento	↔		a)	↓	↑	↓
Perfuração	↑	↑	a)		↑	↓
Desmonte	↑	↑	↑	↓	↑	↓
Transporte	↔	↔	a)	↓	↓	↓
Processamento	↓	↑	a)	↓	↔	↓

Onde: a) Poluição insignificante; ↑, ↔ e ↓ indicam alto, médio e baixo nível de impacto ambiental, respetivamente.

Dados do Quadro 1 mostram que os impactos característicos observados na pedreira João Batista Eusébio são: modificações na topografia local, disposição de rejeito de rochas, formações de taludes com maiores declives, disposição irregular de solos devido o processo de decapeamento, alterando a paisagem e o ambiente local.

Gases e poeiras também são emitidos no processo de perfuração, desmonte e beneficiamento (figura 10), enquanto o ruído e ultralancamento de fragmentos são decorrentes das atividades de perfuração, detonação, desmonte e processamento, tendo maior impacto na pedreira e nas comunidades circunvizinhas.

**Figura 10** – Poeira proveniente no processo de beneficiamento da rocha.



As vibrações são verificadas durante o processo de detonação da rocha, afetando as comunidades visto que a propagação das vibrações através do terreno provocam quedas de objetos e rachaduras nas paredes das casas, que geralmente são de construção precária.

O decapeamento alterou o habitat natural de vários animais que habitavam próximos às comunidades, com destaque as aves e repteis que, de algum modo, influenciou na vida da população, visto que

aproveitavam parte destes para alimentação.

Segundo (KEMERICH, *et al*, 2011)“... *alguns impactos podem ser rapidamente excluídos da preocupação social, como é o caso da geração de ruídos, poeiras, e impacto visual, a partir da criação de uma camada vegetal que possa cercar o empreendimento*”.

Medidas preventivas e minimizadoras

Frente a um cenário do mercado cada vez mais competitivo e exigente, torna-se fundamental que a pedreira busque a racionalização de suas operações na lavra mediante o uso de ferramentas e/ou técnicas mais eficazes, bem como a qualificação da mão-de-obra, sob pena da inviabilização do empreendimento por parte de órgãos ambientais. Portanto, para minimizar os impactos negativos pode-se:

- Analisar e avaliar o estudo de impacto ambiental detalhado considerando o ecossistema local (elementos bióticos e abióticos) para que sejam tomadas medidas necessárias de prevenção, mitigação e compensação de tais impactos.
- Durante a fase de extração as medidas minimizadoras do impacto visual paisagístico devem passar pelo disfarce do efeito dos desmontes, ao implantar coberturas arbóreas (cortina vegetal) de modo a encobrir total ou parcialmente a exploração, proposto por Oliveira (2006).
- Realizar um plano de recuperação ambiental, com vistas ao reflorestamento das áreas decapeadas, visando a deixar a área com a paisagem, fauna e flora semelhantes à do início da extração.
- Conscientização dos trabalhadores sobre higiene e segurança no trabalho e práticas eficazes de mineração que salvaguarde a sua saúde e o meio ambiente.
- Monitoramento permanente durante desmontes de rocha e criação de programas ativos para redução de vibrações, de ultra lançamentos e de poeiras.
- Fortalecer as relações públicas, por meio de criação de caixa de reclamação, de encontros regulares com a população circunvizinha, e a divulgar as atividades e os resultados de monitoramentos ambientais sempre que solicitada, a fim de confirmar a transparência das atividades desenvolvidas pela empresa, e as ações de preservação do meio ambiente, refletindo na sua responsabilidade social.

## **CONCLUSÕES**

A cidade de Nampula é geologicamente favorável à atividade de exploração de gnaiss para produção de brita para construção civil e, por isso mesmo, deve incorporar essa atividade no seu zoneamento econômico.

A pedreira João Baptista Eusébio não possui sistemas de gestão ambiental e de avaliação de desempenho, conforme preceitua a legislação vigente na lei ambiental nº 20 /97 de 1 de Outubro e da lei de Minas no 20/2014 de 18 Agosto.

Ficou evidenciado que a emissão de gases, poeiras, ruídos, vibrações, ultralancamento de fragmentos, erosão, migração de aves e reptéis e a retirada das plantas consta como os principais impactos ambientais negativos em todo processo de extração da rocha. A empresa que extrai gnaiss na pedreira não desenvolve medidas para prevenir e minimizar estes impactos, e assim, se adequar à lei ambiental vigente.

A produção sustentável é de extrema importância para minimizar os impactos ambientais e permitir o aproveitamento racional dos recursos naturais existentes, além de melhorar os ganhos econômico-

financeiros do processo produtivo, resultado confirmado por (BACCI *et al.* 2006).

Em suma, podemos concluir que a metodologia usada nesse caso é a mesma aplicada em estudos de impacto ambiental de minas semelhantes e que, apesar dos impactos negativos descritos, todos sanáveis a custo baixo, a atividade de exploração de gnaïsse para produção de brita por ser bem aceita pela comunidade, por influenciar positivamente a economia local, por beneficiar o comércio local e de regiões vizinhas, por gerar emprego e renda e por contribuir na arrecadação fiscal do município e da região, deve ser estimulada pelas autoridades locais, desde que desenvolvidas de forma equilibrada e com absoluto respeito às normas protetoras do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, R. S.; MARQUES, J. M. **Recursos minerais da República de Moçambique: Contribuição para o seu conhecimento**. 2.ed. Lisboa e Maputo: Instituto de Investigação Científica Tropical e Direcção Nacional de Geologia, 1998.

AFONSO, R. S.; MARQUES, J. M.; FERRARA, M. **A evolução geológica de Moçambique**. Lisboa e Maputo: [s.n.].

BACCI, D. DE L. C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. DE. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. **Mineração - Escola de Minas, Ouro Preto**, v. 59, n.1, p. 47–54, 2006.

BAPTISTA FILHO, J.; SILVA, A. T. Estudo de Caso na Exploração de Granito Ornamental e Seu Impacto Ambiental (Pedreira do Esculápio – Campo Grande – Rio de Janeiro) João. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 21, p. 27–38, 1998.

CABRAL, L. DO N.; PEREIRA, S. S.; ALVES, T. L. B. Degradação ambiental e implicações para a saúde humana decorrentes da mineração: o caso dos trabalhadores de uma pedreira no município de Campina Grande/PB. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 8, n. 1, p. 104–118, 2012.

CGS. **Notícia Explicativa / MapExplanation. Folhas/sheets Alto Molócuè (1537 Murrupula (1538), Nampula (1539), Mogincual (1540), Errego (1637), Gilé (1638) and Angoche (1639)**. Maputo - Mozambique: [s.n.].

CHILENGE, B. J. DE S. **O papel do Ministério dos Recursos Minerais na gestão dos Recursos Minerais**. Maputo: [s.n.]. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/1234425/>>.

CRONWRIGHT, M. S. C. **A review of the rare-element pegmatite's of the Alto Ligonha Pegmatite Province, northern Mozambique and exploration guideline**. [s.l.] Rhodes University Grahams town South Africa, 2005.

CUMBE, Â. N. F. **O Património Geológico de Moçambique: Proposta de Metodologia de inventariação, caracterização e avaliação**. [s.l.] Universidade do Minho, 2007.

GTK. **Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000**. 4. ed. Maputo: Direcção Nacional de Geologia, 2006.

HANSON, R. E. **Proterozoic geochronology and tectonic evolution of southern Africa** (M. Yoshida, B. F. Windley, & S. Dasgupta, Eds.) PROTEROZOIC EAST GONDWANA: SUPERCONTINENT ASSEMBLY AND BREAKUP. **Anais...** London: Geological Society of London Special Publications, 2003 Disponível em: <<http://sp.lyellcollection.org/content/specpubgsl/206/1/427.full.pdf>>

HARTZER, F. J.; MANHIÇA, V. J.; MARQUES, J. M.; GRANTHAM, G.; CUNE, G. R.; FEITIO, P.; DAUDI, E. X. **Carta Geológica, escala 1: 1 000 000**. Maputo - Mozambique: [s.n.].

KEMERICH, P. D. DA C.; UCKER, F. E.; FOLETTO, C. V.; ROSA, L. M. Avaliação de impactos ambientais na implantação e operação de Olaria. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 8, p. 134–150, 2011.

KLERK, A. DE. **Mozambique: A highlighted summary**. Sandton, South Africa |: [s.n.]. Disponível em: <[https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/za/Documents/energy-resources/ZA\\_Mozambican\\_Cue\\_Card\\_221015.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/za/Documents/energy-resources/ZA_Mozambican_Cue_Card_221015.pdf)>.

LÄCHELT, S. **Geology and mineral resources of Mozambique**. Maputo - Mozambique: [s.n.].

LEHTO, T.; GONÇALVES, R. Mineral resources potential in Mozambique. **Special Paper of the Geological Survey of Finland**, v. 48, p. 307–321, 2008.

LOPES, H. M. T.; DELGADO, R. C. DE O. B.; SILVA, E. F. DA; GURGEL, M. T.; VIEIRA, J. L. DE M.; SANTOS, E. P. DA S. **O processo de extração de gnaiss para a produção de brita na cidade de Caicó-RN e suas implicações para o meio ambiente** (L. A. Bressani, A. V. Nummer, & A. A. Azevedo, Eds.) Bento Gonçalves - RN: 15º Brasileiro de Geologia CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 15, **Anais...** Bento Gonçalves, 2015.

MACEY, P. H.; INGRAM., B. A.; CRONWRIGHT, M. S. C.; BOTHA, G. A.; ROBERTS, M. R.; GRANTHAM, G. H.; KOCK, G. S.; MARÉ, L. P.; BOTHA, P. M. W.; KOTA, M. **Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000, folhas 1537 a 1540, 1637/1638 e 1639/1640**. Maputo, Moçambique.: [s.n.].

MARQUES, J. M.; FERRARA, M. **Nova carta cronostratigráfica de Moçambique na escala 1:2.000.000: Contribuição para o acervo de cartas temáticas do País** (L. Vasconcelos, Ed.) II CONGRESSO DE GEOLOGIA DE MOÇAMBIQUE, 2 CONGRESSO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA., 2. **Anais...** Maputo: COGEO, 2014

MARTINS, C. C. **Utilização de métodos geolétricos para auxílio do planejamento de lavra em pedreira de gnaiss**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2014.

MOÇAMBIQUE. **Lei de Mina**. Maputo, Moçambique Bolentim da República, , 2014a. Disponível em: <[http://www.vda.pt/xms/files/Newsletters/2014/Mining\\_Law.pdf](http://www.vda.pt/xms/files/Newsletters/2014/Mining_Law.pdf)>

\_\_\_\_\_. **Nova Lei de Minas e nova Lei dos Petróleos** Moçambique, 2014b. Disponível em: <[http://www.vda.pt/xms/files/Newsletters/2014/Flash\\_VdAtlas\\_Lei\\_das\\_minas\\_e\\_dos\\_petroleos.pdf](http://www.vda.pt/xms/files/Newsletters/2014/Flash_VdAtlas_Lei_das_minas_e_dos_petroleos.pdf)>

OLIVEIRA, E. M. DE. **Impacto ambiental na exploração de pedreiras: contribuição para uma prática sustentável.** [s.l.] Universidade do Porto, 2006.

PEIXOTO, E.; ANJO, A. B.; BONITO, J. Recursos geológicos em Moçambique e sua presença em contexto educativo. **Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación**, v. 13, n. 2386–7418, p. 19~23, 2015.

PONTES, J. C. DE; LIRA, W. S.; LIMA, V. L. A. DE. Aplicação de técnicas de produção mais limpa no desmonte de rocha e sua contribuição para a saúde do trabalhador. **Scielo Books - Eduepb**, n. 9788578792824, p. 232–250, 2013.

SILVA, A. M. P. DA. **Sustentabilidade Operacional no contexto da indústria Mineral: Caso da Lavra de Caulim no Município de Cabo do Santo Agostinho. Recife.** [s.l.] Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

SILVA, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia**, v. 8, n. 1981–318X, p. 1–13, 2007.

TOMMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental.** 1. ed. São Paulo: Cetesb: Terragraph Artes e Informática, 1994.

UEDA, K.; JACOBS, J.; THOMAS, R. J.; KOSLER, J.; JOURDAN, F.; MATOLA, R. Delamination-induced late-tectonic deformation and high-grade metamorphism of the Proterozoic Nampula Complex, northern Mozambique. **Precambrian Research**, v. 196–197, p. 275–294, 2012.

VASCONCELOS, L. **Breve apresentação sobre os recursos geológicos de Moçambique.** CNG/2º CoGePLiP., 9. **Anais...**Porto: LNEG - Laboratório Nacional de Geologia e Energia IP, 2014Disponível em: <[http://www.lneg.pt/download/9672/58\\_4000\\_ART\\_CG14\\_ESPECIAL\\_II.pdf](http://www.lneg.pt/download/9672/58_4000_ART_CG14_ESPECIAL_II.pdf)>

VASCONCELOS, L.; JAMAL, D. **A nova geologia de Moçambique** (D. Flores & M. Maques, (Eds.) CONGRESSO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA., 10. **Anais...** Universidade do Porto, Porto, Portugal: Memória 14, 2010

## QUALIDADE DA ÁGUA EM NASCENTES DO MUNICÍPIO DE ARARAQUARA-SP: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO BIOINDICADORES AMBIENTAIS

LOPES, Marina Gonçalves\*. - Graduação em Ciências Biológicas - Universidade de Araraquara – UNIARA., SANCHES, Nathalie Aparecida de Oliveira. - Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente - Universidade de Araraquara - UNIARA.

GORNI, Guilherme Rossi. - Docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente - Universidade de Araraquara - UNIARA. CORBI, Juliano José. - Docente do Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento - EESC/USP.

CORBI, Vanessa Colombo. - Docente do Programa de Pós - Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente - Universidade de Araraquara - UNIARA.

\*Autor para correspondência e-mail: marina.glopes@yahoo.com.br

Recebido em: 10/05/2018

Aprovação final em: 09/08/2018

DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.511>

**RESUMO:** Comunidades de invertebrados bentônicos presentes no ambiente podem indicar a influência dos impactos ambientais causados pelas atividades humanas. Algumas espécies da Classe Oligochaeta são consideradas eficientes bioindicadores de avaliação da poluição orgânica da água. Assim, o presente estudo objetivou avaliar a qualidade da água em duas nascentes (pontos Córrego do Tanquinho e Córrego da Caixa D'água) localizadas no perímetro urbano do município de Araraquara-SP por meio do estudo da oligofauna. As coletas ocorreram entre os meses de março e abril de 2017. As amostras foram coletadas em três pontos de cada manancial com o auxílio de um amostrador do tipo *rede em "D"* (250 µm) pelo método de varredura. A oligofauna triada em laboratório foi fixada em formalina 10% e, após, identificada até o nível taxonômico de espécie. Adicionalmente, variáveis físicas e químicas das nascentes foram medidas em campo (pH, temperatura da água, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos). A identificação da oligofauna revelou um total de 280 organismos distribuídos em 19 táxons. Foram identificadas 14 espécies pertencentes a quatro famílias: Alluroididae, Enchytraeidae, Naididae e Tubificidae. Ambas as nascentes apresentaram valores próximos para as variáveis ambientais, contudo, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos sugeriram uma diferenciação representativa nos valores obtidos. De forma conclusiva, o ponto NCD apresentou preciso grau de impacto, evidenciando um pontual processo de degradação do meio, ao passo que, a somatória das análises realizadas para o ponto NT mostrou que ele não apresenta estágio significativo de poluição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nascentes; Bioindicadores; Oligochaeta

### WATER QUALITY IN SPRINGS OF THE CITY OF ARARAQUARA-SP: AN APPROACH USING ENVIRONMENTAL BIOINDICATORS

**ABSTRACT :** Benthic invertebrate communities present in the environment may indicate the influence of the environmental impacts caused by human activities. Some species of the Oligochaeta Class are considered efficient bioindicators for the evaluation of organic pollution of the water. Thus, the present study aimed to evaluate water quality in two springs (Tanquinho Stream and Caixa D'água Stream) located in the urban perimeter of the city of Araraquara-SP by means of the study of oligofauna. The samples were collected in March and April 2017. Samples were collected at three points from each source with a "D" type sampler (250 µm). The oligofauna triaged in the laboratory was fixed in 10% formalin and, after,

identified up to the taxonomic level of species. Additionally, physicochemical variables of the springs were measured in the field (pH, water temperature, electrical conductivity, dissolved oxygen and total dissolved solids). The identification of the oligofauna revealed a total of 280 organisms distributed in 19 taxa. Fourteen species belonging to four families were identified: Alluroididae, Enchytraeidae, Naididae and Tubificidae. Both springs had close values for the environmental variables, however, electrical conductivity and total dissolved solids suggested a representative differentiation in the obtained values. In conclusion, the NCD point presented a precise degree of impact, evidencing a punctual degradation process of the medium, while the sum of the analyzes performed for the NT point showed that it does not present a significant stage of pollution.

**KEYWORDS:** Springs; Bioindicators; Oligochaeta.

### INTRODUÇÃO

Em ecossistemas aquáticos, como resultado da atividade humana, muitos processos agem na degradação do meio e, como consequência, causam às bacias de drenagem: assoreamento e homogeneização dos leitos de rios e córregos; redução na diversidade de habitats e micro habitats; e a eutrofização artificial que, juntos, acarretam na perda de qualidade ambiental (CALLISTO *et al.*, 2002; GOULART; CALLISTO, 2003). Além disso, esse tipo de modificação causada no meio reflete na flora, na fauna e afeta as relações ecológicas entre os seres vivos, causando prejuízos ao ambiente (DIDHAM, 1997).

Diante desse cenário, estudar as permutas dos meios aquáticos em relação às atividades humanas que os afetam tem sido de grande interesse para que, assim, sejam estabelecidos critérios físicos, químicos e biológicos que possibilitam o diagnóstico dos efeitos e da relevância das intervenções antrópicas (NORRIS; HAKWINS, 2000).

De acordo com Calheiros e colaboradores (2004), uma nascente é caracterizada pelo afloramento natural do lençol freático que dá origem a uma fonte de água perene, ou então, a cursos d'água como regatos, ribeirões e rios. Além disso, quanto aos métodos de preservação, as nascentes são responsáveis por controlar a erosão do solo, minimizar a contaminação química e biológica e promover ações que contenham a perda de água por evaporação e pelo consumo vegetal (CALHEIROS *et al.*, 2004).

Nesse sentido, os bioindicadores (caracterizados como espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas), quando presentes no ambiente, podem indicar a influência dos impactos ambientais causados pelas atividades humanas em um dado ecossistema aquático e sua bacia de drenagem (CALLISTO; GONÇALVES, 2002), quando analisados com relação à quantidade e distribuição. O uso desses organismos para análises ambientais é mais eficiente do que medidas instantâneas de parâmetros físicos e químicos que, normalmente, são medidos em campo e que também são utilizados para avaliar a qualidade das águas, como por exemplo, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, etc. (CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2004).

Entre os macroinvertebrados, muitos organismos vêm sendo utilizados como bioindicadores de alterações ambientais (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Em relação à utilização em programas de monitoramento ambiental, organismos como insetos, anelídeos, crustáceos e moluscos são grupos bem representativos, dos quais Chironomidae (Insecta: Dipetera) e Oligochaeta (Annelida) têm sido muito estudados por apresentarem significativos êxito de colonização e estabelecimento nos ecossistemas aquáticos continentais (CAMPOS, 1999; CORBI, 2001; GORNI; ALVES, 2008; GORNI; PEIRO; SANCHES, 2015; PAMPLIN; ROCHA; MARCHESE, 2005).

Participando do processo de decomposição e ciclagem da matéria orgânica nos sistemas aquáticos, no que se refere à composição da fauna continental aquática, os oligoquetos são significativos elementos

(ESTEVES; LEAL; CALLISTO, 2011). Sendo representantes do Filo Annelida, esses organismos apresentam como principal característica a divisão do corpo em metâmeros (metamerização corpórea) (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004). Com mais de 5.000 espécies descritas, a Classe Oligochaeta é composta, em sua maioria, por espécies de hábitos terrestres, sendo relativamente pequeno o número de organismos dulcícolas e marinhos (GORNI; PEIRO; SANCHES, 2015).

A utilização destes organismos como bioindicadores baseia-se no seguinte princípio: quando sujeitos a condições adversas, eles podem se adaptar ou então morrer e, por isso, são capazes de refletir o nível de preservação do ambiente natural ou as alterações provocadas pelas atividades humanas (CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2004).

Sendo assim, o uso de bioindicadores ambientais é uma importante ferramenta para a avaliação da qualidade dos recursos hídricos, pois são capazes de gerar subsídios para a implementação de ações de conservação da biodiversidade (BARBOLA, *et al.*, 2011).

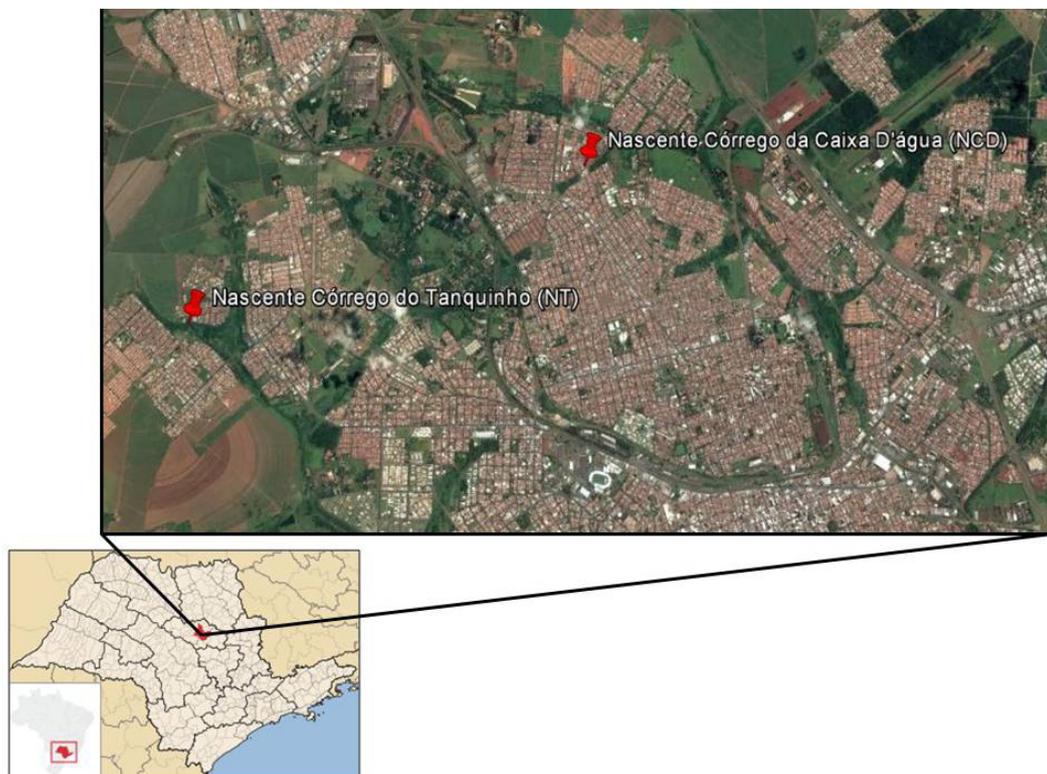
Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo avaliar a qualidade da água em duas nascentes localizadas no perímetro urbano do município de Araraquara-SP por meio da comunidade de oligoquetos.

## METODOLOGIA

### Área DE ESTUDO

Para a realização do presente estudo foram selecionadas duas nascentes (com possibilidade de acesso humano) do perímetro urbano do município de Araraquara-SP: nascente Córrego do Tanquinho (NT) e nascente Córrego da Caixa D'água (NCD) (Figura 1).

**Figura 1** - Localização dos pontos NT e NDC no município de Araraquara-SP.



Fonte: Lopes, 2017.

O município de contém uma área territorial de 1.003,625 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2016) e está localizado a 21°47'40'' de latitude sul e 48°10'3'' de longitude oeste na região Central do estado de São Paulo (IBGE, 2016).

De acordo com a Secretaria Municipal do Meio Ambiente<sup>1</sup> de Araraquara-SP (SMMA), o total de nascentes mapeadas atualmente é de 282 (duzentos e oitenta e duas) e estas estão caracterizadas quanto à condição em: degradada (26); degradada canalizada (05); intocada (39); protegida (180) e recuperada (32).

Esta classificação das nascentes, segundo a SMMA, atendeu a solicitação do Programa Município VerdeAzul, do estado de São Paulo, que está baseada na Resolução SMA nº 36 de 18/7/2011, página 12. Diante dessa necessidade, a SMMA optou por estender a solicitação para todas as nascentes da cidade, gerando as seguintes classificações (Tabela 1).

De acordo com a classificação da SMMA, a Nascente Córrego do Tanquinho (NT) encontra-se caracterizada como recuperada e está localizada na latitude 21°44'03.6''S e longitude 48°09'02.9''O. Possui uma localização de fácil acesso e não apresenta indícios visíveis de poluição e, quanto ao sedimento, a sua constituição é basicamente arenosa.

Por outro lado, a nascente Córrego da Caixa D'água (NCD) atualmente<sup>2</sup>, está classificada como degradada. Localizada na latitude 21°46'31.2''S e longitude 48°08'16.0''O, encontra-se parcialmente canalizada e apresenta indícios significativos de poluição em decorrência da atividade antrópica. Quanto à caracterização do sedimento, a sua constituição é basicamente de cascalho.

**Tabela 1** - Classificação das nascentes do município de Araraquara-SP quanto à condição.

CONDIÇÃO	DESCRIÇÃO
<b>Degradada</b>	Nascente que não acorda com a legislação requerida*
<b>Recuperada</b>	Nascente que sofre algum tipo de processo de recuperação**
<b>Intocada</b>	Nascente que está localizada dentro de maciços ou fragmentos florestais***
<b>Protegida</b>	Nascente que recebe intervenções positivas****
<b>Canalizada</b>	Nascente que sofre canalização*****

Fonte: Lopes, 2017.

\*Caracterizada com ausência de cercamento no entorno, ausência de mata ciliar e distância mínima das APPs (Área de Preservação Permanente).

\*\*Entende-se por processo de recuperação a instalação de cercas ou outro tipo de delimitação do entorno da nascente para a regeneração natural e reflorestamento da mesma.

\*\*\*Localização realizada por meio da análise de imagem via satélite.

\*\*\*\*Quando sofre algum tipo de dano, passa à condição de Degradada. Se, no futuro, a nascente torna a receber intervenções positivas, passa a ser declarada como Recuperada. Caso a nascente seja caracterizada como Protegida, em um próximo monitoramento, não havendo danos, ela permanece na mesma condição.

\*\*\*\*\*Este tipo de nascente ocorre, principalmente, na zona urbana da cidade.

<sup>1</sup>Devido à transição de governo, no início de 2017 a Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Araraquara-SP foi extinta. Atualmente, portanto, o corpo técnico do Meio Ambiente encontra-se sob gerência do Departamento Autônomo de água e Esgoto (DAAE) do município.

<sup>2</sup>Quando da escolha das nascentes para o desenvolvimento do trabalho, referenciada na publicação do trabalho intitulado "O Mapeamento de Nascentes do Município de Araraquara-SP", publicado nos Anais do 4º Simpósio de Tecnologia em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2012, a nascente Córrego da Caixa D'água encontrava-se classificada como Protegida.

### PARÂMETROS AMBIENTAIS

De maneira complementar ao estudo, com o uso de Sonda Multiparâmetro YSI 556 MPS, em cada coleta foram aferidos, *in situ*, os seguintes parâmetros: pH, Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), Condutividade elétrica ( $\mu\text{.S}^{-1}$ ), Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e Sólidos totais dissolvidos ( $\text{g.L}^{-1}$ ),

Para a obtenção da amostragem faunística foram realizadas quatro (04) coletas em cada ponto (NT e NCD) nos meses de março e abril de 2017. Foram selecionadas, em ambos, três réplicas amostrais com distância média de sete metros entre cada uma. As amostras foram coletadas com o auxílio de um amostrador do tipo *rede em "D"* ( $250\ \mu\text{m}$ ) pelo método de varredura. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas, juntamente com água do próprio ambiente, em recipientes de polietileno de 1L devidamente etiquetados, contendo o ponto e a réplica para condução ao laboratório de Biodiversidade Aquática da Universidade de Araraquara (UNIARA).

Em laboratório, as amostras foram previamente lavadas em peneira de malha com granulometria de  $0,21\text{mm}$  e colocadas em bandejas de polietileno sobre um transluminador para auxiliar na triagem dos organismos. Os espécimes separados foram conservados em recipientes de vidro, etiquetados com a data, local de amostragem e tipo de organismo, em meio à formalina 10% (ALVES; GORNI, 2007; PEIRÓ; GORNI, 2010).

Para a identificação da oligofauna foram preparadas lâminas semipermanentes utilizando-se lactofenol para posterior análise dos organismos em microscópio óptico. Com a utilização de critérios taxonômicos adotados por Brinkhurst e Jamieson (1971), Righi (1984) e Brinkhurst e Marchese (1989) os oligoquetos foram identificados até o nível taxonômico de espécie.

### ANÁLISE DOS DADOS

Quanto à análise estatística das variáveis ambientais, os dados foram logaritimizadas ( $\log x+1$ ) a fim de minimizar os efeitos de valores discrepantes.

Visando avaliar a condição ambiental dos pontos, foi aplicado o Índice de Oligoquetos Bioindicadores do Sedimento (IOBS) (PRYGIEL *et al.*, 2000; AFNOR, 2002):

$$\text{IOBS} = 10 \cdot \text{S}/\text{T}$$

Onde: **S** = número total de táxons e **T** = porcentagem do grupo dominante de Tubificídeos com ou sem cerda capilar).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coleta da oligofauna contou com um total de 12 amostras. Os parâmetros físico-químicos medidos em campo durante as quatro coletas contaram com três medições em cada uma das três réplicas, totalizando 36 amostras das variáveis ambientais. A caracterização ambiental dos pontos seguiu, de forma adaptada, o protocolo de caracterização ambiental do Projeto Temático Biota/Fapesp (SURIANO, 2008).

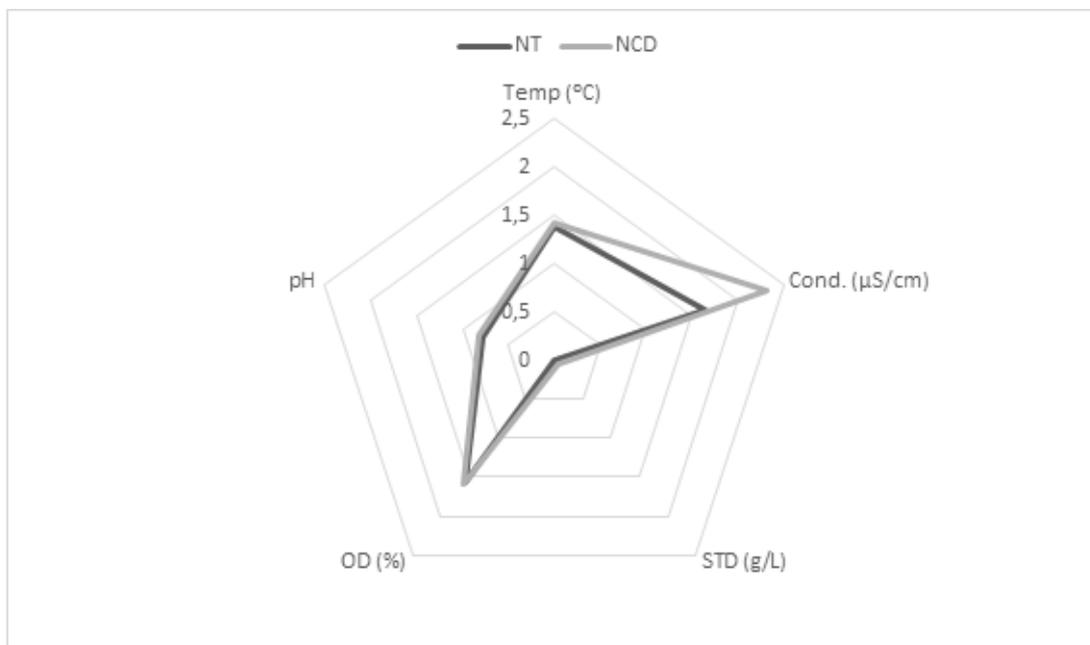
A análise das variáveis ambientais demonstrou que as duas nascentes estudadas apresentaram, de maneira geral, valores similares quanto aos parâmetros físico-químicos. No entanto, as variáveis condutividade elétrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) e sólidos totais dissolvidos ( $\text{g/L}$ ) apresentaram-se de maneira distinta entre as nascentes, sugerindo uma diferenciação representativa dos valores das variáveis obtidas (Tabela 2 e Figura 2).

A concentração de poluentes no meio é evidenciada, indiretamente, pelos valores da condutividade elétrica. Na medida em que sólidos dissolvidos são adicionados à água, a condutividade elétrica aumenta. Quando os valores de condutividade elétrica se apresentam acima de  $100\ \mu\text{S/cm}$  indicam ambientes impactados (CETESB, 2009). Nesse sentido, a nascente Córrego da Caixa D'água, que apresentou um

valor médio de 212,86  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para condutividade elétrica, evidencia uma maior concentração de sólidos dissolvidos no corpo hídrico quando comparada à Nascente Córrego do Tanquinho (44,05  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e indica, assim, ambiente impactado. Os valores encontrados para sólidos totais dissolvidos corroboram com o exposto quando se observa uma média de 0,13 em NCD para uma média de 0,02 em NT. Além disso, o valor IOBS calculado (1,9) classifica a qualidade geral do sedimento como ‘pobre’, apontando alta suscetibilidade do sedimento ao estresse orgânico e a micropoluentes (AFNOR, 2002).

A caracterização da oligofauna revelou um total de 280 organismos, distribuídos em 18 táxons. Dentre estes, foram identificadas 14 espécies distribuídas em quatro famílias: Alluroididae, Enchytraeidae, Naididae e Tubificidae (Tabela 3).

**Figura 2** - Parâmetros físico-químicos verificados nas nascentes Córrego do Tanquinho e Córrego da Caixa D’água (pH; Temp. (%): temperatura da água; OD%: oxigênio dissolvido; STD g/L: sólidos totais dissolvidos; Cond. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ): condutividade elétrica).



Fonte: Lopes, 2017.

**Tabela 2** - Média e desvio padrão das variáveis ambientais analisadas nas nascentes Córrego do Tanquinho (NT) e Córrego da Caixa D’água (NC): T. água: temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ); Cond.: condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ); STD: sólidos totais dissolvidos (g/L); OD: oxigênio dissolvido (%) e pH.

	T. água ( $^{\circ}\text{C}$ )	Cond. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	STD (g/L)	OD (%)	pH
<b>NT</b>	23,16 $\pm$ 1,03	44,05 $\pm$ 6,55	0,02 $\pm$ 0,00	44,92 $\pm$ 26,91	4,97 $\pm$ 0,24
<b>NCD</b>	25,09 $\pm$ 0,91	212,86 $\pm$ 36,38	0,13 $\pm$ 0,02	42,64 $\pm$ 19,09	5,59 $\pm$ 0,12

Fonte: Lopes, 2017.

**Tabela 3** - Abundância de espécies e frequência de oligoquetos aquáticos coletados nas nascentes Córrego do Tanquinho (NT) e Córrego da Caixa D'água (NCD), localizadas no município de Araraquara-SP, 2017.

	NT			NCD			Total	Ocorrência (%)
	R1	R2	R3	R1	R2	R3		
<i>Aulophorus furcatus</i>			1	1		4	6	2,1
<i>Brinkhurstia americana</i>			3			1	4	1,4
<i>Dero digitata</i>				4		5	9	3,2
<i>Dero nivea</i>						1	1	0,4
<i>Dero raviensis</i>						1	1	0,4
<i>Dero sawayai</i>						2	2	0,7
Enchytraeidae sp.			1				1	0,4
<i>Limnodrillus hoffmeisteri</i>			6	1		4	11	3,9
Naididae sem posterior			11	11	1	5	28	10,0
<i>Nais communis</i>	1			6		1	8	2,9
<i>Nais pardalis</i>				2			2	0,7
<i>Pristina breviseta</i>					1		1	0,4
<i>Pristina menoni</i>						1	1	0,4
<i>Pristina osborni</i>				6			6	2,1
<i>Pristina proboscidea</i>			1				1	0,4
<i>Pristina rosea</i>	11	6	62	55	3	27	164	58,6
<i>Slavina</i> sp.			2				2	0,7
Tubificinae s/ cerda capilar (juvenil)	1	0	13	14	1	3	32	11,4
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>6</b>	<b>55</b>	<b>280</b>	<b>100</b>

Fonte: Lopes, 2017.

Alluroididae foi representada apenas pela espécie *Brinkhurstia americana* (Brinkhurst 1964) com ocorrência em ambas as nascentes. De maneira similar, a família Tubificidae foi registrada em ambos mananciais, sendo *Limnodrillus hoffmeisteri* (Claparède 1862) a espécie mais significativa desse grupo. Essa espécie é caracterizada como cosmopolita, podendo habitar desde nascentes protegidas a ambientes poluídos (GORNI; ALVES, 2008). Tem ocorrência em substratos organicamente enriquecidos e é tolerante a ambientes com baixos níveis de oxigênio (ALVES; LUCCA, 2000; ALVES, MARCHESI, ESCARPINATI, 2006) que estão relacionados ao consumo pela decomposição da matéria orgânica. Os baixos níveis de oxigênio apontam para uma relação inversamente proporcional à condutividade elétrica (ALVES; LUCCA, 2000). Ainda, segundo Brinkhurst e Marchese (1989) essa espécie é o tubificídeo mais comum em diversos habitats, principalmente em regiões poluídas.

A família Naididae apresentou 12 espécies distribuídas em cinco gêneros (*Aulophorus*, *Dero*, *Nais*, *Pristina* e *Slavina*). De acordo com Rodriguez e Reynoldson (2011), essa família está dividida em oito subfamílias que, juntas, somam mais de 1000 espécies. A espécie *Pristina rosea* (Piguet, 1906), pertencente à família Naididae, foi bastante representativa neste estudo, tendo uma distribuição ampla, ocorrendo em

ambas nascentes, correspondendo, nesse sentido, a 58,6% da oligofauna amostrada. Essa espécie possui uma vasta distribuição no estado de São Paulo. Estudos detectaram a presença de *P. rosea* em córregos urbanos (ALVES; MARCHESE; ESCARPINATI, 2006; SANCHES *et al.* 2016), em mesohabitats de folhiço em corredeiras (GORNI; ALVES, 2012)e, também, em associação à macrófitas aquáticas em lagoas (SANCHES; GORNI, 2014.).

Dentre os locais amostrados, a nascente Córrego da Caixa D'água (NCD) possui dossel parcial, porém, a vegetação ao entorno não é adequada, segundo o Código Florestal (Lei 12.651, 25 de maio de 2012) que estabelece o mínimo de 30 metros de faixa marginal para cursos d'água com menos de 10 metros de largura. O entorno do manancial apresenta uma pequena avicultura constituída, em sua maioria, por galináceos e anseriformes que utilizam a nascente de maneira constante. Além disso, foi detectada a presença de óleo no corpo d'água, fezes animais, odor característico de poluição hídrica e processo moderado de erosão nas margens. Sendo o ponto NCD, portanto, um corpo hídrico que não apresenta vegetação ciliar adequada (Lei 12.651, 25 de maio de 2012) e que possui fácil acesso, fica suscetível a processos de assoreamento do solo marginal,acarretando instabilidade física, inviabilizando desta forma o estabelecimento de muitas espécies de oligoquetos. Além disso, o ponto se encontra muito próximo ao perímetro urbano e, de acordo com os resultados desse estudo, as atividades humanas no entorno estão influenciando o corpo hídrico.

Em contrapartida, vale ressaltar que a nascente do Córrego Tanquinho (NT) apresentou vegetação no entorno que acorda com a legislação e, além disso, a sua cobertura dossel mostrou-se abundante. Em alguns pontos marginais observou-se a ocorrência de pequenos processos de erosão, no entanto, não foram detectados presença de óleo ou odor indicativo de poluição no corpo hídrico. O valor IOBS para este ponto foi de 5,2, o que aponta para uma boa qualidade geral do sedimento.

Além disso, esse ponto encontra-se sob o *status* de nascente MODELO em decorrência da solicitação do Programa Município VerdeAzul, do Estado de São Paulo, baseada na Resolução SMA nº 36, de 18/7/11, página 12, já citada anteriormente.

De acordo com a antiga SMMA e, também, com a atual classificação da nascente, houve processo de recuperação no local, no qual as técnicas aplicadas consistiram no reflorestamento (que há época acordava com a Resolução Estadual SMA nº 47/2003 a qual “*fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas*”) e o emplacamento da mesma, com o intuito de atender os requisitos da Diretiva Mata Ciliar do Programa Município VerdeAzul, 2011. De acordo com Araújo Neto, Dantas e De Lira (2012), entende-se por técnica de recuperação procedimentos de campo que preservem ou visem à recuperação de nascentes, objetivando deixá-las o mais próximo possível de sua condição natural. O reflorestamento ocorreu mediante Ação Civil Pública - ACP 1077/06 durante os anos de 2007 a 2011, período esse em que houve o plantio de aproximadamente 1.500 espécies nativas no entorno da nascente. O emplacamento ocorreu em 2011.

Nesse sentido, o ponto NT apresentou resultados satisfatórios, ou seja, a somatória das análises realizadas para este ponto mostrou que ele não apresenta grau significativo de poluição. Além disso, os resultados encontrados para este ponto corroboram com a sua atual caracterização, a de nascente Recuperada, visto que o esperado seria encontrar um ambiente não impactado devido ao processo de recuperação aplicado no ambiente.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo concluiu que a nascente denominada Córrego da Caixa D'água (NCD) apontou preciso grau de impacto, evidenciando um pontual processo de degradação do meio. Por outro lado, a nascente

Córrego do Tanquinho (NT), não apresentou estágio significativo de poluição.

Os dados encontrados são de grande importância visto que advêm de estudos regionais que, compilados com demais pesquisas, fornecem uma base científica para o aprimoramento na aplicação de técnicas de recuperação de nascentes. Nesse sentido, fica evidente a importância da fiscalização e do monitoramento de mananciais, bem como a aplicação de processos de recuperação de nascentes.

Ainda, torna-se de fundamental relevância a participação do poder público, da população e dos centros de pesquisa para a preservação e a detecção dos problemas ambientais encontrados nesses corpos hídricos. Ademais, sugerem-se pesquisas mais aprofundadas em relação aos mananciais da cidade, com acompanhamento e monitoramento de maior duração, considerando que o estudo por meio de um monitoramento ambiental satisfatório contempla parâmetros físicos, químicos e biológicos.

## REFERÊNCIAS

AFNOR. **Détermination de l'indice oligochètes de bioindication des sédiments (IOBS)**. NF T: 90-390, 2002.

ALVES, R. G., GORNI, G. R. Naididae species (Oligochaeta) associated with submersed aquatic macrophytes in two reservoirs (São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 19, n.4, p. 407-413, 2007.

ALVES, R. G.; LUCCA, J. V. Oligochaeta (Annelida: Clitellata) como indicador de poluição orgânica em dois córregos pertencentes à Bacia do Ribeirão do Ouro – Araraquara (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Ecologia**, v.4, n. 1-2, p. 112-117, 2000.

ALVES, R. G.; MARCHESE, M. R.; ESCARPINATI, S. C. Oligochaeta (Annelida, Clitellata) in lotic environments in the State of São Paulo, Brazil. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 96, n. 4, p. 431-435, 2006.

ARAÚJO NETO L. A.; DANTAS, G. C.; DE LIRA D. B. O Mapeamento de Nascentes do Município de Araraquara-SP. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA EM MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 4, 2012. **Anais...** São Carlos: RiMa Editora, 2012. 486p.

BARBOLA, I. F.; MORAES, M. F. P. G.; ANAZAWA T. M.; NASCIMENTO E. A.; SEPKA E. R.; POLEGATTO C. M.; MILLÉO J.; SCHUHLI G. S. Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do rio Pitangui, Paraná, Brasil. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, 10, n.1-2, p.15-23, 2011.

BRASIL. **LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

BRINKHURST, R.O.; JAMIESON, B.G.M. **Aquatic Oligochaeta of the world**. University of Toronto Press. 1971. 860p.

BRINKHURST, R.O.; MARCHESI, M.R. **Guia para la indentificación de Oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamerica**. Santa Fé: Asociación de ciencias naturales del litoral. 1989. 207p.

CALHEIROS, R. D. O.; TABAI, F. C.; BOSQUILLA, S. V. CALAMARI, M. Preservação e recuperação das nascentes (de água e de vida). In: \_\_\_\_\_. **Preservação e recuperação das nascentes (de água e de vida)**. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ-CTRN, 2004.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M.D.C.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002a.

CALLISTO, M.; GONÇALVES Jr., J.F.; MORENO, P. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. In: \_\_\_\_\_. **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. Belo Horizonte: UFMG, 2004. v.1, p 1-12.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, Jr., J.F. A vida nas águas das montanhas. **Ciência Hoje** v.31,n.182, p. 68-71, 2002.

CAMPOS, A.F. **Macroinvertebrados bentônicos em viveiros de criação de peixes do Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais-CEPTA, Pirassununga, SP**. 1999. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

COMPAINHA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. In: \_\_\_\_\_. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo – Série Relatórios**. 2009. 44p.

CORBI, J.J. **Distribuição espacial e batimétrica dos macroinvertebrados bentônicos da Represa do Ribeirão das Anhumas (Américo Brasiliense – SP)**. 2001. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

DIDHAM, R. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in central Amazonia. In: LAURANCE WF &BIERREGAARD JUNIOR RO (Eds.) **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. Chicago, University of Chicago Press. p.55-70, 1997.

ESTEVES, F.A.; LEAL, J.J.F.; CALLISTO, M. Comunidade Bentônica. In: \_\_\_\_\_. **Fundamentos de limnologia**, 3.ed. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 2011. 790p.

GORNI, G.R.; ALVES, R.G. Oligochaeta (Annelida: Clitellata) in head water streams of the Parque Estadual de Campos do Jordão (São Paulo - Brazil). **Biota Neotropica**. v. 8, n. 4, Out./Dez. 2008.

GORNI, G.R.; ALVES, R.G. Oligochaetes (Annelida, Clitellata) in a neotropical stream: a mesohabitat

approach. **Iheringia, Série Zoologia**, v.102, n.1, p.106-110, 2012.

GORNI, G. R.; PEIRO, D.F.; SANCHES, N. Aquatic Oligochaeta (Annelida: Clitellata) from State of São Paulo, Brazil: Diversity and Occurrence review. **Biota Neotropica** 15(1): e20140063, 2015.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade da água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, nº 1, 2003.

HICKMAN, C.P.; ROBERTS, L.S.; LARSON, A. **Princípios Integrados de Zoologia**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Araraquara**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=350320&search=sao-paulo|araraquara|infograficos:-informacoes-completas>. Acesso em: 26 de nov.de 2016.

NORRIS, R.H.; HAWKINS, C. P. Monitoring river health. **Hydrobiologia** v.435, p.5-17, 2000.

OLIVEIRA, M. A.; GOMES, C. F. F. PIRES E. M.; MARINHO, C. G. S.; LUCIA, T. M. C. D. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 800-807, nov/dez, 2014.

PAMPLIN, P.A.Z., ROCHA, O., MARCHESE, M. Riqueza de espécies de Oligochaeta (Anellida, Clitellata) em duas represas do Rio Tietê (São Paulo). **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2005.

PEIRÓ, D.F., GORNI, G.R. Diferença na composição da entomofauna aquática associada a duas plantas de hábitos diferentes em um tanque de piscicultura. **Multiciência**, v.10, p. 149-160, 2010.

PRYGIEL, J., ROSSO-DARMET, A., LAFONT, M., LESNIAK, C., OUDDANE, B. Use of oligochaete communities for assessment of ecotoxicological risk in fine sediment of Rivers and canals of the Artois-Picardie water basin(France). **Hydrobiologia** v. 410, 25–37, 2000.

RIGHI, G. **Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil**. CNpq/Coordenação Editorial, 1984. 48p.

RODRIGUEZ, P. & REYNOLDSON, T.B. **The Pollution Biology of Aquatic Oligochaetes**. Ed. Springer Science, 2011.

SANCHES, N. A. O., GORNI, G.R. Preferência de Habitat de Oligochaeta (Annelida, Clitellata) em Macrófitas Aquáticas na Represa Ribeirão das Anhumas (Américo Brasiliense-Sp). **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v.17, n.1, p. 165-173, 2014.

SANCHES, N. A. O., SAHM, L. H., GOMES, D. F., CORBI, J. J., RIBEIRO, M. L., GORNI, G. R. Inventário de Oligochaeta (Annelida: Clitellata) em córregos urbanos de Bocaina – SP, Brasil. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v.19, n.1, p. 27-46, 2016.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente. **Resolução SMA nº 36, de 18 de julho de 2011.** Estabelece os parâmetros para avaliação dos Planos de Ação Ambiental, para o exercício de 2011, no âmbito do Programa Município VerdeAzul, e dá providências correlatas. Publicada no DOE de 19 de julho de 2011, seção I, p. 43.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente. **Resolução SMA nº 47, de 26 de novembro de 2003.** Altera e amplia a Resolução SMA 21, de 21/11/2001; Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. (Revogada).

SURIANO, M.T. **Macroinvertebrados de baixa ordem sob diferentes usos do solo no Estado de São Paulo: Subsídios para o biomonitoramento.** 2008. 127p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Departamento de Hidrobiologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

## GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *PHASEOLUS VULGARIS* L. SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS COM BIOESTIMULANTE

WYLOT, Evandro\*.; RAMOS, Rodrigo Ferraz. - Graduando em Agronomia na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS); MELLO, Anderson Machado de. - Doutorado em Literatura de Língua Portuguesa Investigação e Ens. Universidade de Coimbra, UC, Portugal; SOBUCKI, Lisiane. - Mestranda do curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Santa Maria (PPGCS/UFSM).; DOSSIN, Mariana Ferneda. - Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo - UFSM., PAVANELO, Anderson Machado. - Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS).

\*Autor para correspondência e-mail: [evandro.wylot@hotmail.com](mailto:evandro.wylot@hotmail.com)

Recebido em: 02/06/2018  
Aprovação final em: 17/09/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.623>

**RESUMO:** Bioestimulantes de crescimento vegetal são utilizados no tratamento de semente, pois aumentam a porcentagem e velocidade de germinação. O presente trabalho objetivou avaliar a germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar BRS Esteio, pré-embebidas em diferentes doses de um bioestimulante comercial, composto por 50 mg L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico, 90 mg L<sup>-1</sup> de cinetina e 50 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico. Os tratamentos adotados foram: 7,5 mL, 10 mL, 25 mL e 50 mL de bioestimulante por kg de sementes e, um tratamento controle, com pré-embebição em água destilada estéril. Avaliou-se a germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento médio da parte aérea (CMPA), comprimento médio das raízes (CMR), biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa fresca das raízes (BFR) e biomassa seca das raízes (BSR) das sementes germinadas. A dose de 10 mL kg<sup>-1</sup> de semente apresentou a maior porcentagem de germinação (84%) e o maior IVG. O mesmo tratamento apresentou significativamente as maiores médias para CMPA, CMR, BFR e BSR. A BFPA e BSPA foram afetadas negativamente pela pré-embebição com bioestimulante. Conclui-se que a dose de 10 mL de bioestimulante por kg de sementes resultou em maior porcentagem e velocidade de germinação, alongamento da parte aérea e das raízes e, incremento da biomassa fresca e seca das raízes, enquanto as diferentes dosagens de bioestimulante no tratamento de sementes de feijão proporcionaram decréscimo no acúmulo de biomassa fresca e seca da parte aérea nas sementes germinadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** BRS Esteio; Fitormônios; Germinação.

**SEED GERMINATION OF *PHASEOLUS VULGARIS* L. SUBMITTED TO DIFFERENT TREATMENTS WITH BIO-STIMULANT**

**Abstract:** Plant growth biostimulants are used in seed treatment because they increase the percentage and speed of germination. The objective of this work was to evaluate the germination of bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.), BRS Esteio cultivar, pre-soaked in different doses of a commercial biostimulant, composed of 50 mg L<sup>-1</sup> of indolebutyric acid, 90 mg L<sup>-1</sup> of kinetin and 50 mg L<sup>-1</sup> of gibberellic acid. The treatments were: 7.5 mL, 10 mL, 25 mL and 50 mL of biostimulant per kg of seeds and a control treatment with pre-soaking in sterile distilled water. The following aspects were evaluated: the germination rate (%), germination velocity index (IVG), mean shoot length (CMPA), mean root length (CMR), fresh shoot

biomass (BFPA), dry shoot biomass (BSPA), fresh root biomass (BFR) and dry root biomass (BSR) of germinated seeds. The dose of 10 mL kg<sup>-1</sup> of seed showed the highest percentage of germination (84%) and the highest IVG. The same treatment showed significantly higher mean values for CMPA, CMR, BFR and BSR. BFPA and BSPA were negatively affected by biostimulant pre-soaking. It was concluded that the dose of 10 mL of biostimulant per kg of seeds resulted in a higher percentage and speed of germination, shoot and root lengthening, and increase of fresh and dry biomass of the roots, while the different dosages of biostimulant in the treatment of bean seeds provided a decrease in the accumulation of fresh and dry shoot biomass in the germinated seeds.

**KEYWORDS:** BRS Esteio; Plant hormones; Germination.

### INTRODUÇÃO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerado uma excelente fonte de proteína vegetal (16 a 36%), carboidratos (66 a 77%), ferro (2%), lipídios (0,66 a 1,43%) e outros minerais, como cálcio, magnésio e zinco (BURATTO, 2012). No Brasil, o feijão faz parte da cesta básica, sendo um dos principais alimentos, devido a sua importância social e seu alto valor proteico para a alimentação (BARBOSA; GONZAGA, 2012).

A produtividade de uma área cultivada é determinada, entre outros fatores, pela germinação das sementes, que se inicia com a absorção de água e finaliza com o alongamento do eixo embrionário (PERIN *et al.*, 2016). Dentre os fatores que regulam a germinação, a presença de fitormônios exerce papel fundamental nesse processo (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Entre os principais fitormônios vegetais que regulam os processos morfofisiológicos durante a dormência e germinação das sementes, destaca-se as auxinas, citocininas e giberelinas (TAIZ *et al.*, 2017). Devido à importância desses fitormônios no processo de germinação, tratamentos de sementes com bioestimulantes vegetais representam tecnologias com potencial de aumentar a germinação, desenvolvimento e crescimento vegetal (SANTOS *et al.* 2013; TATTO *et al.* 2018).

Os bioestimulantes são substâncias de crescimento vegetal (auxina, giberelina, citocininas, etc.) que podem atuar isoladamente ou em combinação, interferindo em diversos processos fisiológicos e/ou morfológicos (BINSFELD *et al.* 2014; ALMEIDA, RODRIGUES, 2016). Em geral, os bioestimulantes são aplicados sobre as sementes no momento da semeadura (RODRIGUES *et al.*, 2015).

No tratamento de sementes, o uso de bioestimulante pode influenciar o crescimento radicular, porcentagem e velocidade de germinação, apresentando respostas variáveis dependendo da cultura (BEZERRA *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.* 2016). Contudo, geralmente o uso de bioestimulante estimula a germinação de sementes (SANTOS *et al.*, 2013; SOUZA *et al.* 2014). A ocorrência de uma germinação rápida e uniforme representa uma característica desejável, pois diminui o tempo em que as sementes estarão expostas às condições adversas do meio, aumentando as chances de sucesso no estabelecimento da cultura (ALVES *et al.*, 2014).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a germinação de sementes de feijão (*P. vulgaris* L.), cultivar BRS Esteio, pré-embebidas em diferentes doses de um bioestimulante comercial.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se sementes da cultivar de feijoeiro BRS Esteio, disponibilizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). O experimento foi conduzido no laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS).

Os tratamentos (T) consistiram na pré-embebição das sementes em soluções com diferentes doses de um bioestimulante vegetal comercial. O bioestimulante, em formulação líquida, é composto por 50 mg L<sup>-1</sup> (0,005%) de ácido indolbutírico (auxina), 90 mg L<sup>-1</sup> (0,009%) de cinetina (citocinina) e 50 mg L<sup>-1</sup> (0,005%) de ácido giberélico (giberelina) (SOARES *et al.* 2012). Os tratamentos adotados foram os seguintes: T1: 0 mL (controle: pré-embebição somente em água destilada estéril); T2: 7,5 mL; T3: 10 mL; T4: 25 mL; T5: 50 mL de bioestimulante por kg de sementes.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco (5) tratamentos e quatro (4) repetições, cada repetição composta por 25 sementes. As sementes foram primeiramente desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% por um min e, em seguida, lavadas com água destilada estéril. Posteriormente, para cada tratamento, 100 sementes foram imersas em Erlenmeyer contendo a respectiva solução e, submetidos a agitação orbital a 100 rpm por 30 min.

Após a pré-embebição, as sementes foram distribuídas em Caixas Plásticas Gerbox (25 sementes por caixa Gerbox) com papel germitest umedecido com água destilada estéril, na proporção de duas vezes e meia o volume de água destilada em relação à massa do papel. As Gerbox foram acondicionadas em B.O.D sob temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 h, durante um período de nove (9) dias (BRASIL, 2009).

A germinação (G) foi calculada pela fórmula  $[G = (N/100) \times 100]$ , onde N = número de sementes germinadas ao final do teste (CARVALHO; CARVALHO, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se nas contagens a média de plântulas normais de cada tratamento (RODRIGUES *et al.* 2015).

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado pela fórmula  $[IVG = \sum (n_i / t_i)]$ , onde  $n_i$  = número de sementes que germinaram no tempo 'i';  $t_i$  = tempo após instalação do teste;  $i = 1 \rightarrow 9$  dias. Os resultados foram expressos em unidade adimensional (CARVALHO; CARVALHO, 2009).

Para as sementes germinadas, determinou-se o comprimento médio da raiz (CMR), considerando o comprimento entre a ponta da raiz até a base da alça do hipocótilo, através do auxílio de paquímetro digital, com os resultados expressos em mm. Determinou-se o comprimento médio da parte aérea (CMPA), considerando-se o comprimento entre a base da alça do hipocótilo até o ápice dos cotilédones, com auxílio de paquímetro digital.

Ao final do experimento foi determinado a biomassa fresca da parte aérea (BFPA) e biomassa fresca das raízes (BFR) através da mensuração da biomassa da parte aérea e das radículas em balança de precisão de 0,001g. Posteriormente, as partes aéreas e as raízes foram transferidas para sacos de papel, corretamente identificadas, e acondicionados em estufa de ar forçado a 65 °C por um período de 48 h, seguindo da mensuração da biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca das raízes (BSR), correspondente a massa seca total das sementes germinadas para cada repetição.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro através do programa Sisvar® (FERREIRA, 2011).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Figura 1A observa-se a progressão da germinação para cada tratamento durante os nove dias de avaliação. Observa-se, que no terceiro dia de avaliação, o tratamento T3 (10 mL kg<sup>-1</sup>) apresentou 45% germinação, enquanto que o tratamento controle (embebido em água) apresentou 14% de germinação. Esses resultados indicam que a aplicação de bioestimulante, acelerou o processo de germinação, onde a dose de 10 mL de bioestimulante por kg de sementes apresentou o maior IVG (Figura 2).

No oitavo dia de avaliação a germinação se estabilizou para todos os tratamentos (Figura 1A), com 73% de germinação para o tratamento controle e 76%, 84%, 83% e 76% de germinação para os tratamentos com 7,5 mL, 10 mL, 25 mL e 50 mL de bioestimulante por kg de sementes, respectivamente. Assim,

observa-se que todos os tratamentos com bioestimulante resultaram em maiores porcentagens de sementes germinadas, em comparação com o tratamento controle.

Esses resultados demonstram que as germinações das sementes de feijão, cultivar BRS Esteio, responderam significativamente as diferentes doses do bioestimulante (Figura 1B), onde o tratamento com 10 mL kg<sup>-1</sup> apresentou a maior germinação (84%) no nono dia de avaliação. Posteriormente, doses crescentes do bioestimulante (25 mL e 50 mL kg<sup>-1</sup>) proporcionaram uma menor germinação (%), contudo, permanecendo a porcentagem de germinação maior do que o tratamento controle.

O aumento na porcentagem e velocidade de germinação refletem a atuação, individual ou conjunta, dos fitormônios exógenos no processo de germinação, onde os bioestimulantes, em geral, estimulam a divisão, diferenciação e o alongamento celular (CASTRO *et al.*, 2008). Como resultado desse processo, os bioestimulantes no tratamento de sementes, podem aumentar significativamente a porcentagem e velocidade de germinação (JUNQUEIRA *et al.* 2017).

Diversos estudos reportam resultados dos efeitos do uso de bioestimulante na germinação de sementes para diferentes culturas. De acordo com Ferreira *et al.* (2018), o tratamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.) com bioestimulante resultou em maior índice de velocidade de germinação, diferindo significativamente do tratamento controle. Resultados semelhantes foram reportados para cultura do arroz, onde Elli *et al.* (2016) observaram que os tratamentos de sementes com bioestimulante proporcionaram maiores porcentagens de germinação nas sementes com potencial fisiológico reduzido.

Em outros estudos, resultados diferentes foram observados. De acordo com Vendrusculo *et al.* (2015), a aplicação de bioestimulante no tratamento de sementes de algodão, cultivar FMT 701, não afetou a germinação. Para Ramos *et al.* (2015), o tratamento de sementes de feijão (cultivares BRS Horizonte, Pérola, BRS Pontal) com bioestimulante resultou na redução na porcentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação, sendo esses resultados contrários aos obtidos no presente estudo com a cultivar BRS Esteio.

O tratamento com 10,0 mL kg<sup>-1</sup> apresentou as maiores médias para o CMA (98,8 ± 2,3 mm) e CMR (71,0 ± 3,3 mm), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Contrariamente, o tratamento de sementes com 50,0 mL kg<sup>-1</sup> apresentou as menores médias para o CMA (8,1 ± 0,6 mm) e CMR (2,8 ± 0,1 mm), sendo os resultados significativamente menores do que o tratamento controle, que apresentou 24,4 ± 1,1 mm e 13,5 ± 1,9 mm para o CMA e CMR, respectivamente.

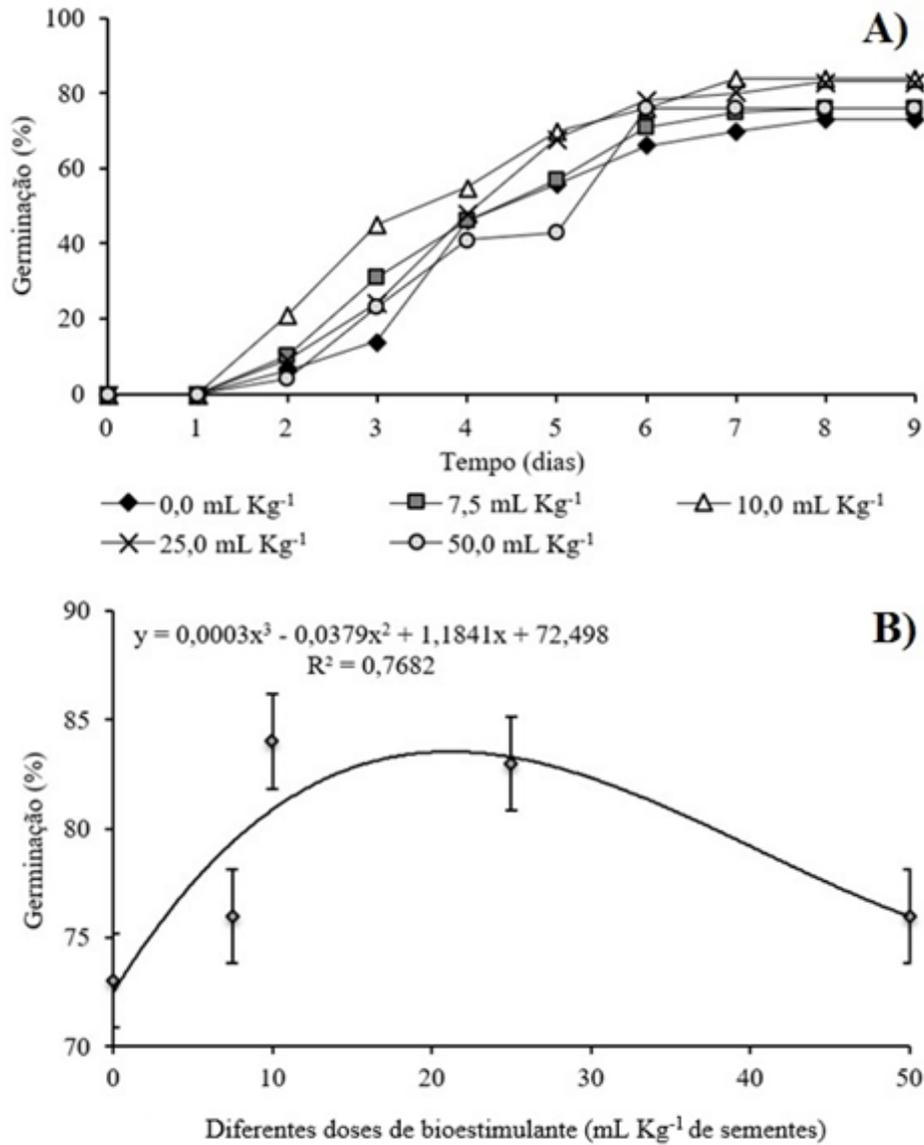
Os resultados indicam que o tratamento das sementes de feijão com bioestimulante estimula o alongamento da parte aérea e da radícula. Contudo, observa-se que concentrações elevadas, como no tratamento com 50,0 mL kg<sup>-1</sup> (Tabela 1), o alongamento da parte aérea e da radícula é prejudicado, sendo os resultados significativamente menores aos observados para as sementes que foram embebidas somente em água.

De acordo com Ramos *et al.* (2015), as sementes de feijão tratadas com bioestimulante resultaram em maiores comprimentos de raiz, todavia, apresentando queda na porcentagem e velocidade de germinação.

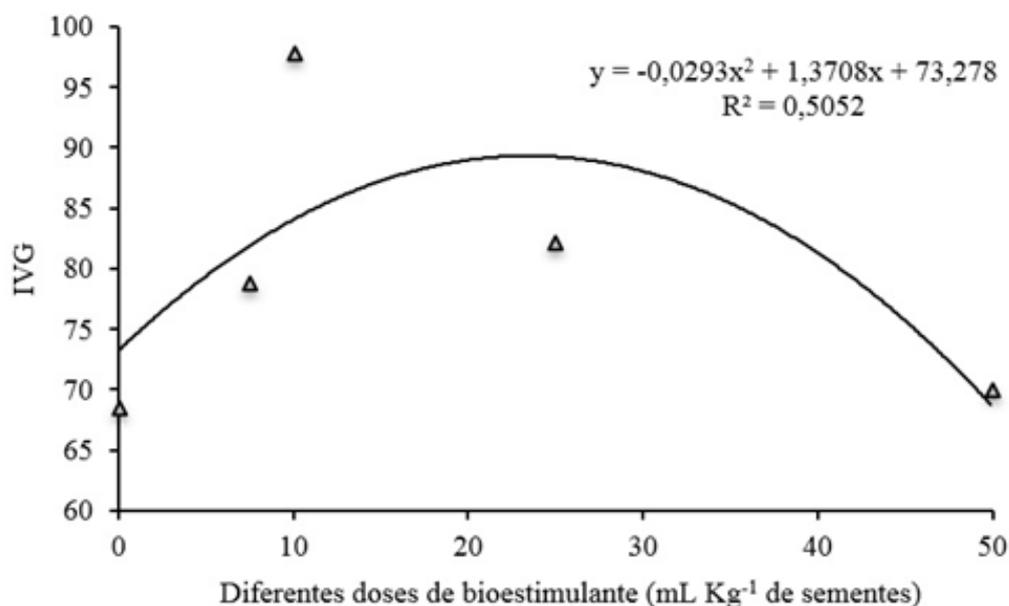
Para Antunes *et al.* (2014) o tratamento de sementes com bioestimulante não influenciou o desempenho fisiológico de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Em outro estudo, Moterle *et al.* (2011) observaram que doses crescentes de bioestimulante em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) não influenciaram a germinação e a biomassa da matéria seca das sementes.

Todos os tratamentos com bioestimulante resultaram em menor acúmulo de BFPA e BSPA (Tabela 1), comparados com o tratamento controle, que apresentou significativamente as maiores médias para BFPA e BSPA (Tabela 1).

**Figura 1-** Resposta da germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L) submetidas a diferentes doses de bioestimulante: 1A) Progressão da germinação durante nove dias de avaliação; 1B) Resposta da germinação frente a diferentes doses de bioestimulante no nono dia de avaliação.



**Figura 2** - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) submetidas a diferentes doses de bioestimulante.



**Tabela 1** - Comprimento médio da parte aérea (CMPA), comprimento médio das raízes (CMR), biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa fresca das raízes (BFR) e biomassa seca das raízes (BSR) de sementes germinadas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em resposta a diferentes doses de bioestimulante.

Tratamentos*	CMPA (mm)	CMR (mm)	BFPA (g)	BSPA (g)	BFR (mg)	BSR (mg)
0,0	24,4 ± 1,1 <sup>d**</sup>	13,5 ± 1,9 <sup>c</sup>	7,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	2,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	243,7 ± 2,3 <sup>b</sup>	53,7 ± 2,3 <sup>b</sup>
7,5	37,1 ± 1,7 <sup>c</sup>	23,8 ± 1,0 <sup>b</sup>	5,5 ± 0,1 <sup>b</sup>	1,3 ± 0,1 <sup>b</sup>	183,7 ± 3,7 <sup>d</sup>	25,7 ± 18 <sup>d</sup>
10,0	98,8 ± 2,3 <sup>a</sup>	71,0 ± 3,3 <sup>a</sup>	4,9 ± 0,1 <sup>c</sup>	1,2 ± 0,1 <sup>b</sup>	473,0 ± 7,6 <sup>a</sup>	98,7 ± 0,9 <sup>a</sup>
25,0	54,0 ± 0,9 <sup>b</sup>	20,3 ± 0,6 <sup>b</sup>	4,2 ± 0,1 <sup>d</sup>	0,8 ± 0,0 <sup>d</sup>	219,7 ± 0,8 <sup>c</sup>	42,7 ± 0,9 <sup>c</sup>
50,0	8,1 ± 0,6 <sup>e</sup>	2,8 ± 0,1 <sup>d</sup>	3,0 ± 0,1 <sup>e</sup>	0,9 ± 0,0 <sup>c</sup>	59,7 ± 2,2 <sup>e</sup>	12,0 ± 0,9 <sup>e</sup>
CV (%)	6,5	13,4	0,8	2,4	3,4	6,3

\* mL de bioestimulante por Kg de sementes

\*\* Médias e erro padrão. Valores médios seguido da mesma letra não diferem entre si na coluna pelo Teste de Tukey a 5%.

Resultados contrários foram obtidos para as variáveis BFR e BSR, onde o tratamento com 10 mL kg<sup>-1</sup> apresentou significativamente as maiores médias (Tabela 1). Esses resultados indicam que o bioestimulante

no tratamento de sementes de feijão pode estimular um maior acúmulo de biomassa nas raízes, favorecendo o alongamento e desenvolvimento radicular inicial, em detrimento do acúmulo de biomassa nas partes aéreas das sementes germinadas.

Em um estudo avaliando o efeito de doses de bioestimulante nas características fisiológicas de sementes de arroz (*Oriza sativa*), cultivar Primavera, Rodrigues et al. (2015) observaram que o uso de bioestimulantes não afetou a biomassa seca da parte aérea e das raízes, contudo, a dose de 10 mL kg<sup>-1</sup> promoveu o alongamento da parte aérea nas sementes germinadas. Para Silva et al. (2008), o tratamento de sementes de milho (*Zea mays*) com diferentes bioestimulantes, em geral, resultou em menor acúmulo de biomassa seca da parte aérea e biomassa seca das raízes para as sementes germinadas.

### CONCLUSÕES

Conclui-se que o bioestimulante aumentou germinação de sementes de feijão (*P. vulgaris* L.) cultivar BRS Esteio. O tratamento com 10 mL de bioestimulante por kg de sementes resultou em maior porcentagem e velocidade de germinação, alongamento da parte aérea e das raízes e, incremento da biomassa fresca e seca das raízes. Os resultados obtidos inferem que o uso de bioestimulante é uma prática promissora para germinação de sementes de feijão (*P. vulgaris* L.), podendo refletir, a longo prazo, em maior produtividade. Fator essencial sob o ponto de vista sustentável, frente às limitações futuras de uso da terra e necessidade de maior produção.

### REFERÊNCIAS

ABRANTES, F. L.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; SILVA, M. P.; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, W. V.; ARRUDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 148-154, 2011. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/8287>>. Acesso em: Ago. 2018.

ALMEIDA, G. M.; RODRIGUES, J. G. L. Desenvolvimento de plantas através da interferência de auxinas, citocininas, etileno e giberelinas. **Applied Research & Agrotechology**, v. 9, n. 3, p. 111-117, 2016. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/4313/3301>>. Acesso em: Ago. 2018.

ALVES, M. M.; ALVES, E. U.; SILVA-MOURA, S. S.; ARAÚJO, L. R.; SILVA, R. S.; URSULINO, M. M. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Platymiscium floribundum* Vog. em função de diferentes posições e profundidades de semeadura. *Ciência Rural*, v. 44, n. 12, p. 2129-2135, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20120406>>. Acesso em: Out. 2018.

ANTUNES, R. C. C.; SOUZA DAVID, A. M. S.; AMARO, H. T. R.; OLIVEIRA, V. S.; ASSIS, M. O.; ALVES, D. D. Bioestimulante e umidade do substrato no desempenho fisiológico de sementes de algodão. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 19, n. 2, p. 94-98, 2014.

BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira.: 2012-2014. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/926285/informacoes-tecnicas-para-o-cultivo-do-feijoeiro-comum-na-regiao-central-brasileira-2012-2014>>. Acesso em: Ago.

2018.

BEZERRA, A. R. G.; SILVA, F. C. S.; SILVA, A. F.; ÁLVARES, C. H. A.; SEDIYAMA, T. Effect of biostimulants and seed treatment with fungicide on the germination and vigor of soybean seedlings. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 8, n. 1, p. 27-35, 2015. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/3118>>. Acesso em: Ago. 2018.

BINSFELD, J. A.; BARBIERI, A. P. P.; HUTH, C.; CABRERA, I. C.; HENNING, L. M. M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, p. 88-94, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pat/v44n1/v44n1a10.pdf>>. Acesso em: Ago.2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BURATTO, J. S. **Teores de minerais e proteínas em grãos de feijão e estimativas de parâmetros genéticos**. 2012. 147 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

CARVALHO, D. B.; CARVALHO, R. I. N. Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 489-494, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asagr/v31n3/a18v31n3.pdf>>. Acesso em Ago. 2018.

CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n10/08.pdf>>. Acesso em: Ago. 2018.

ELLI, E. F.; MONTEIRO, G. C.; KULCZYNSKI, S. M.; CARON, B. O.; SOUZA, V. Q. Potencial fisiológico de sementes de arroz tratadas com biorregulador vegetal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 366-373, 2016. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/4026>>. Acesso em: Ago. 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, B. C.; LIMA, S. F.; SIMON, C. A.; ANDRADE, M. G. O.; ÁVILA, J.; ALVAREZ, R. C. F. Effect of biostimulant and micronutrient on emergence, growth and quality of arabica coffee seedlings. **Coffee Science**, v. 13, n. 3, p. 324-332, 2018.

JUNQUEIRA, I. A.; DEUS, M. B.; NICCHIO, B.; LANA, R. M. Q. Ação de biorreguladores na qualidade e fisiologia de sementes e plântulas de girassol. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 22, e201713, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.12661/pap.2017.004>>. Acesso em Out. 2018.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L., BONATO, C. M.; CONRADO, T. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 651-660, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rceres/v58n5/v58n5a17.pdf>>. Acesso em Ago. 2018.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; CUNHA, R. C.; LIMA SOUZA, M. W.; LIMA, L. A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 307-315, 2016. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/4120>>. Acesso em: Ago. 2018.

PERIN, A.; GONÇALVES, E. L.; FERREIRA, A. C.; SALIB, G. C.; JÉSSIKA, M. M. R.; ANDRADE, E. P.; SALIB, N. C. Uso de promotores de crescimento no tratamento de sementes de feijão carioca. **Global Science and Technology**, v. 9, n. 3, p. 95-105, 2016. Disponível em: <<https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/834>>. Acesso em: Ago. 2018.

RAMOS, A. R.; BINOTTI, F. F. S.; SILVA, T. R.; SILVA, U. R. Bioestimulante no condicionamento fisiológico e tratamento de sementes de feijão. **Revista Biociências**, v. 21, n. 1, p. 76-88, 2015. Disponível em: <<http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/view/1981>>. Acesso em Ago. 2018.

RODRIGUES, L. A.; BATISTA, M. S.; ALVAREZ, R. C. F.; LIMA, S. F.; ALVEZ, C. Z. Avaliação fisiológica de sementes de arroz submetidas a doses de bioestimulante. **Nucleus**, v. 12, n. 1, p. 207-214, 2015. Disponível em: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1376>>. Acesso em: Ago. 2018.

SANTOS, C. A. C.; PEIXOTO, C. P.; VIEIRA, E. L.; CARVALHO, E. V.; PEIXOTO, V. A. B. Stimulate® na germinação de sementes, emergência e vigor de plântulas de girassol. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, p. 605-616, 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/14091>>. Acesso em: Ago. 2018.

SILVA, T. T. A.; VON PINHO, E. V. R.; CARDOSO, D. L.; FERREIRA, C. A.; ALVIM, P. O.; COSTA, A. A. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 840-846, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n3/a21v32n3.pdf>>. Acesso em: Ago. 2018.

SOARES, M. B. B.; GALLI, J. A.; TRANI, P. E.; MARTINS, A. L. M. Efeitos da pré-embebição e vigor de sementes de *Lactuca sativa* L. **Biotemas**, v. 25, n. 2, p. 17-23, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2012v25n2p17>>. Acesso em: Ago. 2018.

SOUZA, E. R.; DANTAS, B. F.; ARAGÃO, C. A. Plant regulators effect on germination of seeds of tabasco pepper. **Applied Research & Agrotecnology**, v. 7, n. 2, p. 49-54, 2014. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/viewFile/2803/2363>>. Acesso em Ago. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ª ed. Porto Alegre: Arned, 2009. 848 p.

WYLOT *et al.*

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TATTO, L.; KULCZYNSKI, S. M.; BELLÉ, C.; MORIN, D.; RUBIN, F. M.; ULIANA, M. P. Desempenho de sementes de soja tratadas com bioestimulante sob diferentes condições de potencial osmótico. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 4, n. 3, p. 397-408, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.43.397-408>>. Acesso em: Out. 2018.

VENDRUSCULO, E. P.; SOUZA, H. B.; ARRUDA, L. A.; LIMA, S. F.; ALVAREZ, R. C. F. Biorregulador na germinação e desenvolvimento inicial de algodoeiro. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, n. 2, p. 32-40, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.unemat.br/index.php/rcaa/article/view/1180>>. Acesso em: Ago. 2018.

# CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E ASPECTOS PRODUTIVOS DO MORANGUEIRO SUBMETIDO A INOCULAÇÕES COM *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS*, *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* E *TRICHODERMA ASPERELLUM* COM E SEM ASSOCIAÇÃO AO SILÍCIO

BUBANZ, Hisley Campos Soares\*, RAMOS, Rodrigo Ferraz. - Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Cerro Largo; BETEMPS, Débora Leitzke. - Professora Adjunto III da Universidade Federal da Fronteira Sul/UFFS - Campus Cerro Largo (RS); SOBUCK, Lisiane. - Mestranda do curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Santa Maria (PPGCS/UFSM).; DOSSIN, Mariana Ferneda. - Doutoranda do Programa de Pós - Graduação em Ciência do Solo da UFSM.; SCHNEIDER, Evandro Pedro. - Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Cerro Largo, RS.

\*Autor para correspondência e-mail: hisleybubanz@hotmail.com

Recebido em: 07/09/2018

Aprovação final em: 18/12/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.572>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o crescimento, desenvolvimento e aspectos produtivos do morangueiro submetidos a inoculação de *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Trichoderma asperellum* com e sem associação ao Silício (Si). O delineamento experimental foi blocos casualizados, com oito tratamentos, três blocos, sendo três repetições por tratamento para cada bloco. Realizou-se avaliações de crescimento e desenvolvimento aos 30 e 60 dias após o transplântio (DAT) das mudas. Para as avaliações dos aspectos produtivos, os frutos maduros coletados foram submetidos as análises físico-químicas. Aos 150 DAT avaliou-se o acúmulo de biomassa seca, através da determinação da massa seca da parte aérea (MSA), massa seca da coroa (MSC), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST). Aos 30 DAT não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. Aos 60 DAT os tratamentos *B. amyloliquefaciens* (T3) e Si (T5) apresentaram os maiores índices de clorofila (IC). Os tratamentos *T. asperellum* e Si (T6), T3 e T5 apresentaram as maiores médias para MSA, enquanto que o tratamento T5 apresentou a maior média para MSC e o tratamento T6 apresentou as maiores médias para MSR e MST. Conclui-se que os tratamentos influenciaram o crescimento, desenvolvimento e acúmulo de biomassa seca no morangueiro, não apresentando influência nos parâmetros físico-químico dos frutos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Associação; *Fragaria* sp.; Promoção de crescimento; Silício (Si).

**GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVE ASPECTS OF STRAWBERRY SUBMITTED TO INOCULATIONS WITH *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS*, *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* AND *TRICHODERMA ASPERELLUM* WITH AND WITHOUT SILICON ASSOCIATION**

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the growth, development and productive aspects of strawberry plants submitted to inoculation of *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens* and *Trichoderma asperellum* with and without association with Silicon (Si). The experimental design was randomized blocks, with eight treatments, three blocks, three replicates per treatment for each block. Growth and development evaluations were performed at 30 and 60 days after transplanting (DAT) of the seedlings. For the evaluations of the productive aspects, the ripe fruits collected were submitted to the physical-chemical analyzes. The dry biomass accumulation was determined by dry mass of the shoot (MSA), dry mass of the crown (MSC), dry mass of the roots (MSR) and total dry mass (MST). At 30 DAT,

no significant difference was observed between treatments. At 60 DAT the treatments *B. amyloliquefaciens* (T3) and Si (T5) had the highest chlorophyll indexes (CI). The treatments *T. asperellum* and Si (T6), T3 and T5 presented the highest averages for MSA, whereas the T5 treatment had the highest mean for MSC and the T6 treatment presented the highest mean for MSR and MST. It was concluded that the treatments influenced the growth, development and accumulation of dry biomass in the strawberry, not having influence on the physical-chemical parameters of the fruits.

**KEYWORDS:** Association; *Fragaria* sp; Promotion of growth; Silicon (Si).

## INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch) pertence à família Rosaceae, representado uma das principais frutas de clima temperado (KURAS; KORBIN, 2010; FACHINELLO *et al.*, 2011). No grupo das pequenas frutas, o morangueiro é considerado uma das espécies de maior expressão econômica, exercendo um importante papel socioeconômico para o setor agrícola (COSTA *et al.*, 2015; MACHADO, 2016). Apresenta alta rentabilidade, ótima aceitação da fruta pelo mercado consumidor, se destacando pelo seu aspecto atraente, aroma e sabor agradável (RYSIN *et al.*, 2015; NEDERKOORN *et al.*, 2018).

Com o intuito de obter uma maior rentabilidade e maximização dos lucros na cultura do morangueiro, novas práticas culturais, tecnologias e estratégias são constantemente elaboradas e adotadas pelos agricultores (WU *et al.*, 2015; LÓPEZ-ARANDA *et al.*, 2016). Tecnologias baseadas em substâncias e organismos promotores de crescimento vegetal apresentam grande potencial para a melhoria no desenvolvimento vegetativo e produção na cultura do morangueiro (FLORES-FÉLIX *et al.*, 2015; NARDI *et al.*, 2016).

Entre os promotores de crescimento vegetal, o grupo dos microrganismos promotores de crescimento de plantas (MPCP) destacam-se enquanto uma alternativa sustentável para a cultura do morangueiro (SARAF *et al.*, 2013; ABHILASH *et al.*, 2016). Os MPCP podem estimular o desenvolvimento vegetal através da fixação de nitrogênio em vida livre, solubilização de fosfatos inorgânicos, mobilização e transporte de nutrientes para a planta, produção de compostos orgânicos voláteis e produção de fitohormônios (FINKEL *et al.*, 2017; SHERIDAN *et al.*, 2017).

No grupo dos MPCP, fungos do gênero *Trichoderma* são capazes de colonizar raízes de diversas espécies de plantas de interesse econômico, podendo estimular o desenvolvimento radicular, a resistência da planta a estresses bióticos e abióticos, e a melhoria no uso de nutrientes (BENÍTEZ *et al.*, 2004; FRAGOSO; CUSTÓDIO, 2016). Estirpes bacterianas de *Bacillus amyloliquefaciens* igualmente são capazes de colonizar as raízes das plantas, influenciando o desenvolvimento vegetativo, oferecendo proteção contra patógenos e maximizando a eficiência no uso do nitrogênio no solo (ASARI *et al.*, 2017; WU *et al.*, 2017; MENDIS *et al.*, 2018). Ainda, bactérias do gênero *Azospirillum* são reconhecidas por estimularem o crescimento vegetal através da produção de fitohormônios, pela capacidade de fixar nitrogênio em vida livre no solo e pela produção de compostos orgânicos voláteis (AMAVIZCA *et al.*, 2017; D'ANGIOLI *et al.*, 2017; FENDRIHAN *et al.*, 2017).

Extratos minerais, como o uso de Silício (Si), também apresentam potencial para a melhoria no desenvolvimento vegetativo e produtivo das culturas agrícolas (TUBANA *et al.*, 2016). O acúmulo de sílica na parede celular pode melhorar a arquitetura das plantas, aumentar a resistência a fitopatógenos, e reduzir a perda de água por transpiração, podendo ser um fator de adaptação ao estresse hídrico e estresses de ordem biótica (MA & YAMAJI, 2008; RODRIGUES *et al.*, 2011). Ainda, o uso de Si pode melhorar a qualidade físico-química dos frutos de morangueiro (HAJIBOLAND *et al.*, 2017).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento, desenvolvimento e aspectos produtivos

do morangueiro submetidos a inoculação de *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Trichoderma asperellum*, aplicação de silício e a associação desses microrganismos com o Si.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Conduziu-se o experimento em vasos sobre bancadas em casa de vegetação, na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) campus Cerro Largo, região noroeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), com localização de latitude 28°08''sul; longitude 54°44''oeste e altitude de 210 metros, com clima Cfa, segundo classificação de Köppen (KOPPEN, 1931). Utilizou-se a cultivar de morangueiro Camarosa (GUIMARÃES *et al.*, 2015), realizando a uniformização das mudas através de corte transversal da parte aérea e corte transversal das raízes a cinco centímetros da base da coroa. Realizou-se a desinfestação das mudas de morangueiro em hipoclorito de sódio (10%) por 60 segundos, seguida de lavagens sucessivas em água destilada (JESUS *et al.*, 2017).

As mudas foram transplantadas em sacos de polietileno preto de 1000 cm<sup>3</sup>, preenchidos com substrato comercial Carolina Soil<sup>®</sup> composto a base de turfa Sphagnum (70%), palha de arroz torrefada (20%) e perlita (10%), pH 5,65, condutividade elétrica de 1,5 dS/m, densidade de 220 kg/m<sup>3</sup> (umidade 50%), capacidade de retenção de água (CRA) 51% em volume, porosidade total de 76% e CTC de 1200 mmolc. dm<sup>-3</sup>. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com oito tratamentos em três blocos, sendo três repetições por tratamento para cada bloco. Realizou-se diferentes tratamentos biológicos com e sem associação ao Si.

Para os tratamentos biológicos adotou-se os seguintes microrganismos promotores de crescimento disponíveis comercialmente: a) *Azospirillum brasilense* (cepas Ab-V5 e Ab-B6), com concentração de 5 x 10<sup>8</sup> células vivas mL<sup>-1</sup> de produto (SimbioseMaiz<sup>®</sup>); b) *Bacillus amyloliquefaciens*, com 5x10<sup>9</sup> Unidades Formadoras de Colônia (UFC) mL<sup>-1</sup> de produto (NemaControl<sup>®</sup>); e c) *Trichoderma asperellum* SF 04 (URM-5911), com concentração de 1,0 x 10<sup>10</sup> UFC.g<sup>-1</sup> de produto (Quality WG<sup>®</sup>). Nos tratamentos com Si empregou-se o uso do extrato mineral na forma de pó molhável (PM) da Gigamix<sup>®</sup>, contendo 50% de SiO<sub>2</sub>, 4,5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 5,0% de Ca e 1,0% de Mg. Assim, definiu-se oito (8) tratamentos biológicos com e sem associação ao Si (Tabela 1).

**Tabela 1** - Composição e concentração dos tratamentos biológicos com e sem associação ao Silício.

Tratamentos	Composição	Concentração na calda <sup>***</sup>
T1	H <sub>2</sub> O <sub>(liq)</sub> destilada	100%
T2	<i>A. brasilense</i> *	0,4 mL
T3	<i>B. amyloliquefaciens</i> *	0,4 mL
T4	<i>T. asperellum</i> **	0,24 g
T5	Si**	1,0 g
T6	<i>B. amyloliquefaciens</i> + Si	0,4 mL + 1,0 g
T7	<i>T. asperellum</i> + Si	0,24 g + 1,0 g
T8	<i>A. brasilense</i> + Si	0,4 mL + 1,0 g

\* Formulação comercial líquida.

\*\* Formulação comercial pó molhável.

\*\*\* Concentração equivalente para 10 ml<sup>-1</sup> de água destilada estéril.

Para cada tratamento foi preparado uma calda para aplicação via seringa graduada. Para cada tratamento foram aplicados 10 ml<sup>-1</sup> de calda por planta, na base da coroa, diretamente no substrato aos sete (7) dias após transplante das mudas (DAT). No preparo das caldas usou-se H<sub>2</sub>O<sub>(liq)</sub> destilada para as diluições dos tratamentos biológicos e extrato mineral (Tabela 1). No décimo quinto (22 DAT) e trigésimo (37 DAT) dias após a primeira aplicação, realizou-se a segunda e terceira aplicação das caldas nos tratamentos. A partir do trigésimo DAT realizou-se fertirrigação de acordo com SCHMITT *et al.* (2016). Ao longo do ciclo da cultura não foram realizadas quaisquer aplicações de agrotóxicos.

As avaliações de crescimento e desenvolvimento das mudas ocorreram aos trinta (30) e sessenta (60) dias após o transplante (DAT), sendo determinado o número de trifólios planta<sup>-1</sup> (NMT), a partir da contagem de brotações com trifólios plenamente abertos; altura da parte aérea (APA) mensurando a distância da base da coroa ao ápice da folha mas elevada na vertical; estimativa do índice de área foliar (IAF) através das medidas de comprimento e largura de todas as folhas plenamente expandidas com o uso de um paquímetro digital, sendo os valores expressos em cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>. Para cada unidade experimental realizou-se três leituras por trifólio do teor de clorofila total por meio do medidor indireto de clorofila SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development), onde os resultados foram expressos em índice de clorofila (IC) (RAMOS *et al.* 2018).

Para as avaliações dos aspectos produtivos, os frutos foram coletados manualmente ao atingirem, visualmente, ¾ da superfície a coloração vermelha e submetidos a análises físico-químicas. Para cada tratamento, determinou-se a massa de frutos totais por planta (MFP), sendo os valores expressos em g planta<sup>-1</sup>. Realizou-se a divisão entre frutos de massa comercial e massa não comercial. Foram considerados não comerciais aqueles frutos que apresentaram massa inferior a 6 g (DIEL *et al.*, 2018). Assim, determinou-se a massa de frutos comerciais (MFC) e massa de frutos não comerciais (MFNC), expressos em g planta<sup>-1</sup>; número de frutos com massa comercial (NFC) e número de frutos com massa não comercial (NFNC).

Realizou-se a análise da coloração externa dos frutos por meio do Colorímetro Minolta CR-400, onde os valores foram expressos na coordenada L\* e c\* (croma), onde c\* foi obtido da raiz quadrada de a<sup>2\*</sup> + b<sup>2\*</sup> (CONTI *et al.*, 2002). Amostras de frutos de cada parcela foram macerados, compondo uma amostra composta e homogeneizada com cinco frutos por tratamento, na qual foram avaliados o percentual de sólidos solúveis totais (SST) por meio da leitura em refratômetro digital portátil, expressos em °Brix (MORAES *et al.*, 2008). Determinou-se o pH através do uso de pHmetro digital de bancada, segundo metodologia determinada pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005).

A acidez total titulável (ATT) foi determinada com NaOH 0,1 N, utilizando a fenolftaleína como indicador, sendo os resultados expressos em miligramas de ácido cítrico por 100 g de polpa de morango (FRANÇOSO *et al.*, 2008). A relação SST/ATT foi determinada pelo quociente entre os sólidos solúveis totais e acidez total titulável (CANTILLANO *et al.*, 2008).

Aos 150 DAT avaliou-se o acúmulo de biomassa seca, através da determinação da massa seca da parte aérea (MSA), massa seca da coroa (MSC) e massa seca das raízes (MSR) após secagem em estufa de ar forçado a 60 °C até atingir massa constante, sendo os valores expressos em g planta<sup>-1</sup>. A massa seca total (MST) foi obtida através da soma da MSA, MSC e MSR, expresso em g planta<sup>-1</sup>.

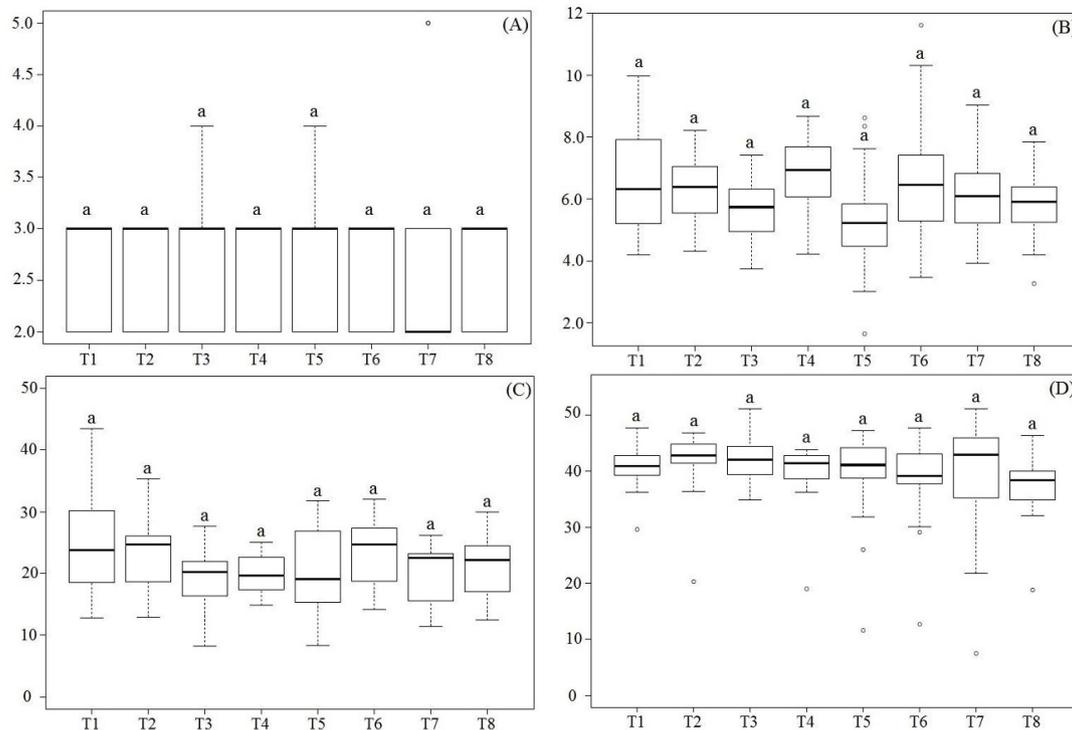
Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, utilizando o Sistema para Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas (SASM-Agri, versão 8.2 demo) (CANTERI *et al.*, 2001). Para os dados apresentados em gráfico box-plot, utilizou-se o Software R Studio (R CORE TEAM, 2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

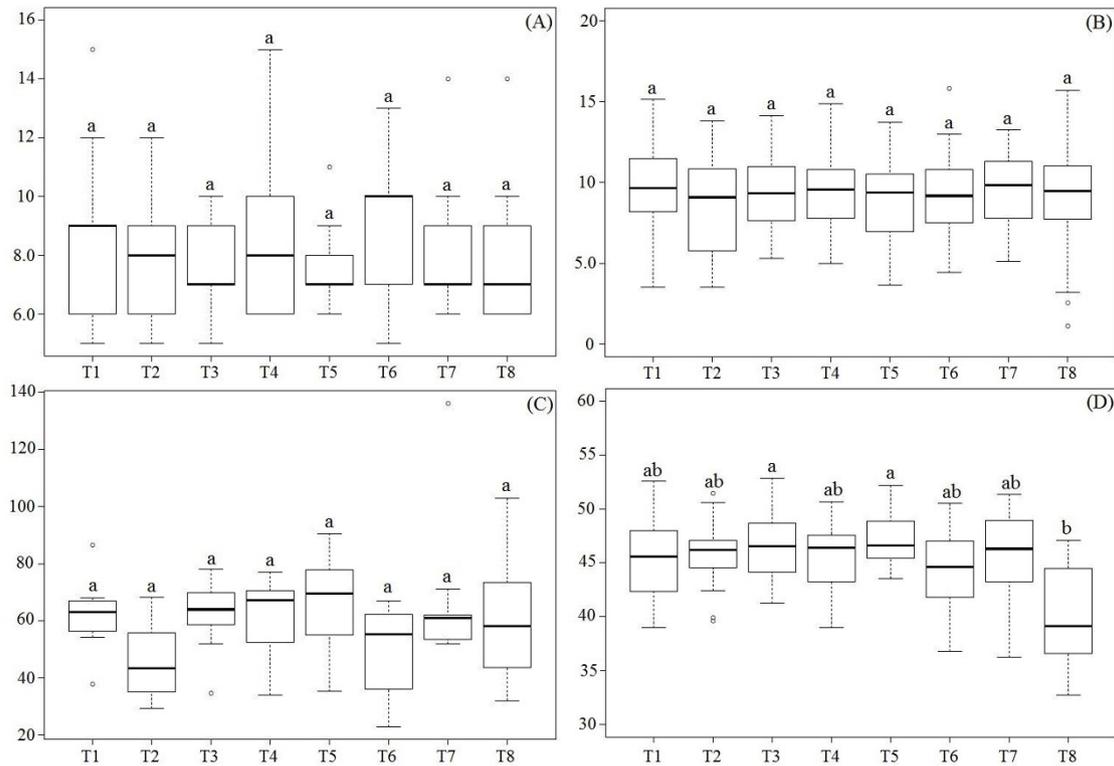
Nas avaliações realizadas aos 30 DAT não foi observada diferença significativa entre os tratamentos (Figura 1). Contudo, aos 60 DAT (Figura 2) o tratamento com Silício (T5) e o tratamento com *B. amyloliquenfaciens* (T3) apresentaram os maiores índices de clorofila (IC), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Figura 2D). Um maior IC pode ser resultado de uma maior eficiência no uso do nitrogênio ou uma melhoria na arquitetura da planta (ZHAO et al., 2016; DORDAS, 2017). Corroborando com esses resultados, Wu et al. (2017) observaram que a inoculação de *B. amyloliquenfaciens* promoveu o crescimento de diferentes hortaliças, aumentando o teor de nitrogênio total (NT) nas plantas, ao mesmo tempo em que diminuiu as concentrações de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e NT no solo.

Rodrigues et al., (2016) observaram que a aplicação de Silicato de Potássio ( $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ) em tomateiro (*Solanum lycopersicum*) proporcionou incremento nos teores de clorofila *a*, contudo, sem influencia significativa para clorofila *b* e clorofila total. No caso do Silício, o acúmulo de sílica na parede celular pode melhorar a arquitetura das plantas, fazendo com que essas desenvolvam folhas mais eretas facilitando a interceptação dos raios solares e assim aumentando a taxa fotossintética (SONG et al., 2014; KAPADIYA et al., 2017).

**Figura 1** - A) Número de trifólios (NT, planta<sup>-1</sup>); B) altura da parte aérea (APA, mm), C) índice de área foliar (IAF, cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>), D) índice de clorofila total (IC), aos 30 DAT em morangueiro submetidos a diferentes tratamentos biológicos com e sem associação ao silício. Tratamentos: T1 = Testemunha; T2 = *A. brasilense*; T3 = *B. amyloliquenfaciens*; T4 = *T. asperellum*; T5 = Silício; T6 = *T. asperellum*/Silício; T7 = *T. asperellum*/Silício; T8 = *A. brasilense*/Silício. Valores médios seguidos da mesma letra não diferem entre si na coluna pelo Teste de Duncan a 5%



**Figura 2** - A) Número de trifólios (NT, planta<sup>-1</sup>); B) altura da parte aérea (APA, mm), C) índice de área foliar (IAF, cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>), D) índice de clorofila total (IC), aos 36 DAT em morangueiro submetidos a diferentes tratamentos biológicos com e sem associação ao silício. Tratamentos: T1 = Testemunha; T2 = *A. brasilense*; T3 = *B. amyloliquefaciens*; T4 = *T. asperellum*; T5 = Silício; T6 = *T. asperellum*/Silício; T7 = *T. asperellum*/Silício; T8 = *A. brasilense*/Silício. Valores médios seguido da mesma letra não diferem entre si na coluna pelo Teste de Duncan a 5%.



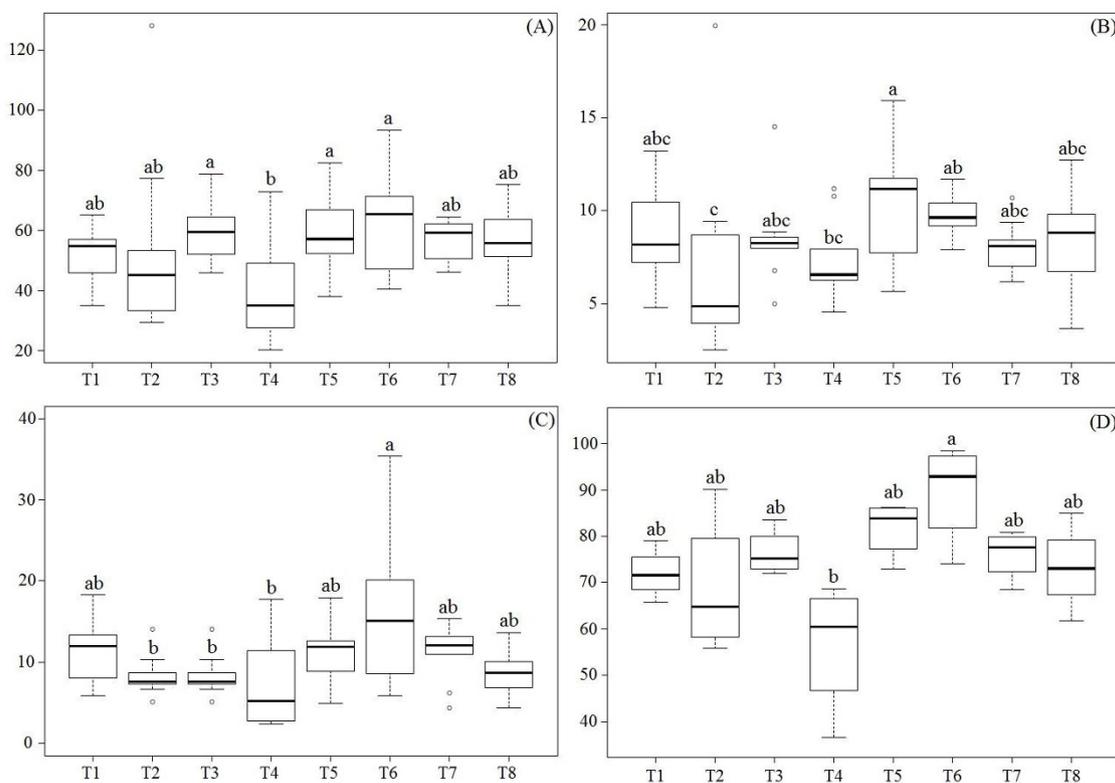
Os tratamentos *T. asperellum* e Si (T6), Si (T5) e *B. amyloliquefaciens* (T3) apresentaram os maiores valores para massa seca da parte aérea (MSA) (Figura 3A), enquanto que o tratamento com Silício (Si) apresentou a maior média para massa seca da coroa (MSC) (Figura 3B), ambos diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Asari *et al.* (2016) observaram que a inoculação de *B. amyloliquefaciens* (UCMB5113) em *Arabidopsis thaliana* promoveu aumento do crescimento e alongamento lateral das raízes e estimulou o crescimento dos tecidos da parte aérea, sendo observado a produção de citocininas e ácido indol-3-acético pelo microrganismo.

Richter (2015) avaliando o efeito de diferentes MPCP e da aplicação de silício em morangueiro, observaram que as plantas de morangueiro submetidas ao tratamento com Si apresentaram significativamente as maiores médias para área radicular, massa fresca e massa de raízes, massa fresca da parte aérea e massa fresca total. No solo o Si pode competir com o fósforo pelos sítios de absorção nos óxidos de ferro e alumínio, estimulando um maior desenvolvimento vegetal devido a disponibilização de fosfato as raízes (CARTES *et al.*, 2015; ALOVISI *et al.*, 2016). O Si também pode atuar como um elemento benéfico, diminuindo a toxidez do alumínio as raízes (RODRIGUES *et al.*, 2011), influenciando consequentemente a absorção de outros nutrientes do solo e sua translocação para estruturas de reservas, como a coroa (PONTIGO *et al.*, 2015; MALAV & PATEL, 2017; PARK *et al.*, 2018).

O tratamento com *T. asperellum* e Si (T6) além de apresentar as maiores médias para massa seca da parte aérea (MSA) juntamente com o T5 e T3, apresentou as maiores médias para massa seca das raízes (MSR) (Figura 3C) e massa seca total (MST) (Figura 3D), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Sousa et al. (2018) avaliando a aplicação de Si em combinação com diferentes MPCP na cultura do arroz, observaram que a aplicação de Si combinada com *T. asperellum* proporcionou um aumento de 54%, 35% e 65% para massa seca das raízes, comprimento da parte aérea e comprimento das raízes, respectivamente.

Ortega-García *et al.* (2015) observaram que a inoculação de *Trichoderma asperellum* influenciou significativamente o crescimento de bulbos de cebola (*Allium cepa* L.) e induziu a produção de compostos fenólicos e flavonoides nos bulbos de plantas inoculadas, principalmente pelo aumento na disponibilidade de nutrientes e produção de ácido indolacético (AIA) promovidas pelo microrganismo. Zhao e Zhang (2015) observaram que o *T. asperellum* Q1 aumentou significativamente o crescimento de plântulas de pepino sob estresse salino, devido a solubilização de fosfato inorgânico, produção de ácido indolacético (AIA), ácido giberélico (GA) e ácido abscísico (ABA).

**Figura 3** - A) Massa seca da parte aérea (MSA, g planta<sup>-1</sup>); B) massa seca da coroa (MSC, g planta<sup>-1</sup>); C) massa seca das raízes (MSR, g planta<sup>-1</sup>) e D) massa seca total (MST, g planta<sup>-1</sup>) aos 150 DAT do morangueiro submetidos a diferentes tratamentos biológicos com e sem associação ao silício. Tratamentos: T1 = Testemunha; T2 = *A. brasilense*; T3 = *B. amyloliquefaciens*; T4 = *T. asperellum*; T5 = Silício; T6 = *T. asperellum*/Silício; T7 = *T. asperellum*/Silício; T8 = *A. brasilense*/Silício. Valores médios seguido da mesma letra não diferem entre si na coluna pelo Teste de Duncan a 5%.



No presente estudo os tratamentos com *A. brasilense* não influenciaram significativamente as variáveis avaliadas. Contudo, Elías et al. (2018) observaram que as plantas de morangueiro inoculadas com *A. brasilense* (REC3) apresentaram um índice de crescimento de raízes, parte aérea e biomassa total de plantas, 68%, 48% e 51% maior que plantas controle, respectivamente. Em outro estudo, D'Angioli et al. (2017) avaliando a inoculação de *Azospirillum brasilense* (Ab-V4, Ab-V5) na cultura do milho (*Zea mays*), observaram que a inoculação aumentou o comprimento e área das raízes e o *A. brasilense* estimulando a exsudação de carboxilato pelas raízes, influenciando as comunidades microbianas na rizosfera.

No presente estudo, o uso de Silício, a inoculação de *A. brasilense*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens* e a associação desses microrganismos ao Si não influenciaram significativamente os parâmetros físico-químicos dos frutos (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados por Castañeda-Saucedo et al. (2013) para a inoculação de *A. brasilense* em morangueiro, onde a inoculação não teve efeitos ou inibiu o crescimento e a produtividade da cultura, manifestado em baixa produção de biomassa, causando redução de tamanho e peso da fruta.

**Tabela 2** - Avaliações físico-químicas em morangueiro submetido a diferentes tratamentos biológicos com e sem associação ao silício. Massa total de frutos por planta (MFP), massa de frutos comerciais (MFC), massa de frutos não comerciais (MFNC), número total de frutos (NFP), número de frutos comerciais (NFC), número de frutos não comerciais (NFNC), Sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável total (ATT), razão entre sólidos solúveis e acidez titulável total (SS/AT), coloração externa de frutos expressos em coordenadas L\* e croma (c\*).

Tratamentos*	MFP (g. planta <sup>-1</sup> )	MFC (g. planta <sup>-1</sup> )	MFNC (g. planta <sup>-1</sup> )	NFP (planta <sup>-1</sup> )	NFC (planta <sup>-1</sup> )	NFNC (planta <sup>-1</sup> )
T1	34,7 <sup>ns**</sup> ± 4,0	25,2 <sup>ns</sup> ± 3,3	11,4 <sup>ns</sup> ± 0,5	5,7 <sup>ns</sup> ± 0,1	2,7 <sup>ns</sup> ± 0,3	3,0 <sup>ns</sup> ± 0,3
T2	36,3 ± 3,9	27,4 ± 5,8	8,9 ± 2,1	5,2 ± 0,3	2,7 ± 0,7	2,6 ± 0,6
T3	43,7 ± 2,3	32,0 ± 3,0	11,8 ± 1,1	4,7 ± 0,4	2,3 ± 0,7	2,3 ± 0,5
T4	46,3 ± 7,4	34,5 ± 9,4	11,8 ± 3,1	7,2 ± 0,3	3,2 ± 1,2	4,0 ± 0,9
T5	50,1 ± 16,5	35,2 ± 9,8	14,9 ± 6,9	7,2 ± 1,0	3,2 ± 1,2	4,0 ± 1,9
T6	46,9 ± 8,2	36,5 ± 6,6	10,4 ± 1,7	5,8 ± 0,4	3,2 ± 0,7	2,6 ± 0,5
T7	39,1 ± 6,7	25,6 ± 7,3	13,4 ± 1,3	5,1 ± 0,3	2,2 ± 0,6	2,9 ± 0,2
T8	50,6 ± 9,3	38,2 ± 6,2	12,5 ± 5,6	7,3 ± 0,6	3,3 ± 0,5	4,0 ± 1,3
CV (%)	32,0	34,3	47,4	43,7	48,1	51,0

Tratamentos	SS (°Brix)	pH	ATT (mg ácido cítrico 100 g <sup>-1</sup> )	SS/ATT	Coordenada (L*)	Croma (c*)
T1	9,2 <sup>ns**</sup> ± 1,1	3,9 <sup>ns</sup> ± 0,1	0,8 <sup>ns</sup> ± 0,2	11,3 <sup>ns</sup> ± 1,2	20,2 <sup>ns</sup> ± 1,1	9,4 <sup>ns</sup> ± 1,3
T2	9,6 ± 1,8	3,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1	11,3 ± 0,9	18,2 ± 0,1	9,5 ± 0,6
T3	10,6 ± 0,4	3,8 ± 0,1	0,9 ± 0,1	11,8 ± 0,3	20,3 ± 0,5	10,2 ± 0,5
T4	9,4 ± 0,4	3,7 ± 0,1	0,8 ± 0,1	12,7 ± 1,3	18,7 ± 0,8	10,4 ± 0,1
T5	11,3 ± 1,0	3,9 ± 0,1	0,9 ± 0,3	16,8 ± 8,2	19,9 ± 1,2	10,2 ± 0,8
T6	11,2 ± 1,0	3,9 ± 0,1	0,6 ± 0,1	18,8 ± 2,7	19,9 ± 0,9	9,5 ± 0,3
T7	10,5 ± 1,2	3,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1	13,4 ± 1,9	19,7 ± 0,2	10,4 ± 0,9
T8	9,3 ± 0,6	3,7 ± 0,1	0,8 ± 0,1	11,6 ± 2,0	18,5 ± 0,7	9,8 ± 0,6
CV (%)	19,7	3,3	24,7	41,4	7,2	13,3

\* Tratamentos: T1 = Testemunha; T2 = *A. brasilense*; T3 = *B. amyloliquefaciens*; T4 = *T. asperellum*; T5 = Silício; T6 = *T. asperellum*/Silício; T7 = *T. asperellum*/Silício; T8 = *A. brasilense*/Silício.

\*\* Médias e erro padrão. Valores médios seguido da mesma letra não diferem entre si na coluna pelo Teste de Duncan a 5%. ns = não significativo.

Resultados diferentes foram relatados na literatura científica para o Si e *T. asperellum* na qualidade físico-química de frutos. Hajiboland et al. (2017) avaliando os efeitos da aplicação de Silício em morangueiro, observaram que as plantas submetidas aos tratamentos com Si apresentaram significativamente maiores médias para massa seca de frutos, sólidos solúveis, atividade antioxidante, concentração de antocianinas e ácido ascórbico, demonstrando assim que o Si pode melhorar os parâmetros produtivos e qualidade físico-química dos frutos, enquanto que Kowalska (2011) observaram que a inoculação de *T. asperellum* T1 em morangueiro proporcionou um aumento de 32% no rendimento de frutos.

Em geral, os efeitos dos extratos minerais a base de silício aplicados individualmente ou em associação aos microrganismos promotores de crescimento vegetal são variáveis e complexos, podendo influenciar a fisiologia, metabolismo, desenvolvimento vegetativo, fitomassa, área foliar, arquitetura de planta, qualidade físico-química de frutos ou outras variáveis, que podem ou não ser observadas (PII et al., 2015; VEJAN et al., 2016; ETESAMI, 2018; ETESAMI & JEONG, 2018).

### CONCLUSÕES

Os tratamentos influenciaram o crescimento, desenvolvimento e acúmulo de biomassa seca no morangueiro, não apresentando influência nos parâmetros físico-químico dos frutos.

O crescimento e desenvolvimento foram influenciados pelos tratamentos somente nas avaliações aos 60 DAT, onde a inoculação individual de *B. amyloliquefaciens* e a aplicação de silício proporcionaram maiores índices de clorofila.

Para o acúmulo de biomassa seca, a inoculação individual de *B. amyloliquefaciens*, a inoculação de *T. asperellum* em associação ao Si, e aplicação individual de silício proporcionaram maiores acúmulo de massa seca na parte aérea do morangueiro, enquanto que a aplicação individual de silício incrementou a massa seca da coroa e a inoculação de *T. asperellum* em associação ao silício incrementaram a massa seca da raiz e massa seca total.

### AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) pela bolsa de Iniciação Científica e Tecnológica (PRO-ICT/UFFS) e a FAPERGS pela bolsa de Iniciação Tecnológica e Inovação (PROBITI).

### REFERÊNCIAS

ABHILASH, P. C.; DUBEY, R. K.; TRIPATHI, V.; GUPTA, V. K.; SINGH, H. B. Plant growth-promoting microorganisms for environmental sustainability. **Trends in Biotechnology**, v. 34, n. 11, p. 847-850, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167779916300518>>. Acesso em: Abr.2018.

ALOVISI, A. M. T.; FURTINI NETO, A. E.; SERRA, A. P.; ALOVISI, A. A.; TOKURA, L. K.; LOURENTE, E. R. P.; SILVA, R. S.; SILVA, C. F. B., FERNANDES, J. S. Phosphorus and silicon fertilizer rates effects on dynamics of soil phosphorus fractions in oxisol under common bean cultivation. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 30, p. 2697-2707, 2016. Disponível em: <<http://academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/99A3AE859738>>. Acesso em: Abr. 2018.

AMAVIZCA, E.; BASHAN, Y.; RYU, C. M.; FARAG, M. A.; BEBOUT, B. M., BASHAN, L. E. Enhanced performance of the microalga *Chlorella sorokiniana* remotely induced by the plant growth-promoting

bacteria *Azospirillum brasilense* and *Bacillus pumilus*. **Scientific Reports**, v. 7, p. 1-11, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5286510/>>. Acesso em: Abr.2018.

ASARI, S.; TARKOWSKÁ, D.; ROLCÍK; J.; NOVÁK, O.; PALMERO, D. V.; BEJAI, S.; MEIJER, J. Analysis of plant growth-promoting properties of *Bacillus amyloliquefaciens* UCMB5113 using *Arabidopsis thaliana* as host plant. **Planta**, v. 245, n. 1, p. 15-30, 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00425-016-2580-9>>. Acesso em: Abr. de 2018.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Method of Analysis. 18 ed. Washington, DC, USA, 2005.

BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A. M.; LIMÓN, M. C.; CODÓN, A. C. Biocontrol mechanisms of Trichoderma strains. **International Microbiology**, v. 7, n. 4, p. 249-260, 2004. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15666245>>. Acesso em: Abr. 2018.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n.2, p.18-24. 2001.

CANTILLANO, R. F. F.; CASTAÑEDA, L. M. F.; TREPTOW, R. O.; SCHUNEMANN, A. P. P. Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2008. 29 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 75). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/746675>>. Acesso em: Abr. 2018.

CARTES, P.; CEA, M.; JARA, A.; VIOLANTE, A.; LUZ MORA, M. Description of mutual interactions between silicon and phosphorus in Andisols by mathematical and mechanistic models. **Chemosphere**, v. 131, p. 164-170, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653515001836?via%3Dihub>>. Acesso em: Abr. 2018.

CASTAÑEDA-SAUCEDO, M. C.; GÓMEZ-GONZÁLEZ, G.; TAPIA-CAMPOS, E.; MACIEL, O. N.; PÉREZ, J. S. B.; RUJANO SILVA, M. L. Efecto de *Azospirillum brasilense* y fertilización química sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de fruto de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). **Interciencia**, v. 38, n. 10, p. 737-744, 2013. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33929482008>>. Acesso em: Abril de 2018.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de morangueiro em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 10-17, 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362002000100002&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362002000100002&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: Abr. 2018.

COSTA, A. F.; LEAL, N. R.; VENTURA, J. A.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; COSTA, H. Adaptability and stability of strawberry cultivars using a mixed model. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 37, n. 4, p. 435-440, 2015. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/>>

[ActaSciAgron/article/view/18251](#)>. Acesso em: Abr. 2018.

D'ANGIOLI, A. M.; VIANI, R. A. G.; LAMBERS, H.; SAWAYA, A. C. H. F.; OLIVEIRA, R. S. Inoculation with *Azospirillum brasilense* (Ab-V4, Ab-V5) increases *Zea mays* root carboxylate-exudation rates, dependent on soil phosphorus supply. **Plant and Soil**, v. 410, n. 1, p. 499-507, 2017. Disponível em: <<https://slideheaven.com/inoculation-with-azospirillum-brasilense-ab-v4-ab-v5-increases-zea-mays-root-car.html>>. Acesso em: Abr. 2018.

DIEL, M. I.; PINHEIRO, M. V. M.; COCCO, C.; CARON, B. O.; FONTANA, D. C.; MEIRA, D.; THIESEN, L. A.; SCHMIDT, D. Yield and Quality Performance of Italian and American Strawberry Genotypes in Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 2, p. 139-147, 2018. Disponível em: <<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/71548>>. Acesso em: Abr. 2018.

DORDAS, C. Nitrogen nutrition index and leaf chlorophyll concentration and its relationship with nitrogen use efficiency in barley (*Hordeum vulgare* L.). **Journal of Plant Nutrition**, v. 40, n. 8, p. 1190-1203, 2017. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2016.1264596>>. Acesso em Abr. 2018.

ELÍAS, J. M.; GUERRERO-MOLINA, M. F.; MARTÍNEZ-ZAMORA, M. G.; DÍAZ-RICCI, J. C.; PEDRAZA, R. O. Role of ethylene and related gene expression in the interaction between strawberry plants and the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*. **Plant Biology**, v. 20, n. 3, p. 490-496, 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/plb.12697>>. Acesso em: Abr. 2018.

ETESAMI, H.; JEONG, B. R. Silicon (Si): Review and future prospects on the action mechanisms in alleviating biotic and abiotic stresses in plants. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 147, p. 881-896, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651317306619?via%3Dihub>>. Acesso em Abr.2018.

ETESAMI, H. Can interaction between silicon and plant growth promoting rhizobacteria benefit in alleviating abiotic and biotic stresses in crop plants? **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 253, p. 98-112, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880917304978>>. Acesso em Abr. 2018.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S.; SCHMTIZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectiva da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 109-120, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nspe1/a14v33nspe1.pdf>>. Acesso em: Abr. 2018.

FENDRIHAN, S.; CONSTANTINESCU, F.; SICUIA, O.; DINU, S. Azospirillum strains as biofertilizers and biocontrol agents: a practical review. **Journal of Advances in Agriculture**, v. 7, n. 3, p. 1096-1108, 2017. Disponível em: <<https://pjournals.com/index.php/jaa/article/view/6324>>. Acesso em: Abr. 2018.

FINKEL, O. M.; CASTRILLO, G.; PAREDES, S. H.; GONZÁLEZ, I. S.; DANGL, J. L. Understanding and exploiting plant beneficial microbes. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 38, p. 155-163, 2017.

Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369526617300158>>. Acesso em: Abr. 2018.

FRAGOSO, D. B.; CUSTÓDIO, D. P. Uso de agentes de controle biológico e promotores de crescimento de plantas em arroz de terras altas. *Fronteira Agrícola Informativo Técnico*, n. 15, p. 1-3, 2016. Disponível em: <<http://www.cbai2015.com.br/docs/trab-8-3165-257-1507300844.pdf>>. Acesso em: Abr. de 2018.

FRANÇOSO, I. L. T.; COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Alterações físico-químicas em morangueiros (*Fragaria anassa* Duch.) irrigados e armazenados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, n. 3, p. 614-619, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a17v28n3.pdf>>. Acesso em: Abr. 2018.

FLORES-FÉLIX, J. D.; MARCOS-GARCÍA, M.; SILVA, L. R.; MENÉNDEZ, E.; MARTÍNEZ-MOLINA, E.; MATEOS, P. F.; VALÁQUEZ, E.; GARCÍA-FRAILE, P.; ANDRADE, P.; RIVAS, R. *Rhizobium* as plant probiotic for strawberry production under microcosm conditions. *Symbiosis*, v. 67, n. 3, p. 25-32, 2015. Disponível em: <[https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.springer-doi-10\\_1007-S13199-015-0373-8](https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.springer-doi-10_1007-S13199-015-0373-8)>. Acesso em: Abr. 2018.

GUIMARÃES, A. G.; ANDRADE JÚNIOR, V. C. de; ELSAYED, A. Y. A. M.; FERNANDES, J. S. C.; FERREIRA, M. A. M. Potencial produtivo de cultivares de morangueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 37, n. 1, p. 112-120, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452015000100112&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452015000100112&script=sci_abstract)>. Acesso em: Abr. 2018.

HAJIBOLAND, R.; NARGES MORADTALAB, Z. E.; FEIZY, J. Effect of silicon supplementation on growth and metabolism of strawberry plants an three developmental stages. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, v. 46, n. 2, p. 144-161, 2017. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01140671.2017.1373680>>. Acesso em: Abr. 2018.

JESUS, A. A. de; COSTA, E. M. da; NÓBREGA, R. S. A.; DIÓGENES, L. C.; NÓBREGA, J. C. A. Crescimento e nodulação de *Enterolobium contortisiliquum* cultivado em solos de diferentes sistemas de uso no Sudoeste do Piauí. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 37, n. 92, p. 545-553, 2017. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/viewFile/1460/619>>. Acesso em: Abr. 2018.

KAPADIYA, D. B.; SINGH, A.; BHANDARI, A. J.; AHLAWAT, T. R. Effect of plant growth enhancing substances on plant architecture of *Euphorbia milii* var. 'Pink Bold Beauty'. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 6, n. 6, p. 742-748, 2017. Disponível em: <<http://www.phytojournal.com/archives/?year=2017&vol=6&issue=6&part=K&ArticleId=2157>>. Acesso em: Abr. 2018.

KOPPEN, W. *Grundriss der Klimakunde*. Berlin: Walter de Gruyter. 1931. 390 p.

KOWALSKA, J. Effects of *Trichoderma asperellum* [T1] on *Botrytis cinerea* [PERS.: FR.], growth and yield of organic strawberry. *ACTA Scientiarum Polonorum Horticulture*, v. 10, n. 4, p. 107-114, 2011. Disponível em: <[http://www.hortorumcultus.actapol.net/pub/10\\_4\\_107.pdf](http://www.hortorumcultus.actapol.net/pub/10_4_107.pdf)>. Acesso em Abril de 2018.  
KURAS, A.; KORBIN, M. PCo-A analysis of strawberry germplasm used in European breeding programs,

based on evaluation of DNA polymorphism of investigated plants. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 18, n. 2, p. 7-16, 2010. Disponível em: <[http://www.inhort.pl/files/journal\\_pdf/journal\\_2010\\_2/full1%202010\\_2\\_.pdf](http://www.inhort.pl/files/journal_pdf/journal_2010_2/full1%202010_2_.pdf)>. Acesso em: Abril de 2018.

LÓPEZ-ARANDA, J. M.; DOMÍNGUEZ, P.; MIRANDA, L.; SANTOS, B.; TALAVERA, M.; DAUGOVISH, O. Fumigant Use for Strawberry Production in Europe: The Current Landscape and Solutions. **International Journal of Fruit Science**, v. 16, n. 1, p. 1-15, 2016. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15538362.2016.1199995?src=recsys&journalCode=wsfr20>>. Acesso em Abril de 2018.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Functions and transport of silicon in plants. **Cellular and Molecular Life Sciences**, Basel, v. 65, p. 3049-3057, 2008. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18560761>>. Acesso em: Abr. 2018.

MACHADO, J. Strawberry cultivation in Brazil. **Geama Jornal**, v. 2, n. 3, p. 230-238, 2016. Disponível em: <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/863>>. Acesso em: Abr. 2018.

MALAV, J. K.; PATEL, J. K. Phosphorus, Potassium and Sulphur Uptake by Rice as Influenced by Different Levels of Nitrogen and Silicon in Typic Ustochrepts Soil. **Indian Journal of Ecology**, v. 44, n. 3, p. 516-520, 2017. Disponível em: <<http://indianecologicalsociety.com/society/indian-journal-ecology/?yr=2017&issue=Issue%203&volume=Volume%2044>>. Acesso em: Abr. 2018.

MENDIS, H. C.; THOMAS, V. P.; SCHWIENSTEK, P.; SALAMZADE, R.; CHIEN, J. T.; WAIDYARATHNE, P.; KLOPPER, J.; DE LA FUENTE, L. Strain-specific quantification of root colonization by plant growth promoting rhizobacteria *Bacillus firmus* I-1582 and *Bacillus amyloliquefaciens* QST713 in non-sterile soil and field conditions. **Plos One**, v. 13, n. 2, 2018. <http://journals.plos.org/plosone/article/comments?id=10.1371/journal.pone.0193119>

MORAES, I. V. M. de; CENCI, S. A.; BENEDETTI, B. C.; MAMEDE, A. M. G. N.; SOARES, A. G.; BARBOSA, H. T. G. Características físicas e químicas de morango processados minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 274-281, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n2/a03v28n2.pdf>>. Acesso em: Abr. 2018.

NARDI, C. F.; VILLARREAL, N. M.; DOTTO, M. C.; ARIZA, M. T.; VALLARINO, J. G.; MARTÍNEZ, G. A.; VALPUESTA, V.; CIVELLO, P. M. Influence of plant growth regulators on Expansin2 expression in strawberry fruit. Cloning and functional analysis of FaEXP2 promoter region. **Postharvest Biology and Technology**, v. 114, p. 17-28, 2016. Disponível em: <<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-3827e8c6-177e-380e-bfaf-866837ae364a>>. Acesso em: Abr. 2018.

NEDERKOORN, C.; THEIBEN, J.; TUMMERS, M.; ROEFS, A. Taste the feeling or feel the tasting: Tactile exposure to food texture promotes food acceptance. **Appetite**, v. 120, n. 1, p. 297-301, 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28939407>>. Acesso em: Abr. 2018.

ORTEGA-GARCÍA, J. G.; MONTES-BELMONT, R.; RODRÍGUEZ-MONROY, M.; RAMÍREZ-TRUJILLO, J. A.; SUÁREZ-RODRÍGUEZ, R.; SUPÚLVEDA-JIMÉDEZ, G. Effect of *Trichoderma asperellum* applications and mineral fertilization on growth promotion and the content of phenolic compounds and flavonoids in onions. **Scientia Horticulturae**, v. 195, p. 8-16, 2015. Disponível em: <<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-b9ca09e7-d849-3110-943e-8bc1fcb649e7>>. Acesso em: Abr. 2018.

PARK, Y. G.; MUNNER, S. KIM, S.; HWANG, S. J.; JEONG, B. R. Silicon application during vegetative propagation affects photosynthetic protein expression in strawberry. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 59, n. 2, p. 167-177, 2018. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13580-018-0022-2>>. Acesso em: Abr. 2018.

PII, Y.; MIMMO, T.; TOMASI, N.; TERZANO, R.; CESCO, S.; CRECCHIO, C. Microbial interactions in the rhizosphere: beneficial influences of plant growth-promoting rhizobacteria on nutrient acquisition process. A review. **Biology and Fertility of Soils**, v. 51, n. 4, p. 403-415, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00374-015-0996-1>>. Acesso em: Abr. 2018.

PONTIGO, S.; RIBERA, A.; GIANFREDA, L.; MORA, M. L.; NIKOLIC, M.; CARTES, P. Silicon in vascular plants: uptake, transport and its influence on mineral stress under acidic conditions. **Planta**, v. 242, n. 1, p. 23-37, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26007688>>. Acesso em: Abr. 2018.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2018.

RAMOS, R. F.; PAVANELO, A. M.; PRADO, F. C.; SOUZA, S. S.; BETEMPS, D. L. Análise do índice relativo de clorofila em fisalis através de diferentes medidores portáteis. **Agrarian Academy**, v. 5, n. 9, p. 10-18, 2018. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2018a/Analise%20do%20indice.pdf>>. Acesso em: Ago. de 2018.

RICHTER, A. F. Crescimento de mudas de morangueiro através da inoculação de *Trichoderma*, Rizóbio e incorporação de silício. 2015. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo-RS, 2015. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/958>>. Acesso em: Abr. 2018.

RODRIGUES, C. R.; RODRIGUES, T. M.; QUEIROZ LUZ, J. M.; SOUZA, B. F.; SOUZA, J. B.; NUNES, A. C. P.; TRINDADE, P. R. Clorofila *a* e *b* de tomateiro tratado com silicato de potássio e fungicida. **Global Science and Technology**, v. 9, n. 2, p. 54-64, 2016. Disponível em: <<https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/806>>. Acesso em: Abr. 2018.

RODRIGUES, F. A.; OLIVEIRA, L. A. de; KORNDORFER, A. P.; KORDORFER, G. H. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações Agrônomicas**, Estados Unidos, n. 134, p. 14-20, 2011. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/\\$FILE/Page14-20-134.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/$FILE/Page14-20-134.pdf)>. Acesso em: Abr. 2018.

RYSIN, O.; McWHIRT, A.; FERNANDEZ, G.; LOUWS, F. J.; SCHOEDER-MORENO, M. Economic Viability and Environmental Impact Assessment of Three Different Strawberry Production Systems in the Southeastern United States. **HortTechnology**, v. 5, n. 4, p. 585-594, 2015. Disponível em: <<http://horttech.ashspublications.org/content/25/4/585.full>>. Acesso em: Abr. 2018.

SARAF, M.; THAKKAR, A.; PANDYA, U.; JOSHI, M.; PARIKH, J. Potential of plant growth promoting microorganisms as biofertilizers and biopesticides and its exploitation in sustainable agriculture. **Journal of Microbiology and Biotechnology Research**, v. 3, n. 5, p. 54-62, 2013. Disponível em: <<https://jmbonline.com/index.php/JMBR/article/view/303>>. Acesso em: Abr. 2018.

SHERIDAN, C.; DEPUYDT, P.; DE RO, M.; PETIT, C.; VAM GYSEGEM, E.; DELAERE, P.; DIXON, M.; STASIAK, M.; ACIKSOZ, S. B.; FROSSARD, E.; PARADISO, R.; PASCALE, S. de; VENTORINO, V.; MEYER, T. de; SAS, B.; GEELLEN, D. Microbial Community Dynamics and Response to Plant Growth-Promoting Microorganisms in the Rhizosphere of Four Common Food Crops Cultivated in Hydroponics. **Microbial Ecology**, v. 73, n. 2, p. 378-393, 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27645138>>. Acesso em: Abr. 2018.

SCHMITT, O. J.; ANDRIOLO, J. L.; SCHULTZ, E.; LERNER, M. A.; SOUZA, J. M.; PICIO, M. D. Produção de estolhos de cultivares de morangueiro em função da condutividade elétrica da solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista - BA, v. 34, n. 2, p. 294-301, 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362016000200294&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362016000200294&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: Abr. 2018.

SONG, A.; FAN, F.; LI, Z.; LIANG, Y. The Effect of silicon on photosynthesis and expression of its relevant genes in rice (*Oryza sativa* L.) under high-zinc stress. **Plos One**, v. 9, n. 11, p. 1-21, 2014. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0113782>>. Acesso em: Abr. 2018.

SOUSA, T. P.; SOUZA, A. C. A.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; CORTÊS, M. V.; PINHEIRO, H. A.; SILVA, G. B. Bioagents and silicon promoting fast early upland rice growth. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 3657-3668, 2018. Disponível em: <<https://slideheaven.com/bioagents-and-silicon-promoting-fast-early-upland-rice-growth.html>>. Acesso em: Abr. 2018.

TUBANA, B. S.; BADU, T.; DATNOFF, L. E. A Review of silicon in soils and plants and its role in US agriculture: history and future perspectives. **Soil Science**, v. 181, n. 10, p. 393-411, 2016. Disponível em: <[http://planttuff.com/wp-content/uploads/2016/01/A\\_Review\\_of\\_Silicon\\_in\\_Soils\\_and\\_Plants\\_and\\_Its.99600.pdf](http://planttuff.com/wp-content/uploads/2016/01/A_Review_of_Silicon_in_Soils_and_Plants_and_Its.99600.pdf)>. Acesso em: Abr. 2018.

VEJAN, P.; ABDULLAH, R.; KHADIRAN, T.; ISMAIL, S.; BOYCE, A. N. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability: a review. **Molecules**, v. 21, n. 573, p. 1-17, 2016. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1420-3049/21/5/573>>. Acesso em: Abr. 2018.

WU, F.; GUAN, Z.; WHITAKER, V. Optimizing yield distribution under biological and economic constraints: Florida strawberries as a model for perishable commodities. **Agricultural Systems**, v. 41, p. 113-120, 2015. Disponível em: <<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-53e37d61->

[d0f7-39bd-8947-5b90d40e49a1](#)>. Acesso em: Abr. 2018.

WU, S.; ZHUANG, G.; BAI, Z.; CEN, Y.; XU, S.; SUN, H.; HAN, X.; ZHUANG, X. Mitigation of nitrous oxide emissions from acidic soils by *Bacillus amyloliquefaciens*, a plant growth-promoting bacterium. **Global Change Biology**, v. 24, n. 1, p. 1-14, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29251817>>. Acesso em Abr. 2018.

ZHAO, B.; LIU, Z.; ATA-UI-KARIM, S. T.; XIAO, J.; LIU, Z.; QI, A.; NING, D.; NAN, J.; DUAN, A. Rapid and nondestructive estimation of the nitrogen nutrition index in winter barley using chlorophyll measurements. **Field Crops Research**, v. 185, p. 59-68, 2016. Disponível em: <<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-6cef0fbc-f5d1-36af-a627-2494f708668e>>. Acesso em: Abr. 2018.

ZHAO, L.; ZHANG, Y. Q. Effects of phosphate solubilization and phytohormone production of *Trichoderma asperellum* Q1 on promoting cucumber growth under salt stress. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 8, p. 1588-1597, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311914609667>>. Acesso em: Abr. 2018.

# EFEITO DO FITOFÁRMACO MENTALIV® SOBRE FUNÇÕES DE NEUTRÓFILOS E EOSINÓFILOS

GILENO, Miriane Costa\* - Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade de Araraquara, UNIARA, Departamento de Análises Clínicas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas Araraquara, UNESP; FONSECA, Luis Marcos. - Departamento de Análises Clínicas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas Araraquara, UNESP; RODRIGUES, Vanderlei. - Departamento de Patologia e Medicina Legal da Faculdade Medicina de Ribeirão Preto, USP; SOARES, Edson Garcia. - Departamento de Princípios Ativos Naturais e Toxicologia, Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, UNESP; SACRAMENTO, Luis Vitor Silva. - Departamento de Morfologia e Patologia, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar; ANIBAL, Fernanda Freitas. - Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, UNIARA,  
\*Autor para correspondência e-mail: mcostagileno@yahoo.com.br

Recebido em: 10/06/2018  
Aprovação final em: 15/09/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.588>

**RESUMO:** A *Mentha piperita* L. tem sido estudada pelo nosso grupo como possível fitofármaco para tratamento de doenças que promovem respostas inflamatórias intensa, mediadas por eosinófilos e neutrófilos. Assim, analisar os efeitos antioxidantes e produção de citocinas por essas células é importante para entender o efeito desses compostos na resposta imune inata e efetora. Dessa forma, utilizou-se um fitofármaco (Mentaliv®) proveniente da *M. piperita* e avaliou a enzima mieloperoxidase (MPO) em neutrófilos por meio da quimiluminescência dependente de luminol (QLDLum) e da lucigenina. E os níveis de IL-4, IL-6 e TNF- $\alpha$  e a QLDLum em eosinófilos. Nossos resultados demonstraram que em neutrófilos houve inibição da produção de radical ânion superóxido e da NADPH oxidase após tratamento com o fitofármaco. Entretanto, os níveis de IL-4 foi maior após o tratamento. Esses dados sugerem que esse fitofármaco apresenta atividade anti-inflamatória, por meio do controle dos produtos secretados durante as respostas inflamatórias, principalmente como pode ocorrer durante infecções e processos inflamatórios crônicos de diversas doenças, onde se observa uma acentuada eosinofilia tecidual, com presença significativa de PMN no sangue e no tecido.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Mentha piperita*; Neutrófilos; Eosinófilos.

## EFFECT OF PHYTOPHARMACEUTICAL MENTALIV® ON NEUTROPHIL AND EOSINOPHIL FUNCTIONS

**ABSTRACT :** *Mentha piperita* L. has been studied by our group as a possible phytopharmacological drug for the treatment of diseases that promote intense inflammatory responses mediated by eosinophils and neutrophils. Thus, the analysis of antioxidant effects and cytokine production by these cells is important to understand the effect of these compounds on the innate and effector phase of adaptive immune response. In this way, an essential oil from *M. piperita* (Mentaliv®) was used and the myeloperoxidase enzyme activity (MPO) in neutrophils was evaluated by luminol-dependent chemiluminescence assay (QLDLum) and lucigenin (QLDLuc). The levels of IL-4, IL-6 and TNF- $\alpha$  and QLDLum in eosinophils were also evaluated. Our results showed an inhibition of the production of superoxide anionic radicals and NADPH oxidase in neutrophils after the essential *M. piperita* oil treatment. However, IL-4 levels were increased after treatment. These data suggest that this phytopharmaceutical has anti-inflammatory activity, by controlling the secreted products during the inflammatory responses, mainly as can occur during infections and chronic inflammatory processes of several diseases, which present a strong tissue

eosinophilia with significant presence of PMN in blood and tissue.

**KEYWORDS:** *Mentha piperita*; Neutrophils; Eosinophils.

### INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais é uma prática secular baseada no conhecimento popular e transmitida durante gerações; desta forma, agregar garantias científicas a essa prática terapêutica traz variadas vantagens, como baixo custo e fácil acesso, diminuição de efeitos adversos e evitar ou diminuir os riscos de intoxicação por uso inadequado (NASCIMENTO *et al.*, 2000; CASTRO *et al.*, 2007). Neste sentido, a investigação de substâncias naturais como fonte de novos agentes terapêuticos tem aumentado potencialmente, onde diferentes extratos de plantas medicinais, condimentares e aromáticas têm sido testados (NASCIMENTO *et al.*, 2000; CASTRO *et al.*, 2007; DINIS, 2010; GONÇALVES *et al.* 2009).

A *Mentha piperita* L, conhecida como hortelã pimenta é popularmente usada para fins terapêuticos e alimentícios (LORENZI; MATOS, 2002). Embora sua origem seja a Europa e o Oriente Médio, a *M. piperita* L. está bem difundida na cultura brasileira e pode ser cultivada em qualquer área do território nacional. Tem-se verificado cientificamente o uso popular de plantas com a finalidade de obtenção dos mais variados efeitos medicamentosos, incluindo sua aplicação como antimicrobianos e vermífugos (CASTRO *et al.*, 2007; BURT, 2004).

De acordo com a literatura, diversos compostos químicos descritos foram isolados a partir das folhas da planta e do seu óleo extraído Os ácidos graxos, da fração lipídica não-polar são determinados pelos ácidos palmítico e linoléico O principal componente volátil é o mentol (33-60%), seguido de mentona (15-32%), isomentona (2-8%), 1,8-cineol (Eucaliptol) (5-13%), acetato de menthyl (2-11%), mentofurano (1-10%), limoneno (1-7%),  $\beta$ -mirceno(0,1-1,7%),  $\beta$ -cariofileno (2-4%), pulegona (0.5-1,6%) e carvona (1%)( ZHELJAZKOV *et al.*, 2010; ISCAN *et al.* 2002; SCAVRONI *et al.* 2005).

Alguns autores mostraram que o uso do extrato etanólico dessa planta reduziu e alterou a morfologia e a viabilidade da *Giardia lamblia* *in vitro* (VIDAL *et al.*, 2007). No que se refere ao óleo essencial de *Mentha piperita*, ele possui ação contra várias cepas bacterianas, tais como: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenos*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecium*, entre outras (SARTORATTO *et al.* 2004; AGGARWAL *et al.* 2002; AH MAD e BEG, 2001; AMR e EMAN, 2003; ANSARI *et al.* 2000) e atividade antileishmanicida e virucida (BRITO, 2007; LEITE *et al.* 2009; SCHUHMACHER *et al.* 2003).

A escolha dos neutrófilos para os ensaios antioxidantes, se dá por serem células que constituem um importante componente da defesa inata do organismo contra patógenos e usualmente são as primeiras células a chegarem aos locais de infecção e/ou inflamação (VERHOC; VISSER, 1993). Para destruir os patógenos fagocitados, o neutrófilo utiliza procedimentos oxidativos e não oxidativos. Há tempo, foi descoberto que neutrófilos durante o processo fagocitário consomem oxigênio (IYER *et al.*, 1961) que é protagonizado por um complexo enzimático conhecido como NADPH oxidase de membrana (CHANOCK, 1994; SEGAL; ABO, 1993). O sistema NADPH oxidase nos neutrófilos, constitui um modelo essencial nas respostas imunológicas, no entanto, também está envolvido no dano tissular associado a muitas doenças inflamatórias, principalmente as crônicas. As espécies reativas de oxigênio (ERO) podem ser consideradas como intermediários benéficos em relação à ação bactericida, mas também podem ser deletérias ao próprio tecido em condições de estimulação prolongada. Uma das enzimas chaves na via oxidativa é a mieloperoxidase (MPO). A MPO (E.C. 1.11.1.7, MPO) é uma enzima que contém heme e na presença de peróxido de hidrogênio é efetiva na morte de vários microrganismos, além de exercer uma grande

variedade de funções extracelulares, as principais fontes dessa enzima são leucócitos polimorfonucleares, sendo uma enzima específica da série mielóide (TOBLER; KOEFFLER, 1991). O mecanismo da ação da MPO envolve a sua forma férrica com  $H_2O_2$  (MPO I), o qual oxida  $Cl^-$  formando HOCl e este último oxida outras biomoléculas, como a taurina formando cloramínas que também é importante na destruição de microrganismos (HAMPTON *et al.*, 1998). Vários estudos colocam os neutrófilos como células-chaves, influenciando fortemente o direcionamento da resposta imunológica na imunidade inespecífica. (FERRANT *et al.*, 1991); IL-1 (MCCOLL *et al.*, 1992) e IL-8 (BROADDUS *et al.*, 1994; CASSATELLA, 1995; GROSS *et al.*, 1992; BARR *et al.*, 2017; FERRANT *et al.* 1991).

Eosinófilos foram observados pela primeira vez por Wharton Jones em 1846, em preparações não coradas de sangue periférico (KITA, 2013). O citoplasma dos eosinófilos é rico em grânulos contendo proteínas catiônicas, como a Proteína Básica Maior (MBP); a Proteína Catiônica dos Eosinófilos (ECP); a Proteína Neurotóxica dos Eosinófilos (EDN) e a Peroxidase dos Eosinófilos (EPO), além de outras enzimas como colagenase e cristais de Charcot-Leyden (CLC), que é uma proteína com atividade de lisofosfolipase e expressam também moléculas de adesão como LFA-1, Mac-1 e VLA-4 que estão envolvidas na sua aderência ao endotélio vascular (KITA, 2013). Tais granulócitos podem também secretar uma série de potentes mediadores como,  $LTB_4$ ,  $LTC_4$ , PGE-1, PAF (Fator Ativador de Plaquetas) e citocinas como GM-CSF, CXCL8, IL-3, IL-4, IL-10 e  $IFN-\gamma$  (KITA, 1996; BANDEIRA-MELO *et al.* 2001).

A migração dos eosinófilos do sangue para os tecidos é dependente de vários fatores quimiotáticos e na fase crônica de doenças torna-se fundamental para mediar a gravidade do processo inflamatório, onde o seu número aumentado contribui para ampliação da resposta inflamatória, assim como para potencializar formação de granuloma, e conseqüentemente contribuindo para o desenvolvimento de fibrose em alguns tipos de infecção parasitária (ARAUJO *et al.*, 1999; DEJANI *et al.* 2014; CHITSULO *et al.* 2000; MEEUSEN; BALIC 2000; MELO *et al.* 2009).

Dessa forma, a escolha do neutrófilo e do eosinófilo com importantes células da imunidade inespecífica se faz de grande valia para esse estudo. E como há algum tempo nosso grupo busca avaliar a atividade anti-inflamatória da *M. piperita* em diferentes modelos de doenças parasitárias, tivemos como objetivo determinar quais os efeitos desses compostos na atividade efetora de neutrófilos e eosinófilos *in vitro*.

## **MATERIAL E Métodos**

### **FITOFÁRMACO**

Óleo essencial de *Mentha piperita* (cápsula gelatinosa mole revestida de 200 mg- nome comercial MENTALIV®), contendo 30 % -55% de mentol e 14%-32% de mentona, laboratório Apsen.

### **SEPARAÇÃO DE NEUTRÓFILOS**

Os neutrófilos foram isolados do sangue periférico de indivíduos normais por gradiente de densidade usando Histopaque 1077/1119, logo após coleta com o ácido etilenodiaminotetracético dipotássico (ENGLISH; ANDERSEN, 1974). O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com humanos, sob o protocolo nº. 1047/09.

### **AValiação da inibição da produção de EROS do “BURST” oxidativo. Ensaio de Quimiluminescência dependente do luminol (QLDLUM)**

A oxidação do luminol pode ocorrer tanto pelo sistema MPO/ $H_2O_2$  (ação peroxidásica) como devido a reação luminol/HOCl com a formação de uma diazoquinona que posteriormente reage com  $H_2O_2$  formando aminoftalato eletronicamente excitado, que ao voltar para o estado fundamental emite luz

(ALLEN, 2000), portanto a quimiluminescência dependente do luminol (QLDLum) é utilizada para detecção de todas as ERO formadas no “burst” oxidativo.

Para a realização dos testes adicionou-se a placa de leitura: tampão PBS suplementado, luminol ( $1 \times 10^{-5}$ M), suspensão celular de neutrófilos ( $1 \times 10^6$  células/mm<sup>3</sup>), o fitofármaco em diferentes concentrações diluído em PBS (10 µg/mL, 50 µg/mL, 100 µg/mL, 250 µg/mL, e 500 µg/mL) e zymozan opsonizado. O tempo de reação foi de 30 minutos (GALICE *et al.*, 2006; KITAGAWA *et al.*, 2003).

#### **AVALIAÇÃO DA INIBIÇÃO DA PRODUÇÃO DE EROS DO “BURST” OXIDATIVO. ENSAIO DE QUIMILUMINESCÊNCIA DEPENDENTE DA LUCIGENINA (QLDLUC)**

A lucigenina (Nitrato bis-N-metil acridina) é usada especificamente para quantificação da geração de radical ânion superóxido no ‘burst’ respiratório de neutrófilos e outras células (ALVES *et al.*, 2003; GASPARINI *et al.*, 1998). A reação se inicia com a redução univalente da lucigenina para o radical correspondente, que então reage com o ânion superóxido, para produzir um intermediário dioxetano, que é decomposto em duas moléculas de acridina, estando uma delas no estado eletrônico excitado e capaz de emitir luz ao retornar ao estado fundamental (FAULKNER; FRIDOLVICH 1993; SPASOJEVIC *et al.*, 2000).

Para a realização do teste a lucigenina se encontrava na concentração final de 10 µM e manteve-se as condições de reação da avaliação da quimiluminescência do luminol (KITAGAWA *et al.*, 2003).

#### **AVALIAÇÃO DO EFEITO DA MISTURA MENTOL/MENTONA NO SISTEMA MPO/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> - ENSAIO COM TMB**

Avaliou-se o efeito do fitofármaco em diferentes concentrações (10 µg/mL, 50 µg/mL, 100 µg/mL, 250 µg/mL, e 500 µg/mL) na oxidação do segundo a técnica de Marques e Dunford (1997).

#### **LEUCOTOXICIDADE (ESTUDO MORFOLÓGICO)**

Foram adicionados em tubos tipo *ependorf*: PBS, neutrófilos ( $1 \times 10^6$  células/mL), diferentes concentrações do fitofármaco (concentrações finais: 10 µg/mL, 50 µg/mL, 100 µg/mL, 250 µg/mL, e 500 µg/mL) e PMA (0,1 µM). O tempo de incubação foi de trinta minutos a temperatura ambiente. Em seguida, 100 µL da reação foram transferidos para uma citocentrífuga (CytoSpin) para confecção de lâmina e posterior coloração com corante hematológico (May Grounwald/Giemsa). A leitura das lâminas foi realizada em objetiva de imersão (100x), determinando-se qualitativamente a morfologia celular das lâminas em relação aos controles positivo e negativo.

#### **OBTENÇÃO DE EOSINÓFILOS DE CAMUNDONGOS (SPEIRS AND DREISBACH, 1955)**

Utilizando-se soro de cavalo 1:50 em solução fisiológica, foram realizadas 5 a 7 injeções subcutâneas (intraperitoneal), 0,5 mL a cada 48 horas nos ratos. Após a última injeção aguardou-se 24 horas. Os ratos foram sacrificados em câmara de CO<sub>2</sub>, os eosinófilos foram obtidos lavando-se a cavidade abdominal com PBS.

Para a dosagem de citocinas, as células foram incubadas ou não com a mistura mentol/mentona em diferentes concentrações (10 µg/mL, 50 µg/mL, 100 µg/mL, 250 µg/mL, e 500 µg/mL) por 30 minutos a 37° C, após os tubos contendo as células foram centrifugados a 500 g por 10 minutos e o sobrenadante livre de células foi coletado e submetido a congelamento à -20°C até o momento do ensaio de quantificação de citocinas (IL-4, IL-6 e TNF-α) por ensaio imunoenzimático. O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de São Carlos –CEEA-/UFSCar, protocolo nº. 008/2009.

### **AVALIAÇÃO DA INIBIÇÃO DA PRODUÇÃO DE EROs DO “BURST” OXIDATIVO. ENSAIO DE QUIMILUMINESCÊNCIA DEPENDENTE DO LUMINOL (QLDLUM) COM EOSINÓFILOS**

A peroxidase eosinofílica (EPO) tem 80 % de homologia com a mieloperoxidase (MPO). A oxidação do luminol pode ocorrer tanto pelo sistema peroxidase/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (ação peroxidásica) como devido a reação luminol/HOCl (ALLEN 2000), portanto a quimiluminescência dependente do luminol (QLDLum) é utilizada para detecção de todas as ERO formadas no “burst” oxidativo, também em eosinófilos.

A mesma solução de luminol e zymozan utilizadas na quimiluminescência com neutrófilos foi utilizada na quimiluminescência com eosinófilos. O fitofármaco foi preparado na seguinte concentração em PBS: 2500 µg/mL, sendo suas concentrações finais na reação: 10 µg/mL, 50 µg/mL, 100 µg/mL, 250 µg/mL, e 500 µg/mL.

Para a realização dos testes adicionou-se a placa de leitura : tampão PBS suplementado, luminol (1 x 10<sup>-5</sup>M), suspensão celular de eosinófilos (5 x 10<sup>6</sup> células/mm<sup>3</sup>), o óleo em diferentes concentrações e zymozan opsonizado. O tempo de reação foi de 30 minutos (KITAGAWA *et al.*, 2003; GALICE *et al.*, 2006).

#### **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os resultados foram expressos como média e desvio padrão e comparados por análise de variância (Anova) seguido de teste-t de Student onde foi estabelecido o nível de significância de p<0,05. Todos os experimentos foram realizados no mínimo em triplicata.

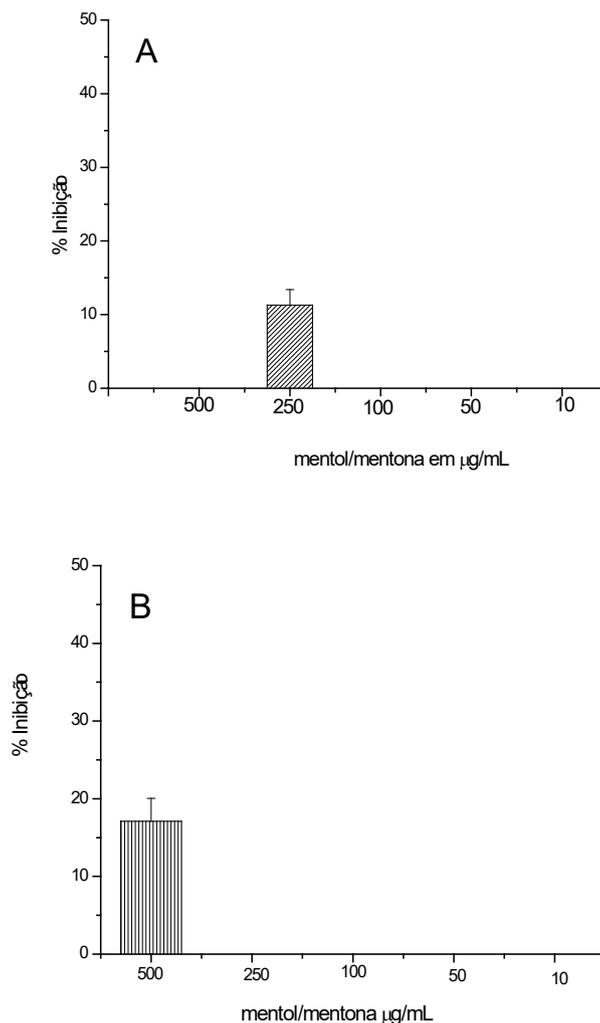
#### **RESULTADOS**

Avaliação do Efeito supressor do fitofármaco em neutrófilos e eosinófilos

Substâncias antioxidantes são compostos que atuam inibindo ou diminuindo os efeitos provocados pelas substâncias oxidantes ou radicais livres, neste caso estamos avaliando o potencial antioxidante da mistura mentol/mistura na inibição da produção de espécies reativas de oxigênio (ERO). Com relação à quimiluminescência do luminol, não observamos inibição da produção de ERO pelo fitofármaco, pois a inibição encontrada em uma única concentração foi pequena (**Figura 01A e 01B**).

O efeito supressor do fitofármaco. sobre o “burst” oxidativo dos neutrófilos humanos e eosinófilos de camundongos e conseqüentemente, sobre a produção das ERO, está demonstrado nas **Figura 01A e 01B**. Somente nas maiores concentrações de 250 e 500 µM ocorreu uma pequena inibição (11,3 e 16,8% respectivamente) nos EROs. No entanto, como esta inibição foi pequena e ocorreu somente em uma concentração, podemos dizer que foi irrelevante.

**Figura 01** - Efeito do fitofármaco contendo a mistura mentol/mentona em diferentes concentrações sobre a inibição da produção de EROs no “burst” oxidativo de (A) neutrófilos estimulados por zymozan opsonizado e (B) eosinófilos estimulados por zymozan opsonizado (estudo da quimiluminescência do luminol- QLDLum).

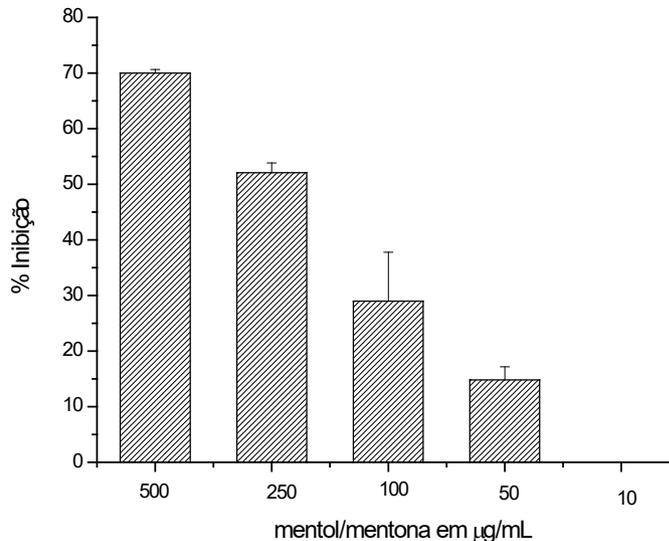


#### EFEITO SUPRESSOR DO FITOFÁRMACO EM NEUTRÓFILOS ESTIMULADOS POR ZYMOZAN

Com relação à supressão da produção de radical ânion superóxido os resultados estão demonstrados na **Figura 02**, e com exceção da concentração de 10 µM, todas as outras inibiram a produção do ânion superóxido pelo ensaio com a lucigenina e a inibição foi dependente da concentração do fitofármaco (inibição de 70% com a concentração de 500 µM).

O efeito inibitório pode ser sobre o sistema NADPH oxidase de membrana ou uma ação “scavanger” para o ânion superóxido. A quimiluminescência dependente da lucigenina (QLDluc) tem sido usada em sistemas biológicos como uma avaliação de eventos extracelulares, pela detecção do radical ânion superóxido, sendo um método de escolha na avaliação do funcionamento do sistema NADPH oxidase de membrana.

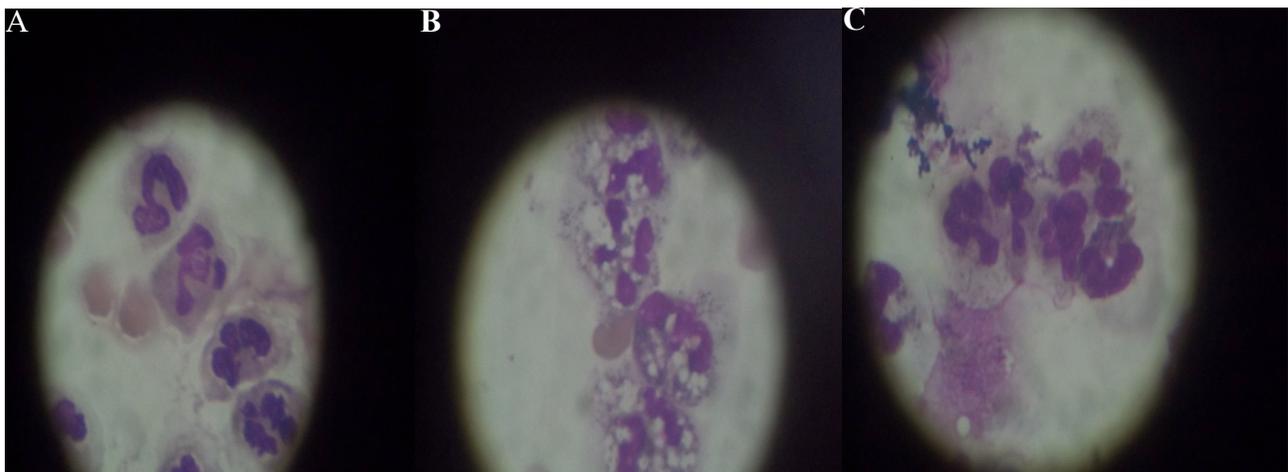
**Figura 02** - Efeito do fitofármaco contendo a mistura mentol/mentona em diferentes concentrações sobre a inibição da produção de radical ânion superóxido por neutrófilos estimulados por zymozan opsonizado (estudo da quimiluminescência da lucigenina - QLDLuc).



#### LEUCOTOXICIDADE (ESTUDO MORFOLÓGICO)

A **Figura 03** demonstra as fotomicrografias dos neutrófilos na presença do estímulo da fagocitose o PMA, e a conseqüente formação de vacúolo devido sua presença (controle positivo). Neste ensaio podemos observar a proteção do fitofármaco contendo a mistura mentol/mentona frente ao estímulo PMA, está proteção esteve presente em todas as concentrações, mas com maior evidência nas concentrações de 10 e 50 µM.

**Figura 03** - Fotomicrografia da morfologia dos neutrófilos sob efeito da estimulação do PMA e proteção exercida pelo fitofármaco. **A:** controle negativo (células sem a presença do estímulo PMA). **B:** controle positivo (células + PMA). **C:** neutrófilos ativados por PMA sob ação do fitofármaco 10 µM. Coloração: May-Grunwald-Giemsa. .Aumento 1000x.



**AVALIAÇÃO DO EFEITO FITOFÁRMACO NO SISTEMA MPO/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> - ENSAIO COM TMB**

A **Tabela 01** demonstra o ensaio de avaliação de atividade da mieloperoxidase pela oxidação do TMB, na ausência e presença do fitofármaco contendo a mistura mentol/mentona em diferentes concentrações. Não observamos diferenças significativas entre o grupo sem o composto e na presença do composto, portanto não ocorreu inibição da enzima. Portanto, provavelmente, seu efeito deva ser mais em nível de membrana celular.

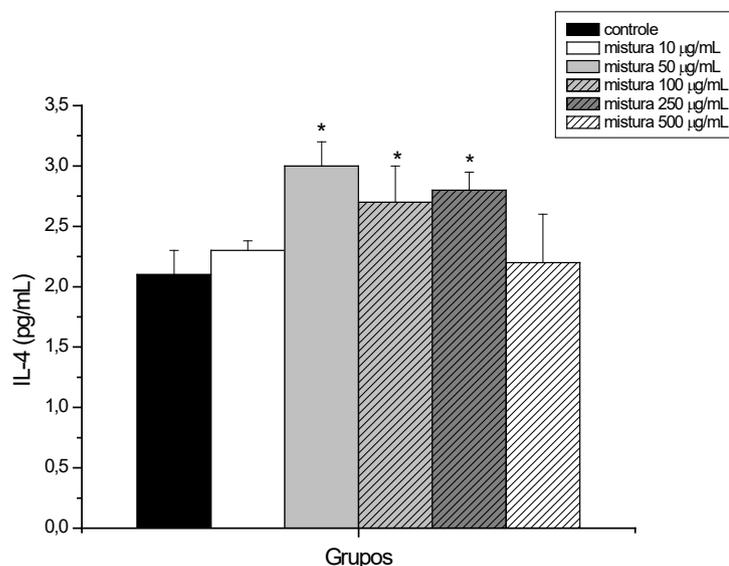
**Tabela 01** - Atividade da enzima MPO analisada pelo ensaio com TMB (pH 5,4) na ausência e presença fitofármaco diferentes concentrações.

Grupos	△ A 652/min	Unidades/mL
Sistema Completo	0,05 ± 0,0028	0,255 ± 0,02
+ Mentaliv® 10 µg/mL	0,046 ± 0,0028	0,23 ± 0,01
+ Mentaliv® 50 µg/mL	0,054 ± 0,0028	0,275 ± 0,02
+ Mentaliv® 100 µg/mL	0,0486 ± 0,0037	0,245 ± 0,02
+ Mentol 250 µg/mL	0,0525 ± 0,0057	0,27 ± 0,03
+ Mentaliv® 500 µg/mL	0,04 ± 0,0076	0,2 ± 0,04

**DETECÇÃO DE IL-4, IL-6 E TNF-ALFA EM CULTURA DE EOSINÓFILOS NA PRESENÇA DO FITOFÁRMACO.**

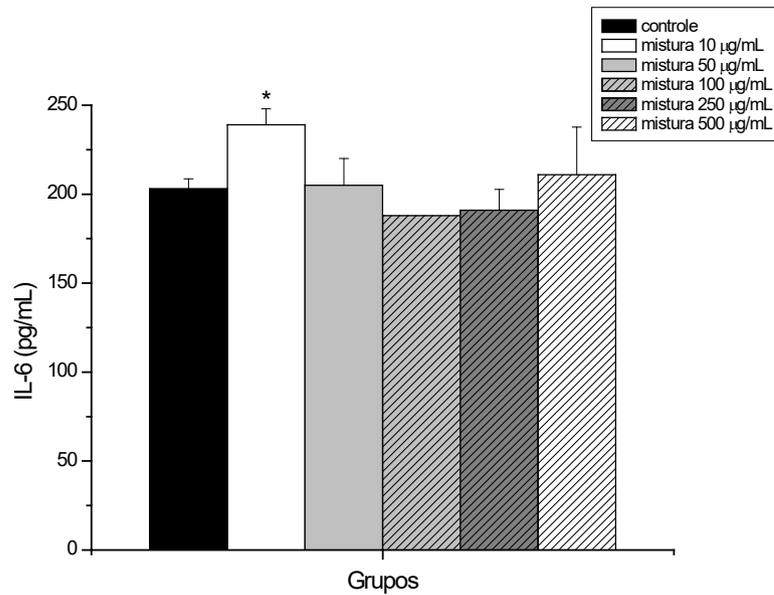
Como apresentado nas **Figuras 04, 05 e 06**, observamos que pelo menos em uma concentração do fitofármaco ocorreu aumento na liberação das citocinas estudadas, no entanto o resultado ficou mais evidente com a IL-4 onde com as concentrações de fitofármaco 50, 100 e 250 µg/mL a liberação desta citocina foi significativamente maior. E o mesmo ocorreu para secreção de TNF-α na concentração de 250 µg/mL.

**Figura 04** - Liberação de IL-4 de eosinófilos, incubados com fitofármaco contendo mentol/ mentona em diferentes concentrações.



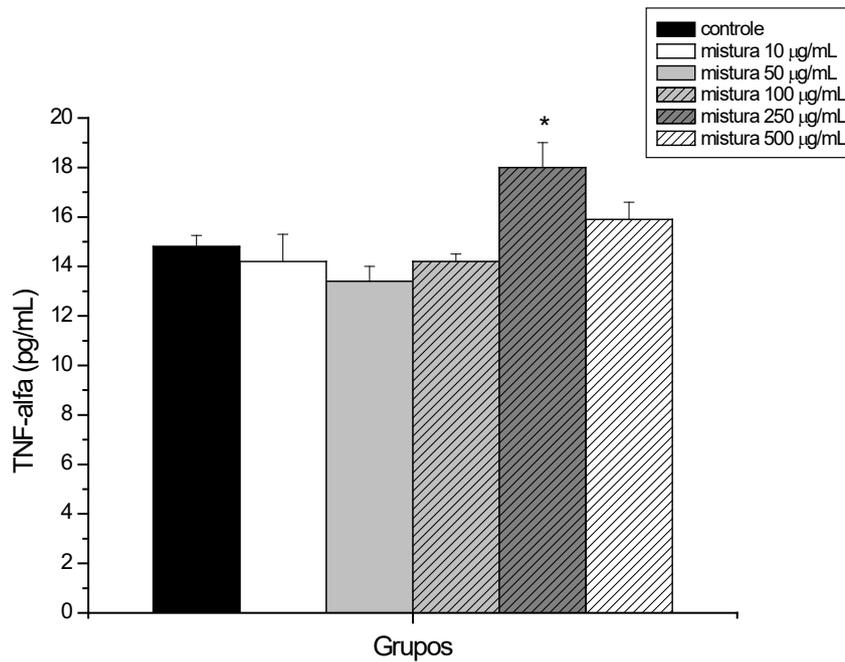
\*p<0,05 quando comparado ao sistema completo na ausência da mistura mentol/mentona.

**Figura 05** - Liberação de IL-6 de eosinófilos, incubados com fitofármaco contendo mentol/ mentona em diferentes concentrações.



\*p<0,05 quando comparado ao sistema completo na ausência da mistura mentol/mentona.

**Figura 06** - Liberação de TNF-alfa de eosinófilos, incubados com fitofármaco contendo mentol/ mentona em diferentes concentrações.



\*p<0,05 quando comparado ao sistema completo na ausência da mistura mentol/mentona.

## DISCUSSÃO

A reação inflamatória é uma resposta do organismo contra agentes agressores, caracteriza-se pelo aumento do fluxo sanguíneo e da permeabilidade vascular, pela migração de células inflamatórias como neutrófilos, de forma muito significativa eosinófilos, macrófagos e linfócitos. O mecanismo responsável pelo acúmulo destas células no foco inflamatório é um fenômeno complexo que depende da natureza do estímulo, dos mediadores quimiotáticos liberados, da expressão de moléculas de adesão e das células residentes (mononucleares e mastócitos) no microambiente (HOGAN *et al.*, 2008).

Há muito tempo, foi descoberto que neutrófilos durante o processo fagocitário consomem oxigênio (IYER *et al.*, 1961) que é protagonizado por um complexo enzimático conhecido como NADPH oxidase de membrana. Os eosinófilos também podem realizar “burst” respiratório com formação de radical ânion superóxido e peróxido de hidrogênio, assim como os neutrófilos, em resposta a estímulos particulados como o zymozan ou em resposta a mediadores solúveis como o forbol miristato acetato (PMA). Em ensaio de quimiluminescência, os eosinófilos mostraram uma emissão de luz duas vezes maior do que o mesmo experimento na presença de neutrófilos (WILLIAMS *et al.*, 2001).

Ambos, o mentol e a mentona presentes em abundância na *M. piperita*. são conhecidos como terpenos, formam uma subdivisão de classe dos prenil-lipídios (terpenos, prenilquinonas, e esteróis), os quais são o grupo mais antigo de pequenas moléculas sintetizadas por plantas. E o mentol é considerado o terpeno com aplicação farmacêutica mais conhecida (MARINHO, 2008). Quanto a estudos de absorção em membranas, compostos naturais como terpenos são considerados moléculas promissoras em estudos com aplicações farmacêuticas como promotores de absorção, devido a baixa toxicidade e habilidade em aumentar a permeabilidade de moléculas tanto hidrofílicas quanto lipofílicas (ASBIN; MICHNIAK, 2000). A investigação de produtos naturais como fontes de novos agentes terapêuticos é de grande interesse científico e social devido à falta de um medicamento com baixa capacidade de induzir reações adversas. Os trabalhos anteriores com o extrato da *M. piperita* e os questionamentos quanto aos interferentes quanto aos constituintes da planta devido ao seu plantio, coleta e solo, nos levaram a objetivar trabalhar com os constituintes químicos da planta separadamente. Por isso, o entendimento específico da reação inflamatória e seus possíveis interferentes nos levaram a avaliar a ação do mentol e da mentona proveniente de um fitofármaco sobre a função de neutrófilos e eosinófilos *in vitro*.

Para o estudos dos neutrófilos vale-se analisar principalmente a produção de espécies reativas de oxigênio, indiretamente sobre a NADPH oxidase de membrana quando estudamos o “burst” oxidativo com a lucigenina. E ainda determinar a produção de radical ânion superóxido e a atividade da mieloperoxidase nessas células *ex vivo*. E devido ao eosinófilos ser uma importante célula que contribui para a imunidade efetora, avaliar os efeitos desses compostos mentol e mentona contribui para uma maior entendimento de como esses compostos poderão modular a resposta inflamatória em diferentes doenças.

Allen (2000) demonstrou que a oxidação do luminol pode ocorrer tanto pelo sistema MPO/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como devido à reação luminol/HOCl com a formação de uma diazoquinona que posteriormente reage com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> formando aminoftalato eletronicamente excitado, que ao voltar para o estado fundamental emite luz. DalgrenKarlson (1999) mostraram que a QLDLum produzida por neutrófilos estimulados depende em grande parte da geração de HOCl pelo sistema MPO/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Cl<sup>-</sup>. A mistura mentol/mentona inibiu a QLDLum dos neutrófilos somente em uma concentração, o teste foi realizado também com eosinófilos de ratos e resultado semelhante foi obtido (**Figura01 A e 01B**). A partir destes resultados e conhecendo as substâncias formadas durante o “burst” respiratório, pudemos realizar algumas indagações que nortearam nossos experimentos na tentativa de se elucidar o (s) mecanismo (s) envolvido (s) no processo: A produção das espécies reativas de oxigênio, envolvidas direta (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e HOCl) e indiretamente (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) na

oxidação do luminol estaria prejudicada? Nesse caso, a mistura mentol/mentona estaria agindo sobre a mieloperoxidase e /ou sobre a NADPH oxidase de membrana? Por isso, foi investigado a interferência desse fitofármaco na mieloperoxidase (MPO).

Ao determinar a ação desse fitofármaco sobre a MPO através de experimento com a TMB que é muito mais sensível (MARQUEZ; DUNFORD, 1998), ficou claro no experimento com a TMB, que o mesmo não funciona como inibidor da MPO (**Tabela 01**), sugerindo que a *M. piperita* não interfere na MPO, como consequência não interfere na eficiência de uma das vias do “burst” oxidativo dos neutrófilos.

Assim, o efeito do fitofármaco foi determinado sobre a NADPH-oxidase de membrana e sobre o seu produto, o radical ânion superóxido. O termo “burst” respiratório ou “burst” oxidativo, refere-se a uma série de eventos metabólicos que ocorrem quando os fagócitos são estimulados apropriadamente. Estes são: aumento de consumo de O<sub>2</sub> e produção de espécies reativas de oxigênio (CHANOCK *et al.*, 1994; SEGAL ; ABO, 1993). Todos esses eventos dependem da atividade de um sistema complexo denominado NADPH-oxidase de membrana. A NADPH-oxidase é um complexo protéico que se reúne em resposta a um sinal que ativa o neutrófilo. O bom funcionamento da NADPH-oxidase é essencial numa adequada defesa antimicrobiana. Neutrófilos de pacientes com doença granulomatosa crônica, que é uma doença caracterizada pela deficiência da NADPH-oxidase de membrana, têm dificuldade de destruir muitos microrganismos (bactérias, fungos etc) e indivíduos com esta doença têm severas infecções (CHANOCK *et al.*, 1994; SEGAL ; ABO, 1993). A mistura mentol/mentona inibiu a quililuminescência dependente da lucigenina (QLDLuc) sugerindo uma inibição da produção do radical ânion superóxido e possivelmente da NADPH oxidase de membrana.

Realizamos também um ensaio de leucotoxicidade, ou também chamado estudo morfológico. Como demonstrado em outro estudo, o PMA, um estimulador do “burst” oxidativo dos neutrófilos, mesmo sem adicionar nenhuma outra substância, é capaz de causar a formação de microvacúolos citoplasmáticos, ativados pela liberação maciça de ERO e consequente dano a estrutura destas células (HOLDAR *et al.*, 1978). Assim, foi avaliado o efeito do fitofármaco na proteção da estrutura dos neutrófilos, pois trabalhos com outras membranas demonstram que substâncias como os terpenos são interessantes, pois têm afinidades tanto por estruturas hidrofílicas como lipofílicas (ASBIN; MICHINIAK, 2000). Foi observado em todas as concentrações uma diminuição do número de vacúolos citoplasmáticos nos neutrófilos estimulados, ou seja a mistura foi capaz de inibir a formação de ERO, provavelmente por inibição da NADPH oxidase de membrana, uma vez que não é inibidora da mieloperoxidase.

A inflamação tecidual e o quadro de fibrose está diretamente relacionado às espécies reativas de oxigênio que estão sendo formadas localmente pelos leucócitos, principalmente eosinófilos, que podem secretar IL-13 contribuindo com a fibrose hepática em diferentes doenças. Os neutrófilos também desempenham uma importante função no sistema imunológico, como célula produtora de citocinas (CASSATELA, 1995). A citocina liberada em maior quantidade pelos neutrófilos é a IL-8, que é o maior quimioatraente para os neutrófilos, sugerindo que, uma vez localizado no sítio inflamatório, eles podem promover posteriormente um maior recrutamento de neutrófilos para o local (CASSATELA, 1995). As células mononucleares produzem mais citocinas do que os neutrófilos, no entanto os granulócitos constituem a maioria das células infiltradas nos tecidos inflamados e podem representar uma importante fonte de citocinas nos tecidos (CASSATELLA, 1995).

Alguns trabalhos estudaram a ação de antioxidantes sobre a liberação de IL-8 e demonstraram

Os eosinófilos são capazes de promover também proliferação e ativação Th1/Th2 de células T através da secreção de várias citocinas (IL-2, IL-4, IL-6, IL-10, IL-12) (KITA, 1996, SHI *et al.*, 2000, MACKENZIE *et al.*, 2001, ROTHENBERG e HOGAN, 2006). Foi avaliado a liberação de IL-4, IL-6

e TNF- $\alpha$  de eosinófilos na presença da mistura mentol/mentona e verificamos que os resultados foram mais expressivos com relação a liberação de IL-4 (**Figura 04**), em três concentrações estudadas, ocorreu um aumento significativo na liberação da citocina. O TNF- $\alpha$  também tem um papel crucial durante a resposta inflamatória, e estudos demonstram que o TNF- $\alpha$  atua como uma citocina inflamatória inicial que subsequentemente regula tanto a infiltração precoce de neutrófilos como o recrutamento de eosinófilos (LUKACS, *et al* 1995). E nossos dados, demonstraram que na presença do fitoterápico a liberação de TNF- $\alpha$  foi maior, principalmente nas concentrações mais altas. Dessa forma pode-se sugerir que, esses compostos presentes no fitofármaco podem contribuir com a diminuição formação da fibrose hepática, onde a presença da *M. piperita*, modulou os eosinófilos envolvidos formação dos granulomas e no controle de recrutamento de diferentes células inflamatórias para esse sítio de inflamação (KITA, 2013, DEJANI *et al.*, 2014).

Analisando os resultados do presente trabalho, percebe-se que os compostos presentes no fitofármaco não atua de forma inibidora para mieloperoxidase, portanto não interferiu em uma das vias do “burst” oxidativo dos neutrófilos. Entretanto, inibiu a produção de radical ânion superóxido e possivelmente a NADPH oxidase de membrana, o que também foi observado no estudo morfológico. Foi demonstrado também o efeito hipoglicêmico através de estudos com o decocto aquoso da *Bauhinia. Forficata* e potencial antioxidante do flavonóide Kaempferitrina, sendo confirmado o potencial contra diabetes com extrato aquoso (SOUZA, 2004; PEPATO, 2004; MENEZES, 2007).

A *M. piperita* apresenta-se com um possível anti-inflamatório, e inibiu a formação de fibrose hepática (dados não mostrados), provavelmente por inibição de formação de EROs, e ainda estimulou maior liberação de citocinas pelos eosinófilos na presença da mistura mentol/mentona, o que pode auxiliar na resposta imunológica e no processo inflamatório em diferentes doenças com perfil de eosinofilia sistêmica.

## CONCLUSÕES

O fitofármaco, obtido a partir do óleo comercial extraído da *Mentha piperita* demonstrou atividade antioxidante, especialmente como inibidor da NADPH-oxidase tanto pelo ensaio de quimiluminescência da lucigenina, como por meio da análise morfológica. Como inibidora das demais espécies reativas de oxigênio não foi observado efeito no ensaio de quimiluminescência com o luminol, nem com neutrófilos humanos e nem com eosinófilos obtidos da cavidade peritoneal de ratos. Não se observou inibição da enzima mieloperoxidase de neutrófilos pelo ensaio com TMB. O fitofármaco parece contribuir com o aumento dos níveis de IL-4 e TNF- $\alpha$  pelos eosinófilos. E assim, nossos resultados sugerem que esse fitofármaco apresenta atividade anti-inflamatória, por meio do controle dos produtos secretados durante as reações inflamatórias, principalmente durante a infecção crônica, onde se observa uma acentuada eosinofilia tecidual, com presença significativa de PMN.

## REFERÊNCIAS

AGGARWAL, K. K.; KHANUJA, S. P. S.; AHMAD, A. Antimicrobial activity profiles of the two enantiomers of limonene and carvone isolated from the oils of *Mentha spicata* and *Anethum sowa*. *Flavour and Fragrance Journal*. V. 17, p. 59-63, 2002.

AHMAD, I.; BEG, A. Z. Antimicrobial and phytochemical studies on 45 Indian medicinal plants against multi-drug resistant human pathogens. *Journal Ethnopharmacol.* v. 73, p. 113-123, 2001. [[PubMed](#)]

ALLEN, R. C. *Haloperoxidase acid optimum chemiluminescence assay system*. In: ALLEN, R. C.;

DALE, D. C.; TAYLOR, J. R. F. B. *Blood phagocyte luminescence: gauging systemic immune activation: Methods Enzymol.* v. 305, p. 591-609, 2000.

ALVES, C. M. O. S.; MARZOCHI-MACHADO, C. M.; CARVALHO, I. F.; VALIM, Y. M. L. Application of the chemiluminescence systems to evaluate the role of Fcy and complement receptors instimulating the oxidative burst in neutrophils. *Talanta.* v. 60, p. 601-8, 2003.

AMR, E. E.; EMAN, S. F. Antifungal activity of peppermint and sweet basil essential oils and their major aroma constituents on some plant pathogenic fungi from the vapor phase. *Food / Nahrung.* V.42, n. 2, p.117-121, April 2003. [PubMed]

ANSARI, M. A.; VASUDEVAN, P.; TANDON, M.; RAZDAN, R. K. Larvicidal and mosquito repellent action of peppermint (*Mentha piperita*) oil. *Bioresource Technology*, v. 71, n. 3, p. 267-271, Febr.2000. [Link]

ARAÚJO, N.; KÖHN, A.; KATZ, N. Therapeutic evaluation of artesunate in experimental *Schistosoma mansoni* infection. *Rev. Soc. Bras. Méd. Trop.* . v. 32, p. 7-12, 1999.

ASBIN, C. S.; MICHINIAK, B. B. Percutaneous penetration enhancers: local versus transdermal activity. *PSTT*, v. 3, n. 1, p. 36-41, 2000. [PubMed]

BANDEIRA-MELO, C.; SUGIYAMA, K.; WOODS, L. J.; WELLER, P. F. Cutting edge: eotaxin elicits rapid vesicular transport-mediated release of preformed IL-4 from human eosinophils. *J Immunol.* V. 166, n. 8, p.4813-7,2001. [PubMed]

BARBERATO, S. N . **Novos derivados da oximniquina potencialmente esquitossomicidas.** Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, USP, São Paulo. 1996.

BARR, S.; HILL, E. W.; BAYAT, A. Development, fabrication and evaluation of a novel biomimetic human breast tissue derived breast implant surface. *Acta Biomater.* v. 49, p. 260-271, Feb. 2017. [CrossRef] [PubMed]

BRITO, A. M. **Avaliação da atividade antileishmanial dos óleos essenciais das plantas *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf., *Eucalyptus citriodora* Hook., *Mentha arvensis* L., e *Mentha piperita* L.** Dissertação de Mestrado. Universidade de Tiradentes –Aracajú. Novembro, 2007.

BROADDUS, V. C.; BOYLAN, A. M., HOEFFEL, J. M.; KIM, K. J.; SADICK, M.; CHUNTHARAPAI, A.; HÉBERT, C. A. Neutralization of IL-8 inhibits neutrophil influx in a rabbit model of endotoxin-induced pleurisy.. *The Journal of Immunology*, v. 152, n. 6, p. 2960-2967, 1994. [Link]

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology.* v. 94, n.3, p. 223-253, Aug.2004.

CASSATELLA, M. A. The production of cytokines by polymorphonuclear neutrophils, 16. *P.* 16-21, 1995.

CASTRO, et al. Própolis do sudeste e nordeste do Brasil: influência da sazonalidade na atividade antibacteriana e composição fenólica. **Quím. Nova**, v.30, n. 7, São Paulo, 2007.

CHANOCK, S. J.; BENNA, J.; SMITH, R. M.; BABIOR, B. M. The respiratory burst oxidase. **J. Biol. Chem.** V. 269, p. 24519-24522, 1994. [[PubMed](#)]

CHITSULO, L.; ENGELS, D., MONTRESOR, A.; SAVIOLI, L. The global status of schistosomiasis and its control. **Acta Trop** v.77, p.77, 2000. [[PubMed](#)]

CARVALHO, C. C. C. R.; DA FONSECA, M. M. R. Biotransformations of terpenes. **Biotechnology Advance**, v. 24, n. 2, p. 134-142, 2006.

DEJANI, N. N.; SOUZA, L. C.; OLIVEIRA, S. R.; NERIS, D. M.; RODOLPHO, J. M.; CORREIA, R. O.; RODRIGUES, V.; SACRAMENTO, L. V.; FACCIOLO, L. H.; AFONSO, A.; ANIBAL, F. F. Immunological and parasitological parameters in *Schistosoma mansoni*-infected mice treated with crude extract from the leaves of *Mentha x piperita* L. **Immunobiology**. V. 219, n. 8, p. 627-32, Aug.2014. [[CrossRef](#)]

DINIS, P. **Atividade biológica de extractos aquosos de *Mentha sp.***: perfil antioxidante, anticariogénico e metabolização digestiva *in vitro*. Dissertação (Mestrado), 2010.

ENGLISH, D.; ANDERSEN, B. R. Single-step separation of red blood cells. Granulocytes and mononuclear leukocytes on discontinuous density gradient of ficoll-hypaque. **J. Immunol. Methods**, v. 5, p. 249-252, 1974. [[PubMed](#)]

FAULKNER, K.; FRIDOLVICH, I. Luminol and lucigenin as detectors for superoxide. **Free Rad. Biol. Med.**, v. 15, p. 447-451, 1993.

FERRANT, A.; HAUPTMANN, B.; SECKINGER, P.; DAYER, J. M. Inhibition of tumour necrosis factor alpha (TNF-alpha)-induced neutrophil respiratory burst by a TNF inhibitor. **Immunology**, v. 72, n. 3, 440-442, March. 1991.

GALICE, D. M.; BONACORSI, C.; SOARES, V. C. G.; RADDI, M. S. G.; FONSECA, L. M. Effect of subinhibitory concentration of chlorhexidine on *Streptococcus agalactiae* virulence factor expression., v. 28, p. 143-146, 2006.

GASPARINI, A.; PASINI, P.; NARDO, B.; NOTASIS, S. D.; SIMONCINI, M.; CAVALLARI, A.; RODA, E.; BERNARDI, M.; RODA, A. Chemiluminescent real time imaging of post-ischemic oxygen free radicals formation in livers isolated from young and old rats. **Free Radic Biol Med**. v. 15, p. 211-16, 1998.

GROSS, V.; ANDREESSEN, R.; LESER, H. G.; CESKA, M.; LIEHL, E.; LAUSEN, M.; FARTHMAN, E. H.; SCHÖLMERICH, J. Interleukin-8 and neutrophil activation in acute pancreatitis. **European Journal of Clinical Investigation**. v. 22, n.3, p. 200-203, 1992. [[CrossRef](#)]

GONÇALVES, R. S.; BATTISTIN, A., PAULETTI, G.; ROTA, L.; SERAFINI, L. A. Antioxidant properties of essential oils from *Mentha* species evidenced by electrochemical methods. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu. v. 11, n.4, p. 372-82, 2009.[[Link](#)]

HAMPTON, M. B; KETTLE, A. J.; WINTERBOURN, C. C. Inside the Neutrophil Phagosome: Oxidants, Myeloperoxidase, and Bacterial Killing. **Blood.**, v. 92, p. 3007-17, 1998. [[PubMed](#).]

HOLDAR, J.; REPINE, J. E.; BEALL, G. D.; RASP, J. R. F. L.; WHITE, J. B. The effect of phorbol myristate acetate on the metabolism and ultrastructure of human alveolar macrophages. **Am. J. Pathol.**, v. 91, p. 469-82. 1978.

HOGAN, S. P.; ROSENBERG, H. F. ; MOQBEL, R.; PHIPPS, S.; FOSTER, P. S.; LACY, P.; KAY, A. B.; ROTHENBERG, M. E. Eosinophils: Biological Properties and Role in Health and Disease. **Clinical & Experimental Allergy.**v. 28, n.5, p. 709-50, 2008. [[CrossRef](#)]

ISCAN, G.; KIRIMER, N.; KURKCUOGLU, M.; BASER, K. H. C. Antimicrobial Screening of *Mentha piperita* Essential Oils. **J. Agric. Food Chem.**v.5, p. 3943-46, 2002.[[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

IYER, G. Y. N.; NAIR, M. S.; SUKUMARAN, M. Biochemical aspects of phagocytosis. **Nature.**v. 192, p. 535-44, 1961.

KITA, H. The eosinophil: a cytokine-producing cell? *The Journal of allergy and clinical immunology*.v. 97, n.4, p. 889-92, 1996.[[CrossRef](#)]

KITA, H. Eosinophils: multifunctional and distinctive properties. **International archives of allergy and immunology.** , v. 161, Suppl 2, p. 3-9, 2013. [[PubMed](#)]

KITAGAWA, R. R.; RADDI, M. S. G.; KHALIL, N. M.; VILEGAS, W.; FONSECA, L. M. Effect of the Isocoumarin Paepalntine on the Luminol and the Lucigenin Amplified Chemiluminescence of Rat Neutrophils. **Biol Pharm Bull.**, v. 26, n.6, p. 905-908, 2003.

LEITE, A. M.; LIMA, E. O.; SOUZA, E. L.; DINIZ, M. F. F. M.; LEITE, S.; XAVIER, A. L.; MEDEIROS, I. A. Preliminary study of the molluscicidal and larvicidal properties of some essential oils and phytochemicals from medicinal plants. **Brazilian Journal of Pharmacognosy.** v.19, n.4, p. : 842-846, Out./Dez.2009

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas.** Nova Odessa: Plantarum. 2002.

LUKACS, N. W.; STRIETER, R. M.; CHENSUE, S. W.; WIDMER, M.; KUNKEL, S. L. TNF-alpha mediates recruitment of neutrophils and eosinophils during airway inflammation. **J. Immunol.** v.154, n.10, p. 5411-5417, 1995.

MARINHO, R. O. S. **Estudo Fitoquímico da Espécie *Byrsonima sericea* e sua aplicação em**

**dermocosmética.** Dissertação ( Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Farmácia, Rio de Janeiro, 100f, 2008.

MARQUEZ, L. A.;DUNFORD, H. B. Mechanism of the oxidation of 3, 5, 3', 5' - tetramethylbenzidine by myeloperoxidase determine by transient- and steady-state kinetics. **Biochemistry.**v. 36, p. 9349-55, 1997.[PubMed]

MCCOLL, S. R.;PAQUIN, R.;MÉNARD, C.;BEAULIEU, A. D. Human neutrophils produce high levels of the interleukin 1 receptor antagonist in response to granulocyte/macrophage colony-stimulating factor and tumor necrosis factor alpha. **JEM., v. 176, n. 2, p. 593-98, 1992.**[CrossRef]

MACKENZIE, J. R.; MATTES, J.; DENT, L. A.; FOSTER, P. S. Eosinophils promote allergic disease of the lung by regulating CD4(+) Th2 lymphocyte function. **J Immunol.** v. 167, n.6, p.3146- 55, 2001. [PubMed]

MEEUSEN, E. N. T.; BALIC, A. Do Eosinophils have a Role in the Killing of Helminth Parasites? **Trends in Parasitology.** v. 16, n.3, p. 95-101, 2000. [CrossRef]

MELO, R. C. N.; SPENCER, L. A.; PEREZ, S. A.; NEVES, J. S.; BAFFORD, S. P.; MORGAN, E. S. Vesiclemediated secretion of human eosinophil granule-derived major basic protein. Laboratory investigation; **Journal of technical Methods and Pathology.**v.89, n.7, p. 769-81, 2009 [CrossRef]

NASCIMENTO, G. F. et al. Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria. **Braz. J. Microbiol.,** v. 31. Oct 2000.

ROTHENBERG, M. E.;HOGAN, S. P. The eosinophil. **Annual review of immunology.** v. 24, p.147-74, 2006..[PubMed]

SARTORATTO, A.; MACHADO, A. L. M.; DELARMELINA, C.;FIGUEIRA, M. G.; DUARTE, M. C. T.; REHDER, V. L. G. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology.**v.35, p. 275-280, 2004.[CrossRef]

SCAVRONI, J.; BOARO, C. S. F.; MARQUES, M. O. M.; FERREIRA, L. C. Yield and composition of the essential oil of *Mentha piperita* L. (Lamiaceae) grown with biosolid. **Brazilian Journal of Plant Physiology.**v. 17, n.4, p. 345-52, 2005.

SEGAL, A. W.; ABO, A. The biochemical basis of the NADPH oxidase of phagocytes. **Trends Biochem. Sci.**v. 18, p. 43-47, 1993.[CrossRef]

SCHUHMACHER, A.; REICHLING, J.; SCHNITZLER, P. Virucidal effect of peppermint oil on the enveloped viruses herpes simplex virus type 1 and type 2 *in vitro*. **Phytomedicine.**v.10, n.6-7, p. 504-510, 2003.[PubMed]

SHI, H. Z.; HUMBLE, A.; GERARD, C.; JIN, Z.; WELLER, P. F. Lymph node trafficking and antigen

presentation by endobronchial eosinophils. **The Journal of clinical investigation**. v. 105, 7):945-53, 2000.

SPASOJEVIC, I.; LIOCHEV, S. I.; FRIDOVICH, I. Lucigenin: Redox potencial in aqueous media and redox cycling O<sub>2</sub>- production. **Arch. Biochem. Biophys.**, v.373, p. 447-50, 2000.

SPEIRS, R.; DREISBACH, M. E. Quantitative studies of the cellular responses to antigen injections in normal mice. Technic for determining cells in the peritoneal fluid. R. B. Jackson Memorial Library, Bar Harbor, **Maine**, v.3, augus 1955.

TOBLER, A.; KOEFFLER, P. Myeloperoxidase ructure, and function. Cell Biochemistry. New York and London:**Plenun Press**.v.3, n. 10, p.255-87, 1991.

VERHOC, J.; VISSER, M. R. Neutrophil phagocytosis and killing normal functions and microbial evasion. The neutrophil, IRL Press, Oxford, 1993. p. 110.

VIDAL, F.; GADELHA, A. P. R.; LOPES, C. S.; COELHO, M. G. P.; MONTEIRO-LEAL, L. H. Giardia lamblia: the effects of extracts and fractions from Mentha x piperita Lin., (Lamiaceae) on trophozoites, **Experimental Parasitology**, v. 115, p. 25-31, 2007.

WILLIAMS, J. E; BEUTLER, E. ; COLLER, B. S., LICHTMAN, M. A., KIPPS, T. J., SELIGSOHN, U. **Hematology**. 6. ed. New York:McGraw-Hill, 2001.

ZHELJAZKOV, V. D; CANTRELL, C. L; ASATKIE, T. Yield, Content, and Composition of Peppermint and Spearmints as a Function of Harvesting Time and Drying. **J. Agric. Food Chem.**v. 58, p. 11400-11407, 2010.[[Link](#)]

# TRANSPORTE COLETIVO SOB INVESTIGAÇÃO MICROSCÓPICA: UM ESTUDO DA CONTAMINAÇÃO BACTERIANA E PERFIL DE RESISTÊNCIA

GONÇALVES, Ricardo Fernandes\*. - Graduado em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia.; ALMEIDA E BORGES, Lizandra Ferreira de. - Mestrado e Doutorado em Imunologia e Parasitologia Aplicadas pela Universidade Federal de Uberlândia, atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Uberlândia.

\*Autor para correspondência e-mail: ricardo.fernandes92@hotmail.com

Recebido em: 06/09/2018  
Aprovação final em: 10/12/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.601>

**RESUMO:** Veículos de transporte público apresentam superfícies que recebem alto índice de contato manual podendo atuar como potenciais reservatórios de patógenos. O presente estudo avaliou a contaminação bacteriana em veículos do sistema de transporte coletivo intercampi de uma universidade federal na cidade de Uberlândia, Minas Gerais. Para isso, foram coletadas amostras de quatro ônibus, em quatro locais estratégicos de maior contato com as mãos dos usuários, obtendo-se um total de 192 amostras, analisadas quanto a contagem de bactérias mesófilas, análise qualitativa e o perfil de sensibilidade aos antimicrobianos. As contagens de bactérias foram maiores na barra de entrada e barra superior horizontal, e as bactérias mais identificadas foram: *Enterobacter cloacae*, *Serratia marcescens*, *Salmonella* sp., *Shigella* sp. e *Staphylococcus aureus*, com resistência principalmente à ampicilina, aztreonam, imipenem, para as enterobactérias e penicilina e eritromicina para o *S. aureus*. Os resultados deste estudo sugerem que a contaminação dos veículos avaliados reflete as mãos dos usuários, por isso, faz-se necessário também a adoção de políticas de boas práticas de higiene.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fômites; Higiene; Transportes.

## PUBLIC TRANSPORT UNDER MICROSCOPIC INVESTIGATION: A STUDY OF BACTERIAL CONTAMINATION AND RESISTANCE PROFILE

**ABSTRACT:** Vehicles of public transport present surfaces that receive high index of manual contact being able to act as potential reservoirs of pathogens. The present study evaluated the bacterial contamination in vehicles of the intercampi transport of a federal university in the city of Uberlândia, Minas Gerais. For this, samples of four buses have been collected, in four strategical places of bigger contact with the hands of the users, totaling 192 samples, which were analyzed taking into consideration the counting of mesophilic bacteria, qualitative analysis and the profile of resistance to antimicrobials. The bacterial counts were bigger in the entrance bar and in the horizontal upper bar, and the most common identified bacteria were: *Enterobacter cloacae*, *Serratia marcescens*, *Salmonella* sp., *Shigella* sp. and *Staphylococcus aureus*, with resistance mainly to the ampicillin, aztreonam, imipenem, for the enterobacterias and penicillin and erythromycin for the *S. aureus*. The results of this study suggest that the contamination of the evaluated vehicles reflects the hands of the users, therefore, it is also necessary to adopt policies of good hygiene practices.

**KEYWORDS:** Fomites; Hygiene; Transportation.

## **INTRODUÇÃO**

Diariamente, diversas pessoas utilizam os transportes públicos para executar suas atividades e, muitas vezes, não se dão conta do nível de exposição a cargas microbianas a qual estão expostas (HSU et al., 2016). No interior dos ônibus, por exemplo, superfícies que recebem alto índice de contato manual podem atuar como via indireta de transmissão de microrganismos, uma vez que representam potenciais fontes de contaminação (PLIPAT *et al.*, 2013). Por isso, Mendonça et al. (2008) consideram o contato indireto como importante mecanismo de contágio nestes ambientes, já que as mãos podem ser levadas às mucosas, podendo acarretar quadros infecciosos de leves a graves, em humanos.

Neste contexto, ônibus de transporte coletivo podem representar um problema crítico de saúde pública, devido à frequência de higienização das mãos, por parte dos passageiros, ao alto número de superfícies que são repetidamente tocadas e, conseqüentemente, a facilidade de transferência de patógenos aos indivíduos (GAYMARD *et al.*, 2016). Esta problemática é ainda mais preocupante, uma vez que, diversos microrganismos potencialmente patogênicos, podem ser carreados pelo ser humano, do ambiente hospitalar para os ônibus, e destes para a comunidade, podendo compor linhagens bacterianas multirresistentes, aumentando o risco de infecções comunitárias graves (TANAKA *et al.*, 2007; CHO & CHU, 2011).

Por essas razões, sistemas de transporte público tem atraído grande atenção da comunidade científica ao buscarem estabelecer que ambientes públicos, com intensa circulação de pessoas e diversos objetos de uso comum, desempenham importante mecanismo na disseminação de doenças infecciosas (GOMES *et al.*, 2016).

Compreender os riscos da transmissão de microrganismos patogênicos em áreas públicas, bem como a prevalência de bactérias em diferentes superfícies, torna-se relevante para apontar a presença de potenciais ameaças à saúde pública, podendo levar ao desenvolvimento de programas que buscam boas práticas higiênico sanitária destes ambientes (HSU *et al.*, 2016).

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a contaminação bacteriana em veículos do sistema de transporte coletivo intercampi de uma universidade federal na cidade de Uberlândia, MG, bem como caracterizar o perfil de resistência dos isolados aos antimicrobianos.

## **METODOLOGIA**

As coletas foram realizadas em quatro ônibus do sistema de transporte coletivo universitário que trafegam pelos quatro campi da instituição. A amostragem foi realizada ao longo de seis semanas nos meses de setembro e outubro de 2017, em horário de maior utilização dos veículos por parte dos passageiros. Em cada semana, todos os ônibus foram amostrados, sendo que, para cada um dos veículos, amostras foram coletadas a partir de quatro pontos distintos: barra de entrada, barra superior horizontal, barra vertical, e a porção plástica da barra do encosto dos assentos, sendo os três últimos locais posicionados próximos a porta central de saída dos veículos.

Para contagem total das bactérias mesófilas presentes nas superfícies foram utilizadas placas de contato RODAC® (Replicate Organism Direct Agar Contact), contendo Trypticase Soy Agar (TSA). Cada placa foi submetida ao contato direto do meio de cultura com a superfície avaliada por meio de uma leve pressão por aproximadamente 10 segundos. Após a coleta, as placas foram armazenadas em caixas isotérmicas (isopor) e encaminhadas imediatamente ao Laboratório de Pesquisa em Bacteriologia da Universidade Federal de Uberlândia, sendo incubadas à 37°C por 24 horas. Posteriormente, realizou-se a contagem de Unidades Formadoras de Colônias (UFC).

Outras amostras para análise qualitativa também foram coletadas nos mesmos locais, por meio da técnica do esfregaço de superfícies, em que um *swab* esterilizado e umedecido com solução salina 0,85%,

estéril, foi friccionado na superfície avaliada (aproximadamente 20 cm<sup>2</sup>) com pressão constante, em movimentos giratórios, numa inclinação aproximada de 45°. Em seguida, os *swabs* foram colocados em tubos de ensaio e armazenados conforme citado anteriormente. Cada amostra foi inoculada em placas de Agar Manitol Salgado para recuperação de *Staphylococcus* spp. e em Agar MacConkey, para bacilos Gram negativos, incubadas à 37°C, por até 48 horas.

Os microrganismos foram identificados por meio de coloração de Gram e testes bioquímicos, conforme técnicas já estabelecidas (KONEMAN *et al.*, 2001).

As bactérias identificadas foram submetidas ao teste de susceptibilidade antimicrobiana, por meio do método disco difusão, como recomendadas pelo CLSI (2015). Os isolados foram testados para os seguintes agentes antimicrobianos: tetraciclina, ceftriaxona, amoxicilina-ácido clavulânico, cotrimoxazol ou sulfametoxazol-trimetoprima, ciprofloxacina, cefalotina, gentamicina, ampicilina, amicacina, cefepime, cefoxitina, ceftazidima, cloranfenicol, aztreonam, piperacilina-tazobactam, imipenem, oxacilina, penicilina, rifampicina, vancomicina, clindamicina e eritromicina. A classificação em multirresistência foi estabelecida segundo Magiorakos *et al.* (2012).

Para comparação das médias foi utilizado o teste de ANOVA (dois critérios) e pós teste Tukey. E para comparação das frequências foi utilizado o teste de Qui-quadrado, Teste Binomial ou Exato de Fischer, todos considerando o intervalo de confiança de 95%, com  $P \leq 0,05$  (BioEstat 5.0).

## RESULTADOS

Foram coletadas um total de 192 amostras, divididas para análise quantitativa e qualitativa, de quatro diferentes locais, em quatro veículos distintos, a partir de seis coletas em dias diferentes. A Tabela 1 apresenta as contagens totais de bactérias mesófilas. No ônibus 1 as contagens das barras de entrada estavam mais elevadas que as barras verticais e a barra do encosto do assento, no ônibus 2 a barra do encosto do assento estava mais contaminado que todos os outros locais ( $P \leq 0,05$ ). Os demais não apresentaram diferenças estatísticas quando das comparações.

**Tabela 1** - Média da contagem total de bactérias mesófilas (UFC) por sítio de amostragem, a partir das seis coletadas realizadas, nos quatro ônibus de transporte universitário avaliados.

Ônibus	Local	Média (UFC)
1	Barra superior horizontal	4,2 x 10 <sup>1</sup>
	Barra do encosto do assento	3,1 x 10 <sup>1</sup>
	Barra vertical	1,6 x 10 <sup>1</sup>
	Barra de entrada	7,7 x 10 <sup>1</sup>
2	Barra superior horizontal	6,5 x 10 <sup>1</sup>
	Barra do encosto do assento	1,8 x 10 <sup>2*</sup>
	Barra vertical	8,6 x 10 <sup>0**</sup>
	Barra de entrada	1,8 x 10 <sup>1</sup>
3	Barra superior horizontal	8,9 x 10 <sup>1</sup>
	Barra do encosto do assento	5,2 x 10 <sup>1</sup>
	Barra vertical	4,8 x 10 <sup>1</sup>
	Barra de entrada	5,2 x 10 <sup>1</sup>
4	Barra superior horizontal	4,1 x 10 <sup>1</sup>
	Barra do encosto do assento	9,5 x 10 <sup>1</sup>
	Barra vertical	9,5 x 10 <sup>0**</sup>
	Barra de entrada	6,1 x 10 <sup>1</sup>

\*Valor máximo da média da contagem total de bactérias mesófilas detectado; \*\*: Valores mínimos da média da contagem total de bactérias mesófilas detectados.

Comparando as médias totais por local de coleta nos quatro veículos, a barra vertical obteve menor contaminação em relação aos demais locais ( $P \leq 0,05$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2** - Média da contagem total de bactérias mesófilas (UFC), nos quatro sítios avaliados, dos quatro ônibus de transporte universitário.

Local	Média (UFC)
Barra superior horizontal	$5,9 \times 10^1$
Barra do encosto do assento	$8,9 \times 10^1$
Barra vertical	$2,0 \times 10^1$
Barra de entrada	$5,2 \times 10^1$

Das 96 amostras coletadas por meio da técnica do *swab* foram isoladas 18 espécimes bacterianas de interesse clínico, sendo possível a identificação de cinco espécies diferentes. Quatorze (77,7%) isolados eram bactérias de origem fecal, que juntamente com os locais em que foram isoladas estão listados na Tabela 3. Nota-se que, somente na barra de entrada do ônibus 1, não foi recuperado nenhum microrganismo, a barra do encosto do assento, somente estava contaminada nos ônibus 1 e 3, e a barra superior horizontal estava contaminada em todos os ônibus avaliados. O isolamento de bactérias na barra vertical ocorreu somente no ônibus 3. Porém na comparação geral, todos os veículos estavam contaminados na mesma proporção ( $P \geq 0,05$ ).

**Tabela 3** - Identificação de bactérias por sítio de amostragem, nos quatro ônibus de transporte universitário avaliados.

Ônibus	Local	Nº de isolamentos	Microrganismo
1	Barra superior horizontal	3	<i>Enterobacter cloacae</i>
	Barra do encosto do assento	2	<i>Salmonella</i> sp. <i>Staphylococcus aureus</i>
2	Barra superior horizontal	2	<i>Serratia marcescens</i>
	Barra de entrada	2	<i>Enterobacter cloacae</i> <i>Serratia marcescens</i>
3	Barra superior horizontal	2	Não fermentador <i>Enterobacter cloacae</i>
	Barra vertical	2	Não fermentador <i>Staphylococcus aureus</i>
	Barra do encosto do assento	1	<i>Enterobacter cloacae</i>
4	Barra de entrada	1	<i>Enterobacter cloacae</i>
	Barra superior horizontal	1	<i>Shigella</i> sp. <i>Serratia marcescens</i> <i>Serratia marcescens</i>

*Enterobacter cloacae* foi a espécie mais predominante entre os microrganismos recuperados, representando 44,4% (8/18). Dentre eles, 62,5% foram provenientes da superfície das barras superior horizontal, 25% nas barras de entrada e 12,5% nas barras do encosto dos assentos dos ônibus.

A espécie *Serratia marcescens* foi a segunda mais presente dentre os bacilos Gram negativos, representando 22,2% (4/18) dos isolados. Destes, 50% foram provenientes da superfície das barras superior horizontal e a outra metade das barras de entrada dos ônibus. No ônibus de número 2, os dois isolados desse microrganismo (recuperados da barra de entrada e barra superior horizontal), tem o mesmo perfil de resistência e foram isolados no mesmo dia de coleta.

Isolados de bacilos Gram negativos não fermentadores de glicose foram detectados em 11,1% dos isolados (2/18), dos quais estavam na superfície da barra superior horizontal e na superfície da barra vertical.

As espécies de *Salmonella* sp. e *Shigella* sp. foram identificadas em 5,5% dos isolados (1/18 cada), sendo provenientes da barra do encosto do assento e barra de entrada, respectivamente. Ainda foram identificadas duas espécimes de *Staphylococcus aureus* (11,1%), originadas das superfícies da barra do encosto do assento e barra vertical dos ônibus 1 e 3.

Analisando os locais de amostragem dos quatro ônibus, observa-se que, as amostras analisadas das barras superiores horizontais foram as que apresentaram maior número de isolados (33,3%) ( $P=0,03$ ), as demais apresentando a mesma frequência de contaminação ( $P\geq 0,05$ ). Estes dados estão na Tabela 4, que indica o número de isolados por local de amostragem e frequência.

**Tabela 4** - Frequência absoluta da densidade de contaminação encontrada nos locais de amostragem, nos quatro ônibus de transporte universitário avaliados.

Local	Nº de isolados (%)
Barra superior horizontal (n = 24)	08 (33,3)
Barra do encosto do assento (n = 24)	03 (12,5)
Barra vertical (n = 24)	02 (8,3)
Barra de entrada (n = 24)	05 (20,8)
Total (n = 96)	18 (18,8)

Dos 18 isolados, 16 foram submetidas ao teste de sensibilidade aos antimicrobianos. Observa-se que as bactérias entéricas isoladas apresentaram maior resistência à Ampicilina e Aztreonam, em 71,4%/cada, seguido do Imipenem (35,7%). Os demais com resistência menor que 25% (Tabela 5).

**Tabela 5** - Resistência aos antimicrobianos de bactérias entéricas isoladas de quatro ônibus de transporte universitário.

Antimicrobianos	N=14 (%)
Tetraciclina	01 (7,1)
Ceftriaxona	03 (21,4)
Amoxicilina-Ac. Clavulânico	01 (7,1)
Sulfametoxazol-Trimetoprim	0
Ciprofloxacino	01 (7,1)
Cefalotina	01 (7,1)
Gentamicina	03 (21,4)
Ampicilina	10 (71,4)
Amicacina	0
Cefepima	03 (21,4)
Cefoxitina	02 (14,3)
Ceftazidima	03 (21,4)
Cloranfenicol	0
Aztreonam	10 (71,4)
Piperacilina-Tazobactam	03 (21,4)
Imipenem	05 (35,7)

Foram testados os dois isolados de *Staphylococcus aureus*, apresentando resistência à penicilina e eritromicina (100%), seguido de clindamicina, rifampicina, gentamicina e ciprofloxacina em 50%/cada, sensíveis a cefoxitina, sulfametoxazol-trimetoprima e à vancomicina.

## DISCUSSÃO

Determinar o número de bactérias e rastrear a presença de agentes patogênicos em sistemas de transporte público pode fornecer mais informações sobre as rotas de transmissão e colabora no desenvolvimento de ações para manter a integridade da saúde dos passageiros (MUSTAFA *et al.*, 2015).

As contagens de bactérias, no ônibus 1, foram maiores na barra de entrada e barra superior horizontal. De acordo com Tanaka *et al.* (2007) estes locais em ônibus, são sítios contaminados por diversas espécies bacterianas, levadas pelas mãos. Assim, a barra superior horizontal, em que os usuários tocam e se seguram durante a viagem apresentou maior densidade de isolados. Lamaro (2017) aponta que, superfícies de uso coletivo representam um reservatório potencial de contaminação microbiana, por estar em frequente contato com as mãos de passageiros, compondo o modelo fômite-mão e mão-fômite.

Portanto, em um dia típico de operação dos veículos universitários avaliados, em hora de ponta, observou-se durante as coletas que o número de passageiros em pé é equivalente ao número de passageiros sentados, levando os usuários a se apoiarem nos balaústres destes veículos, propensos a frequentes contatos diretos de pele-superfície, que por sua vez contribuem para propagar a contaminação microbiana no ambiente.

Neste estudo, dos quatro veículos avaliados, o sítio de menor contaminação foi a barra vertical. Possivelmente, este é o local menos tocado pelos usuários, devido à sua localização (próximo à porta central de saída), que poucas vezes estes a utilizam para se apoiar, mesmo em condições de superlotação, pois é uma área que há constante passagem de pessoas pra subida ou descida do veículo. Outro ponto a ser atribuído é o momento da amostragem, a seleção de uma determinada área da extensão da barra, pode variar conforme o avaliador, levando-se em consideração a altura e o entendimento do local para melhor se apoiar.

Com relação ao nível de contaminação do ônibus 2, observa-se que o encosto do assento estava mais contaminado que todos os outros locais. Alguns mecanismos podem ser propostos para tentar explicar a abundância de bactérias presentes neste local. Nos experimentos realizados por Gomes *et al.* (2016) as características físicas dos assentos avaliados apresentaram-se favoráveis à colonização e à permanência microbiana, por se tratarem de superfícies porosas, que permite melhor capacidade de retenção de microrganismos quando comparados às superfícies não porosas, tais como, as barras metálicas. Deste modo, acredita-se que a composição material da barra do encosto dos assentos permitiu maior adesão e colonização bacteriana. Além disso, sugere que a falta, ou falhas nas práticas de higienização em superfícies coletivas, também podem contribuir para a permanência dos microrganismos no local.

Foi encontrado neste estudo, dois isolados de *S. marcescens*, no ônibus 2, no mesmo dia de coleta, em locais diferentes. Ao analisar o perfil de resistência, encontrou-se o mesmo padrão, evidenciando a coexistência da mesma cepa em um único veículo. É possível que as cepas tenham sido transferidas para as superfícies da barra de entrada para a barra superior horizontal por meio das mãos contaminadas do passageiro, sugerindo que este seja a via de transmissão do microrganismo mencionado.

As superfícies podem ser contaminadas rapidamente em ambientes lotados, e devido aos deslocamentos dos passageiros no interior dos ônibus, todos os locais que estão em frequente contato com as mãos dos usuários têm potencial para se contaminar (LEI *et al.*, 2017). Ou seja, quanto mais contatos entre superfícies em um ambiente, mais oportunidades se têm para que as bactérias sejam disseminadas e transferidas às pessoas (JUDAH *et al.*, 2010).

É evidente que, quando não higienizadas de forma correta, as superfícies ambientais correm alto risco de transferir agentes patogênicos para outros passageiros, assim desencadeando um modelo de contaminação cruzada (CHAIRMAN *et al.*, 2011). Que pode ser definida como a transferência indireta de microrganismos, ou outras substâncias nocivas, de um indivíduo para outro por meio de fontes

contaminadas (PYREK, 2014).

Todavia, conforme salientado por Mendonça *et al.* (2008) e Cordeiro *et al.* (2017), existe certa dificuldade em classificar o grau de contaminação de superfícies, como as barras de apoio dos veículos de transporte coletivo, pois não existe legislação que determine o nível de contaminação permissível em locais de acesso público, sem representar risco para a saúde humana. Contudo, diversos estudos na área têm sido realizados com o intuito de apontar inventários de microrganismos que possam indicar que estes ambientes configuram-se como riscos potenciais de contaminação e infecção aos usuários.

A partir das espécies recuperadas neste estudo, detectou-se que os veículos estão mais contaminados por microrganismos de origem fecal, como as enterobactérias isoladas. A presença destas bactérias é indicativa de uma falha na boa prática de higiene e, mais especificamente, da falta de lavagem das mãos após contaminação. As bactérias indicadoras de material fecal podem, portanto, serem úteis para verificar tendências do comportamento higiênico de uma população ou comunidade, por isso são consideradas indicadores de qualidade ambiental (DODRILL *et al.*, 2011).

Em nossos resultados verificamos a prevalência de *E. cloacae*, seguido de *S. marcescens* contaminando as superfícies analisadas. Estas espécies são consideradas oportunistas e têm sido associadas a infecções hospitalares, bem como na comunidade (LEVINSON, 2016; BRUNA, 2017). *E. cloacae* é conhecido como microbiota normal do intestino humano, mas quando livre no ambiente, podem causar feridas e infecções do trato urinário (DODRILL, L. *et al.*, 2011), além de infecções do trato respiratório ou ainda serem responsáveis por sepses (KONEMAN, 2008).

Os dois isolados da espécie *E. cloacae* encontrados no ônibus 2 foram coletados no mesmo dia de amostragem, no entanto em locais distintos, barra de entrada e barra superior horizontal, mas não apresentaram o mesmo perfil de resistência aos antimicrobianos. Todos os ônibus avaliados apresentaram contaminação por *E. cloacae* em algum dos sítios pesquisados, exceto o ônibus 4, que possui uma rota diferente (campus da fazenda) dos demais.

Dados semelhantes foram encontrados no estudo realizado por Afshinnekoo *et al.* (2015) que, em estações de metrô de Nova York, também houve prevalência de espécies do gênero *Enterobacter*, sendo estas, consideradas potencialmente oportunistas ao oferecer risco à saúde de indivíduos suscetíveis a doenças.

*S. marcescens* raramente é associado a infecções adquiridas na comunidade, estando comumente envolvido em infecções hospitalares. Funciona como uma verdadeira infecção oportunista sempre que obtém acesso a indivíduos de maior risco, incluindo os imunocomprometidos, os tratados com antibióticos de amplo espectro e pacientes em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) que são submetidos à procedimentos invasivos (HERRA; FALKINER, 2017). Além disso, tem a capacidade de produzir biofilme, o que favorece a sua aderência e contaminação, permitindo sobreviver em instrumentos por meses (BRUNA, 2017).

Neste estudo, foram encontradas bactérias de importância patogênica, destacando-se a presença de *Salmonella* sp. e *Shigella* sp., que causam graves doenças entéricas em humanos (MURRAY *et al.*, 2014). Isso é consistente com os resultados encontrados em outras investigações, de contaminação microbiana em barras para apoio das mãos de ônibus de transporte coletivo, com patógenos de grande relevância à saúde pública (CHOWDHURY *et al.*, 2016; PINHEIRO; STOPIGLIA, 2016).

O modo de transmissão de *Shigella* e *Salmonella* é geralmente através da ingestão de alimentos preparados em superfícies contaminadas, água, saneamento deficiente, bem como através da via fecal-oral, associadas a uma fraca higiene pessoal, que ocorre do contato pessoa a pessoa (MURRAY *et al.*, 2014; GASPERA *et al.*, 2015). Portanto, sugere-se que os locais em que estes patógenos foram recuperados, barra do encosto do assento e barra de entrada, tenham sido contaminadas por indivíduos portadores

destas bactérias e que as mesmas oferecem risco direto a saúde das pessoas.

Os bacilos Gram negativos não fermentadores de glicose detectados, pertencem ao mesmo veículo, o ônibus 3. Estes não foram identificados ou mesmo realizado o teste de resistência aos antimicrobianos, pois as amostras haviam sido perdidas durante o congelamento, no entanto, a simples presença já é relevante. Os bacilos Gram negativos não fermentadores, como as espécies *Pseudomonas aeruginosa* e *Acinetobacter baumannii* tem sido relatados como os microrganismos mais prevalentes recuperados de superfícies inanimadas de ambiente hospitalar (PEREIRA *et al.*, 2012).

As espécies comumente associadas a infecções hospitalares, e que foram recuperadas em diferentes locais dos veículos avaliados, tais como *E. cloacae*, *S. marcescens*, bacilos Gram negativos não fermentadores e *S. aureus*, podem indicar que estes microrganismos possam ser disseminados, de forma direta, através de mãos contaminadas de trabalhadores e/ou estudantes da área da saúde que utilizam deste transporte coletivo, corroborando com os apontamentos dos estudos realizados por Pyrek *et al.* (2014) e Mustafa *et al.* (2015).

A resistência a múltiplas drogas tem adquirido uma importância considerável em saúde pública, este fenômeno tem ocorrido mais no ambiente hospitalar, podendo haver transmissão interna ou para a comunidade pelos funcionários, pacientes portadores e acompanhantes (FERNANDES *et al.*, 2012).

No presente estudo, foi classificada a resistência por grupo de antimicrobianos (MUSTAFA *et al.*, 2015). Dos isolados Gram negativos, 50% apresentaram o perfil de multirresistência. Já as duas espécimes de *S. aureus* apresentaram o perfil MSSA (*Staphylococcus aureus* sensível a meticilina), baseado na sensibilidade à cefoxitina, que é o melhor substrato para detectar o perfil MRSA. É preciso destacar que aproximadamente 31% dos isolados Gram negativos apresentaram resistência aos carbapenêmicos (imipenem), que é considerada um problema de saúde significativo devido às opções limitadas de tratamento, pois a colistina, também conhecida como polimixina, é muitas vezes a última estratégia de tratamento (NOWAK ; PALUCHOWSKA, 2016).

A limpeza de superfícies de transporte coletivo faz parte das ações públicas de higiene. Alguns estudos sugerem que, em virtude do intenso fluxo de pessoas, as superfícies devem ser desinfetadas diariamente, ao final de cada jornada de trabalho, buscando minimizar a carga microbiana destes locais (PYREK, 2014). A desinfecção com álcool 70% é recomendável, pois poderia ajudar a eliminar a presença de bactérias patogênicas nas superfícies ambientais. Além disso, 30 segundos de lavagem das mãos com sabão e água corrente é a principal recomendação para todos os usuários, especialmente depois de usar o transporte público (EL JANNAH *et al.*, 2017). Na ausência de sabão e água corrente, o uso de gel alcoólico 70% é usado como uma alternativa à higiene das mãos (BLOOMFIELD *et al.*, 2017).

E pesquisas científicas são necessárias para serem utilizadas como base na elaboração de um padrão higiênico sanitário em sistema de transporte público, a fim de controlar a disseminação dos microrganismos patogênicos e resistentes aos antimicrobianos (EL JANNAH *et al.*, 2017).

## CONCLUSÃO

O isolamento e o perfil de resistência aos antimicrobianos dos isolados bacterianos encontrados nos veículos avaliados, sugerem que os usuários que utilizam deste sistema de transporte podem constituir uma via significativa de disseminação de agentes patogênicos. Por este motivo, verifica-se a necessidade de um programa de higiene mais intensificado nos veículos de transporte coletivo, bem como a recomendação de práticas adequadas de higienização das mãos por parte dos usuários, buscando minimizar a exposição e propagação de microrganismos potencialmente patogênicos.

## AGRADECIMENTOS

## REFERÊNCIAS

AFSHINNEKOO, E. *et al.* Geospatial Resolution of Human and Bacterial Diversity with City-Scale Metagenomics. **Cell systems**, v.1, n. 1, p.72-87, Jul. 2015.

BLOOMFIELD, S. F.; CARLING, P. C; EXNER, M. A unified framework for developing effective hygiene procedures for hands, environmental surfaces and laundry in healthcare, domestic, food handling and other settings. **GMS Hygiene and Infection Control**, v.12, n. 8, p. 1-16, Jun. 2017.

BRUNA, R. E. **Factores de patogénesis en *Serratia marcescens***. 215 f. Tesis (Doctorado en Ciencias Biológicas). Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas - Universidad Nacional de Rosario, Argentina, 2017.

CHAIRMAN, K. *et al.* Beware of pathogenic microbes in public utility devices. **Journal of Microbiology and Biotechnology Research**, v. 1, n. 3, p. 85-90, Mar. 2011.

CHO, H. W.; CHU, C. Is the Public Transportation System Safe from a Public Health Perspective? **Osong Public Health and Research Perspectives**, v. 2, n. 3, p. 149-150, Dec. 2011.

CHOWDHURY, T. *et al.* Bacterial Contamination On Hand Touch Surfaces Of Public Buses in Chittagong City, Bangladesh. **OSR Journal of Environmental Science Toxicology and Food Technology**, v. 10, n. 4, p. 48-55, Apr. 2016.

Clinical and Laboratory Standards Institute. **Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing**; Twenty-Fifth Informational Supplement. CLSI document M100-S25. Clinical and Laboratory Standards Institute, 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, Pennsylvania 19087 USA, 2015.

CORDEIRO, P. M. D. *et al.* Análise Microbiológica de Assentos e Alça de Teto em Transportes Coletivos da Cidade Juazeiro do Norte, Ceará. **Revista INTERFACES**, v. 4, n. 12, p. 69-74, Jul. 2017.

DODRILL, L. *et al.* Male commuters in north and south England: risk factors for the presence of faecal bacteria on hands. **BMC Public Health**, v. 11, n. 31, p. 1-6, Jan. 2011.

EL JANNAH, S. M. *et al.* Preliminary Research: Identification Of Microorganism In The Waiting Room On Public Transportation Facilities, DKI Jakarta. **Sanitas: Jurnal Teknologi Dan Seni Kesehatan**, v. 8, n. 1, p. 9 – 15, Oct. 2017.

FERNANDES, A. A. L. *et al.* Diversidade de Bactérias, Fungos e Formas de Resistência de Parasitos em Duas Rotas de ônibus do Transporte Coletivo da Grande Vitória-ES. **Revista Sapientia**, n. 11, p. 39-45, Nov. 2012.

GASPERA, A. D. et al. Brote de shigelosis en la ciudad de Luján, Argentina. **Revista Argentina de Microbiología**, v. 47, n. 2, p. 112-117, Jun. 2015.

GAYMARD A. et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in the environment of public transport: data from the metropolitan network in Lyon, France. **Journal of Antimicrobial Agents**, v. 48, n. 4, p. 459-462, Oct. 2016.

GOMES, N. C. P.; FERREIRA, L. G.; IEMBO, T. Análise da contaminação bacteriológica do setor de parada de ônibus municipais do terminal rodoviário de uma cidade do interior do Estado de São Paulo. **Journal of the Health Sciences Institute**, v. 34, n. 3, p. 140-143, Set. 2016.

HERRA, C.; FALKINER, F. R. *Serratia marcescens*. **Antimicrobial Therapy and Vaccines**. 2017. Disponível em: <http://www.antimicrobe.org/new/b26.asp#top>. Acesso em: 11 Abr. 2018.

HSU, T. et al. Urban transit system microbial communities differ by surface type and interaction with humans and the environment. **Applied and Environmental Science**, v. 1, n. 3, p. 1-18, Jun. 2016.

JUDAH, G. et al. Dirty hands: bacteria of faecal origin on commuters' hands. **Epidemiology and Infection**, v. 138, n. 3, p. 409-414, Mar. 2010.

KONEMAN, E. W. et al. Diagnóstico Microbiológico: Texto e Atlas Colorido. 5. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 2001. p.1465.

KONEMAN, E. W. Diagnóstico Microbiológico. Texto e Atlas Colorido. 6.ed. Guanabara: Koogan; 2008. 1760 p.

LAMARO, L. **Prevalência e Caracterização Molecular de Bastonetes Gram Negativos Isolados do Sistema de Transporte Público Coletivo do Município de Goiânia-GO**. 134 f. Dissertação (Mestrado em Biologia da Relação Parasito-Hospedeiro) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia (GO), 2017.

LEI H. *et al.* Logistic growth of a surface contamination network and its role in disease spread. **Scientific Reports**, v. 7, n. 14826, p. 1-10, Nov. 2017.

LEVINSON, W. **Microbiologia Médica e Imunologia**. 13. ed. Porto Alegre: AMGH; 2016. 787 p.

MAGIORAKOS, A. *et al.* Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 18, n. 3, p. 268-81, Mar. 2012.

MENDONÇA, R. G. M. *et al.* Potencial infeccioso do transporte público de passageiros da cidade de São Paulo. **Arquivos Médicos dos Hospitais e da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo** 2008; v. 53, n. 2, p. 53-57, Set. 2008.

MURRAY, P. R.; ROSENTTHAL, K. S.; PFALLER, M. A. **Microbiologia médica**. 7. ed. Rio de Janeiro:

Elsevier; 2014. 848 f.

MUSTAFA, N. *et al.* Diversity and antibiotic susceptibilities of bacterial species from surfaces of publicly used equipment in a medical education setting. **African Journal of Microbiology Research**, v. 9, n. 45, p. 2239-2248, Nov. 2015.

NOWAK, P.; PALUCHOWSKA, P. *Acinetobacter baumannii*: biology and drug resistance - role of carbapenemases. **Folia Histochemica et Cytobiologica**, v. 54, n. 2, p. 61-74, Jun. 2016.

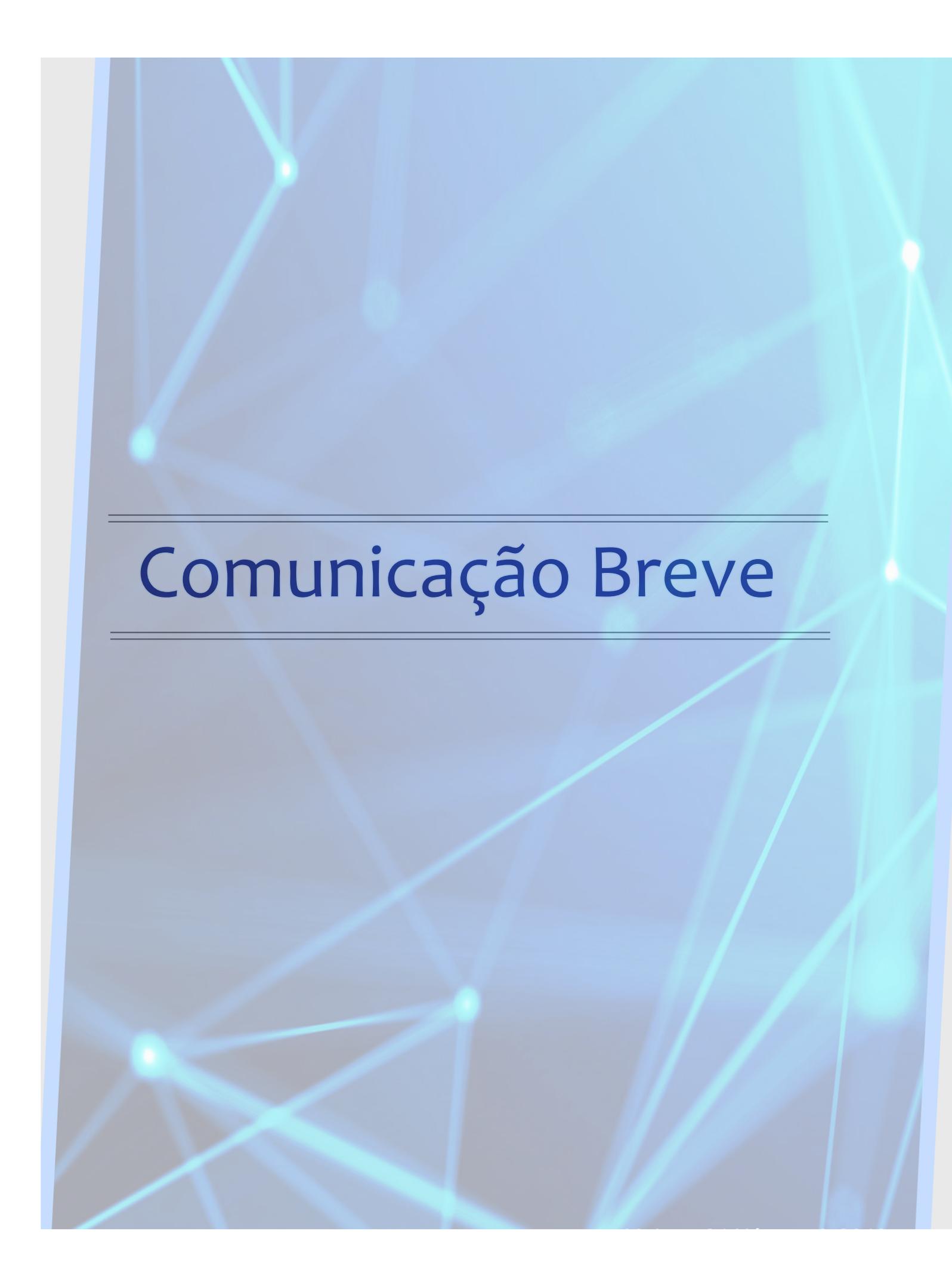
PEREIRA, C. A. S. *et al.* Pesquisa de Bacilos Gram Negativos Não Fermentadores Presente em Torneiras de um Hospital Privado do Município de Volta Redonda, RJ. **Revista Episteme Transversalis**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2012.

PINHEIRO, T. R.; STOPIGLIA, C. D. O. Potencial Infeccioso do Transporte Coletivo Universitário da Cidade de Uruguaiana-RS. SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO. **Anais....v. 7**, n. 2, 2016.

PLIPAT, N. *et al.* The dynamics of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* exposure in a hospital model and the potential for environmental intervention. **BMC Infectious Diseases**, v.13, n.595, p. 1-11, Dec.2013.

PYREK, K. M. Cross-Contamination Prevention: Addressing Keyboards as Fomites. **Infection Control Today**. 2014. Disponível em: [https://www.cleanside.fi/wp-content/uploads/2016/02/ICT\\_Cross-contamination-keyboards.pdf](https://www.cleanside.fi/wp-content/uploads/2016/02/ICT_Cross-contamination-keyboards.pdf). Acesso em 11 de Abr.2018.

TANAKA I. I.; VIGGIANI, A. M. F. S; PERSON O. C. Bactérias veiculadas por formigas em ambiente hospitalar. **Arquivos Médicos do ABC**, v. 32, n. 2, p. 60-63, Ago. 2007.



---

# Comunicação Breve

---

# METODOLOGIA DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE TRANSMISSÃO APLICADA AO ESTUDO DE RAÍZES DE PLÂNTULAS

PERGO, Érica Marusa\*. - Professora adjunta tude de Bioquímica - DCA - Universidade Estadual de Maringá., BRITTA, Elizandra Aparecida.- Docente no Centro Universitário Cesumar - UniCesumar; GALLETTI, Patrícia Aparecida.- Mestranda na área de Tecnologia de Sementes no programa de Fitotecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP).

\*Autor para correspondência e-mail: profericapergo@gmail.com

Recebido em: 03/07/2018  
Aprovação final em: 11/10/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.505>

**RESUMO:** O emprego do microscópio eletrônico de transmissão (MET) é bastante difundido no estudo de materiais biológicos, pois ele permite definição de imagens intracelulares, permitindo estudos de morfologia celular e de aspectos gerais das organelas. As imagens são produzidas por meio da interação inicial de um feixe de elétrons com a amostra, que é mantida sob condições de alto vácuo. Tanto o ambiente de vácuo como a própria irradiação dos elétrons durante a observação, representam condições adversas para a amostra, especialmente no caso de materiais orgânicos ou biológicos, que são por natureza hidratados, frágeis e eletricamente isolantes. Considerando que existem várias técnicas de preparo para MET, mas pouca descrição detalhada destas técnicas na literatura, principalmente para o preparo de raízes de plântulas, assim, esse trabalho teve como objetivo aplicar e adaptar essas técnicas para o estudo de boa qualidade de raízes de plântulas. As amostras primeiramente foram lavadas em tampão fosfato salina, passando pela fixação primária com glutaraldeído, depois pós-fixação com tetróxido de Ósmio, onde posteriormente foram desidratadas com acetona e infiltradas com resina Epon, finalizando com a polimerização, ultramicrotomia e contrastação da amostra. Assim, essa descrição detalhada da metodologia aplicada para raiz de plântulas, pode ser utilizada com segurança e eficácia por outras pessoas, pois quase não existem descrições adaptadas de metodologia de MET na literatura, principalmente para raiz de plântulas.

**Palavras-chave:** Microscópio Eletrônico de Transmissão; Adaptação de técnicas; raízes de planta daninha.

## TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPY METHODOLOGY APPLIED TO THE STUDY OF SEEDLING ROOTS

**ABSTRACT :** The use of the transmission electron microscope (TLM) is very widespread in the study of biological materials, since it allows the definition of intracellular images, permitting studies of cellular morphology and general aspects of organelles. The images are produced by the initial interaction of an electron beam with the sample, which is maintained under high vacuum conditions. Both the vacuum environment and the irradiation of the electrons during observation represent adverse conditions for the sample, especially in the case of organic or biological materials, which are by nature hydrated, fragile and electrically insulating. Considering that there are several preparation techniques for (TLM), but few detailed description of these techniques in the literature, especially for the preparation of seedling roots, this work aimed to apply and adapt these techniques for the study of good quality of seedling roots. The samples were first washed in phosphate buffered saline solution, passed through the primary fixation with glutaraldehyde, then postfixed with osmium tetroxide, where they were subsequently dehydrated with acetone and infiltrated with Epon resin, finishing with polymerization, ultramicrotomy and sample staining. This detailed description of the methodology applied to seedlings root can be used safely and effectively by other people, since there are almost no adapted descriptions of TLM methodology in the literature, especially for seedlings.

**KEYWORDS:** Transmission Electron Microscope; Adapting techniques; Weed roots.

## **INTRODUÇÃO**

O microscópio eletrônico de transmissão (MET), fornece informações analíticas juntamente com a observação da ultraestrutura ou morfologia do objeto em estudo. De maneira geral, o MET funciona como um microscópio fotônico (de luz), com alto poder de resolução. Em condições apropriadas, os elétrons apresentam propriedades ondulatórias que, assim como a luz visível, encontram-se associados a um comprimento de onda cujo valor é de, aproximadamente, 0,005 nm. A comparação deste valor com o comprimento de onda da luz visível (0,5 mm ou 500 nm) demonstra que um feixe eletrônico é cerca de 100.000 vezes menor, e considerando apenas este fator, teríamos um aumento correspondente no poder resolvente (MANNHEIMER, 2002; GRIZZI, *et al*, 2003; PADILHA, 2013).

O emprego do microscópio eletrônico de transmissão (MET) é bastante difundido no estudo de materiais biológicos, pois ele permite definição de imagens intracelulares, permitindo estudos de morfologia celular e de aspectos gerais das organelas. Um MET moderno possui cinco ou seis lentes magnéticas, além de várias bobinas eletromagnéticas de deflexão e aberturas localizadas ao longo do caminho do feixe eletrônico. Entre estes componentes, destacam-se os três seguintes pela sua importância com respeito aos fenômenos de difração eletrônica: lente objetiva, abertura objetiva e abertura seletiva de difração. A função das lentes projetoras é apenas a produção de um feixe paralelo e de suficiente intensidade incidente na superfície da amostra (GRIMSTONE, 1980; DUVERT *et al*, 2003; GALLETI, 2003;). Na prática, o intervalo de aumentos do MET varia de 1.000 a cerca de 380.000 vezes. No MET, a imagem do espécime é formada simultaneamente à passagem do feixe de luz através dele. Os elétrons saem da amostra pela superfície inferior com uma distribuição de intensidade e direção controladas pelas leis de difração impostas pelo arranjo cristalino dos átomos na amostra. Em seguida, a lente objetiva entra em ação, formando a primeira imagem desta distribuição angular dos feixes eletrônicos difratados. Após este processo, as lentes restantes servem para aumentar a imagem ou diagrama de difração para futura observação (MANNHEIMER, 2002; PADILHA, 2013).

Estas imagens são produzidas através da interação inicial e de um feixe de elétrons com a amostra, que é mantida sob condições de alto vácuo. Tanto o ambiente de vácuo como própria irradiação dos elétrons durante a observação, representam condições adversas para a amostra, especialmente no caso de materiais orgânicos ou biológicos, que são por natureza hidratados, frágeis e eletricamente isolantes (FARINA, 1998; KITAJIMA 1998).

Os métodos de preparo visam justamente contornar ou minimizar estas condições adversas, tornando as amostras resistentes e condutoras. Assim pode-se dizer que o sucesso de uma boa preparação é fundamental para se garantir a melhor imagem do espécimen biológico por microscopia eletrônica. Considerando também que existem pouca descrição detalhada destas técnicas na literatura (SANTOS *et al*, 2008; MARCONDES; GARCIA, 2009; BAGNIEWSKA-ZADWORNA, *et al*, 2012; VIEIRA, 2017), principalmente para o preparo de raízes de plântulas, portanto, esse trabalho teve como objetivo aplicar e adaptar essas técnicas para o estudo de boa qualidade de raízes de plântulas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **PREPARO DA AMOSTRA DE RAÍZES DE PLÂNTULAS**

As raízes selecionadas de plantas daninhas crescidas 4 dias após a embebição da semente foram lavadas em Tampão fosfato salina (PBS) (PADRON, 1998) pH 7,2, preparado [0,01M] à temperatura ambiente 3 vezes. Para cada raiz, foi usado aproximadamente 1,5 mL de PBS em tubos de Eppendorf.

### **FIXAÇÃO PRIMÁRIA**

**Glutaraldeído 2,5% em tampão cacodilato de sódio [0,1 M].** Foi preparado na hora, de acordo com o volume a ser utilizado. Para 12 amostras em 12 Eppendorf, usou-se 1,5ml por Eppendorf, dando um volume total de aproximadamente 20ml (pipetou-se 2,0 ml de glutaraldeído 25% em 18 ml de tampão cacodilato 0,1 M). Depois foi deixado em temperatura ambiente por 2 horas. Após, lavou-se as raízes fixadas com tampão cacodilato 3 vezes, sempre agitando-se antes, para tirar o excesso de gliceraldeído (SESSO, 1998; SOUZA, 1993).

### **PÓS-FIXAÇÃO COM TETRÓXIDO DE ÓSMIO**

**Tetróxido de ósmio 1% em tampão cacodilato 0,1 M (v/v).** Foi preparado na hora uma solução no tubo Eppendorf em quantidade suficiente para cobrir a raiz. Envolveu o tubo com papel alumínio (deixou 1 hora no escuro). Volume total para cobrir a raiz no eppendorf foi de 0,5 ml. Então, pipetou 250 ul de Tetróxido e 250 ul de tampão cacodilato, ou 5 gotas para 5 gotas de cada reagente. Após, lavou-se as raízes com tampão cacodilato de sódio 0,1 M (3 vezes) para tirar o excesso de tetróxido de ósmio (SOUZA, 1993).

Os primeiros cuidados que devemos ter para alcançar a metodologia empregada nesse trabalho foi ter muito cuidado com o tampão cacodilato e tetróxido de ósmio, pois são tóxicos e por isso foi trabalhado sempre com luvas na capela. Não foi contaminado pipetas com soluções diferentes ou com outros materiais biológicos e nunca foi usado vidraria utilizada em outras metodologias para preparar material de microscopia.

### **DESIDRATAÇÃO**

As amostras foram desidratadas primeiramente com acetona 50%, onde foi pipetado 1,5 ml de acetona 50 % no eppendorf e deixou em temperatura ambiente 5 - 15 min. Em sequência com acetona 70%, pipetou 1,5 ml de acetona 50 % no eppendorf e deixou novamente em temperatura ambiente 5 - 15 min. Se tiver que interromper o procedimento, esta é a etapa ideal. Pode deixar “overnight”. Depois com acetona 90%, foi feito igual ao anterior. Retirou a acetona com auxílio de pipeta de Pasteur. Finalizando com acetona 100%, onde foi repetido 2 vezes (MACHADO; SOUZA, 1998).

### **INFILTRAÇÃO DA RESINA**

O EPON foi retirado do freezer para atingir a temperatura ambiente. Para 12 Eppendorf, onde precisa de 0,5 ml para cobrir a raiz por eppendorf, preparou-se um volume final de 9 ml (um pouco a mais de 6 ml). Preparou a mistura de EPON com acetona pura (v/v) (1:2), onde pipetou-se 3 ml de Epon para 6 ml de acetona e transferiu a mistura para o eppendorf com a raiz e deixou de 8 a 12 h (ou overnight). Substituiu a mistura EPON/acetona (1:2) por EPON/Acetona (1:1), onde pipetou-se 4,5 ml de Epon para 4,5 ml de acetona e deixou de 8 a 12 h à temperatura ambiente. Depois substituiu a mistura EPON/acetona (1:1) por EPON/Acetona (2:1), onde pipetou-se 6 ml de Epon para 3 ml de acetona e deixou de 8 a 12 h à temperatura ambiente (overnight). No final substituiu a mistura EPON/acetona (2:1) por EPON puro e deixou por 6 h à temperatura ambiente (MACHADO & SOUZA, 1998).

### **POLIMERIZAÇÃO**

Foi colocado o material em formas, acomodando a amostra na extremidade da forma com o auxílio de um palito, posicionando adequadamente o pedaço da amostra. Depois, incubou em estufa a 60°C durante 72 h.

### ULTRAMICROTOMIA

Foram feitos cortes ultrafinos de 60nm e coletados em grades de chumbo de 400 mesh (Sigma); Obs.: antes de fazer os cortes no micrótomo, os bloquinhos foram piramidados, ou seja, foi feito pontinha no bloquinho para facilitar o corte com a navalha de diamante (MACHADO; SOUZA, 1998).

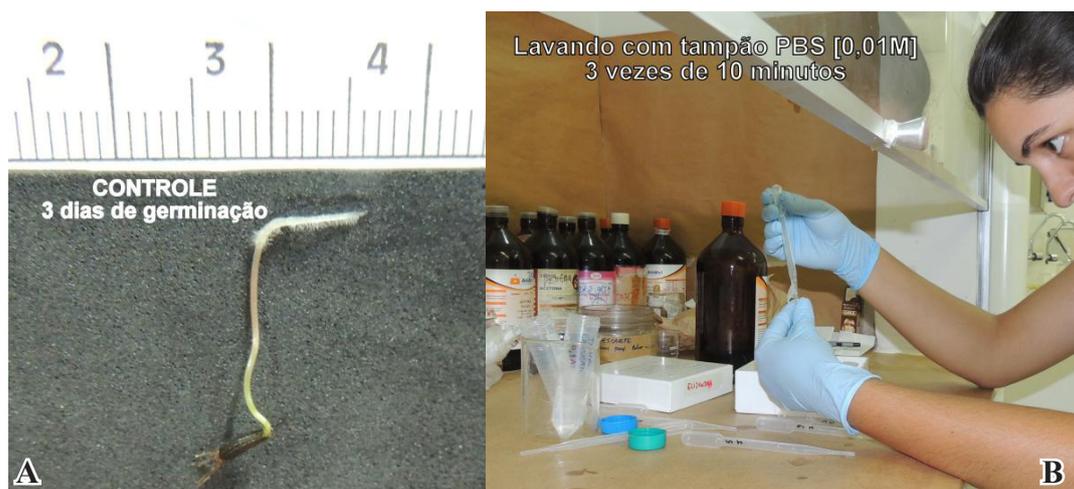
### CONTRASTAÇÃO

Foi feita contração em 5% de acetato de uridila, 20 minutos e citrato de chumbo, 4 minutos. Após as secções foram secas ao ar para visualização em microscópio eletrônico de transmissão - MET, (MACHADO; SOUZA, 1998).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira fase de preparo da amostra das raízes de plântulas foi usado o Tampão Fosfato Salina (PBS), pois de todos, é considerado o tampão mais fisiológico porque é encontrado em células na forma de fosfatos inorgânicos e éster de fosfato. O pH de tampões fosfato apresenta pouca variação em diferentes temperaturas. Este tampão não é recomendado para citoquímica de enzimas e não pode ser suplementado com sais de cálcio ou urânio, pois pode resultar em precipitação de compostos. (Figura 1A e B).

**Figura 1** - Imagens ilustrativas mostrando a primeira fase de preparo da amostra de raiz de plântula para MET. Em A plântula usada: raiz de *Bidens pilosa*. Em B lavagem das raízes com PBS em tubo de eppendorf.



Na segunda fase que corresponde a fixação primária foi utilizado o Glutaraldeído (AG) que é a substância mais utilizada como fixador em microscopia eletrônica. É fornecido em soluções aquosas de concentrações entre 25 e 70% com pH entre 4,0 e 5,0. Soluções estoques de AG com pH inferior a 3,5 devem ser descartadas, pois terão má ação fixadora. O AG é um fixador aditivo, à medida que penetra vai sendo irreversivelmente incorporado às estruturas. Além disso, em cada sítio reativo para fixação serão consumidas em média várias moléculas do fixador. Portanto deve-se prover excesso de moléculas fixadoras. Com as concentrações de aldeído glutárico entre 1,5 e 2,0% temos como norma prática que o volume total dos fragmentos a serem fixados não devem exceder a 1/20 do volume da solução fixadora. Vale ressaltar que, a ação desnaturante do AG sobre as proteínas é pequena, portanto o AG altera relativamente pouco a configuração terciária das cadeias polipeptídicas; a estrutura em hélice dessas

cadeias é substancialmente reduzida, mas não abolida; e várias moléculas de AG participam das ligações cruzadas intra e intermoleculares. (**Figura 2A e B**).

O preparo do gliceraldeído e as lavagens das amostras foram feitas em Tampão Cacodilato, pois este possui pH de tamponamento máximo que se encontra na faixa de 6,4 a 7,4 e oferece vantagens na fixação de materiais biológicos, como ausência de íons fosfato que possam interferir em estudos citoquímicos; preservação da atividade de determinadas enzimas; resistência à contaminação por bactérias; e possibilidade de adição de cálcio às soluções fixadoras.

Na terceira fase que corresponde a pós-fixação foi utilizado o Tetróxido de Ósmio ( $\text{OsO}_4$ ), pois este protege as lipoproteínas naturais dos tecidos evitando sua ruptura e coagulação. Em relação às proteínas, a ação do tetróxido de ósmio ainda é pouco conhecida. O ósmio estabiliza e contrasta especialmente os fosfolipídios constituintes da membrana citoplasmática. Atua sobre os ácidos graxos insaturados (com dupla ligação) desses fosfolipídios. Este fixador tem um papel importante na contrastação inicial da amostra, não devendo a exposição dos tecidos ser muito prolongada. O  $\text{OsO}_4$  é altamente cancerígeno, devendo ser manipulado com todos os equipamentos de proteção necessários, como capela de exaustão, luvas e máscara. Este junto com o tampão Cocadilato e gliceraldeído foram descartados em recipientes dentro da capela, que posteriormente foram levados para o Pró-resíduos (programa de reciclagem de substâncias descartas que são perigosas para a população e meio ambiente) da Universidade Estadual de Maringá. (**Figura 3A e B**).

Na quarta etapa que corresponde a desidratação foi utilizado a acetona, pois para microscopia eletrônica, a desidratação têm que ser feita antes do processo de inclusão em resina e é necessário retirar toda a água do sistema biológico, o que deve ser feito de maneira gradual. Modificações bruscas podem levar ao colapamento das finas projeções citoplasmáticas, afetando a estrutura celular. Após a fixação, o material deve ser bem lavado, com tampão caso o fixador seja tamponado ou com água caso não o seja, iniciando-se em seguida a desidratação com banhos sucessivos de concentrações crescentes de um agente adequado que substitua a água e a elimine do espécime.

Após a desidratação, o espécime a ser analisado em MET foi incluído em um material que permita a posterior obtenção de cortes ultrafinos. Este material deve apresentar boa estabilidade quando submetido ao feixe eletrônico e permitir uma contrastação adequada. Várias substâncias são utilizadas como agentes de inclusão, sendo as resinas as mais conhecidas. Praticamente todas as resinas utilizadas na microscopia eletrônica são suspeitas de serem cancerígenas, devendo, portanto, ser manipuladas com todos os equipamentos de proteção necessários, como capela de exaustão, luvas e máscara. As resinas são comercializadas em 'kits', contendo os componentes e as proporções de preparo dos reagentes. Antes de levar à estufa para a polimerização, os espécimes infiltrados devem ser colocados em cápsulas de gelatina ou em moldes flexíveis, devidamente identificados. As principais resinas utilizadas são a Epon, a Spurr e a LR White. No caso da raiz de plântulas pode ser usada qualquer umas das resinas citadas. Neste trabalho foi usado a resina Epon que mostrou um bom resultado. (**Figura 4**)

Assim, os bloquinhos de resina Epon foram levados para o processo de microtomia onde foi utilizado a navalha de diamante que é muito resistente e durável, mas deve-se tomar cuidado para evitar qualquer movimento transversal ao gume. Desde que não cortem materiais que contenham inclusões muito duras, uma navalha de diamante bem tratada pode durar vários anos em boas condições. Para se evitar defeitos nos cortes, deve se manter a navalha perfeita, limpa e sem dente, e obter blocos homogêneos, de consistência adequada e material bem infiltrado. (**Figura 5A, B, C e D**). Os cortes são coletados na água e posicionados sobre uma grade, em geral de cobre, podendo ser de níquel ou ouro (utilizadas em citoquímica e histoquímica). Há grades com aberturas de diferentes formatos, mais comumente quadrados ou hexagonais. Neste trabalho foi usado a grade de chumbo de 400 mesh (Sigma), que serviu muito bem para este propósito. (**Figura 6**)

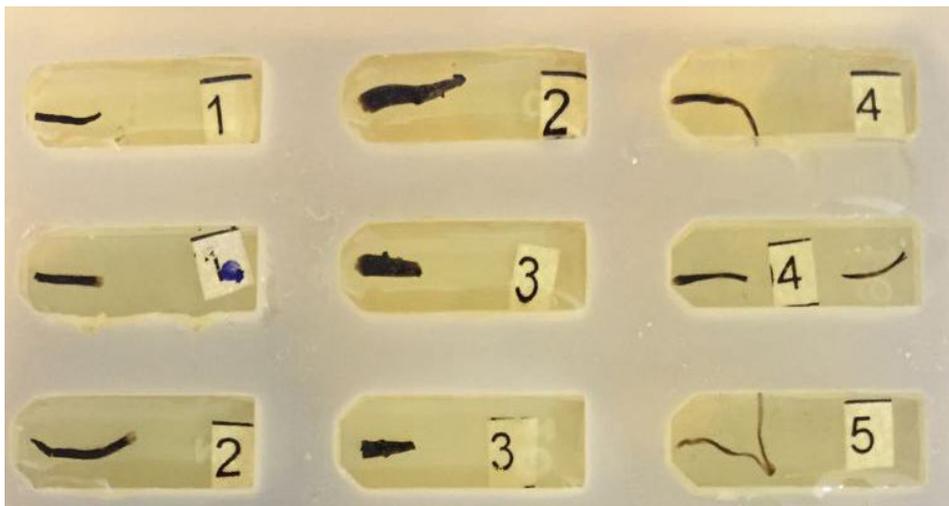
**Figura 2** - Imagens ilustrativas mostrando a segunda fase de preparo da amostra de raiz de plântula para MET. Em **A** fixação primária. Em **B** raiz sendo fixada com glutaraldeído em tubo de eppendorf.



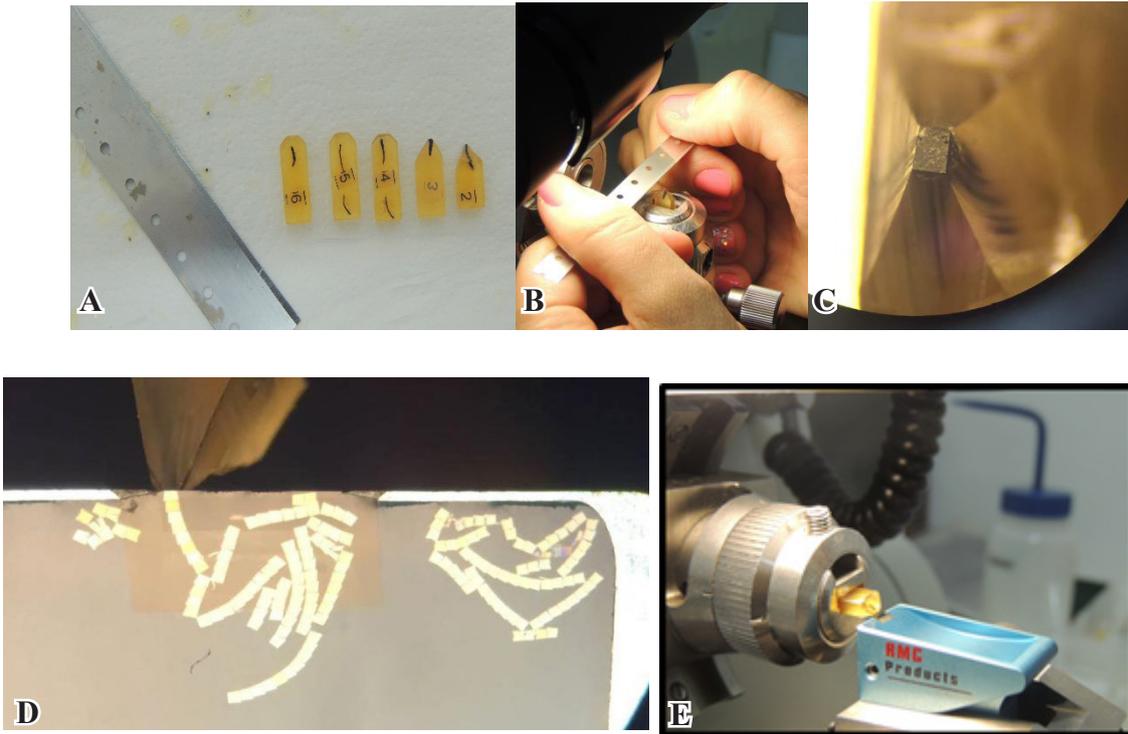
**Figura 3** - Imagens ilustrativas mostrando a terceira fase de preparo da amostra de raiz de plântula para MET. Em **A** Pós-fixação. Em **B** raiz sendo pós-fixada com Tetróxido de Ósmio em tubo de eppendorf.



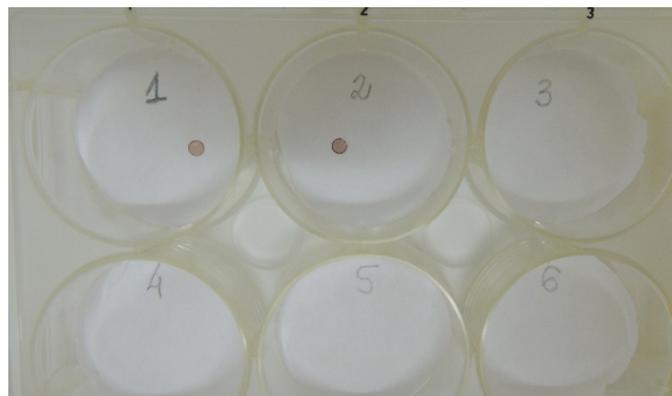
**Figura 4** - Imagem ilustrativa mostrando a polimerização com resina Epon para o preparo da amostra de raiz de plântula para MET.



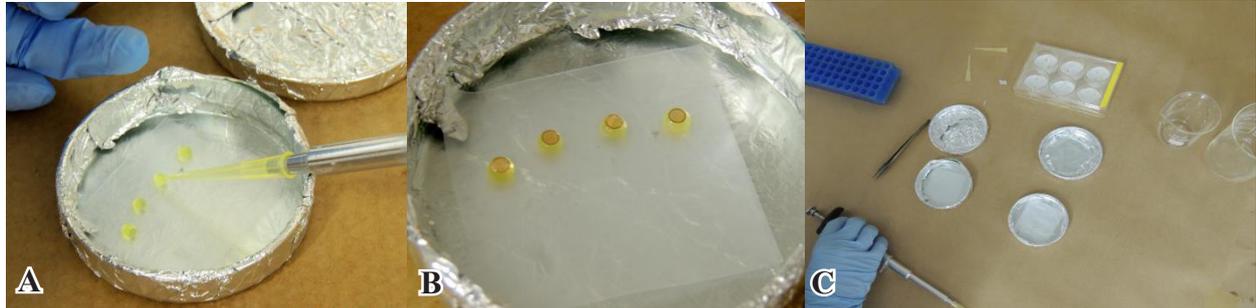
**Figura 5** - Imagens ilustrativas mostrando as fases de preparação dos bloquinhos de resina Epon para fazer os cortes no Ultramicrotomo. Em **A** preparação dos bloquinhos manualmente. Em **B** preparação do bloquinho no ultramicrotomo (piramidar). Em **C** o bloquinho pronto para o corte. Em **D** cortes ultrafinos feitos pela navalha de Diamante. Em **E** os corte dispostos na “banheirinha” para serem pescados pela grade de chumbo.



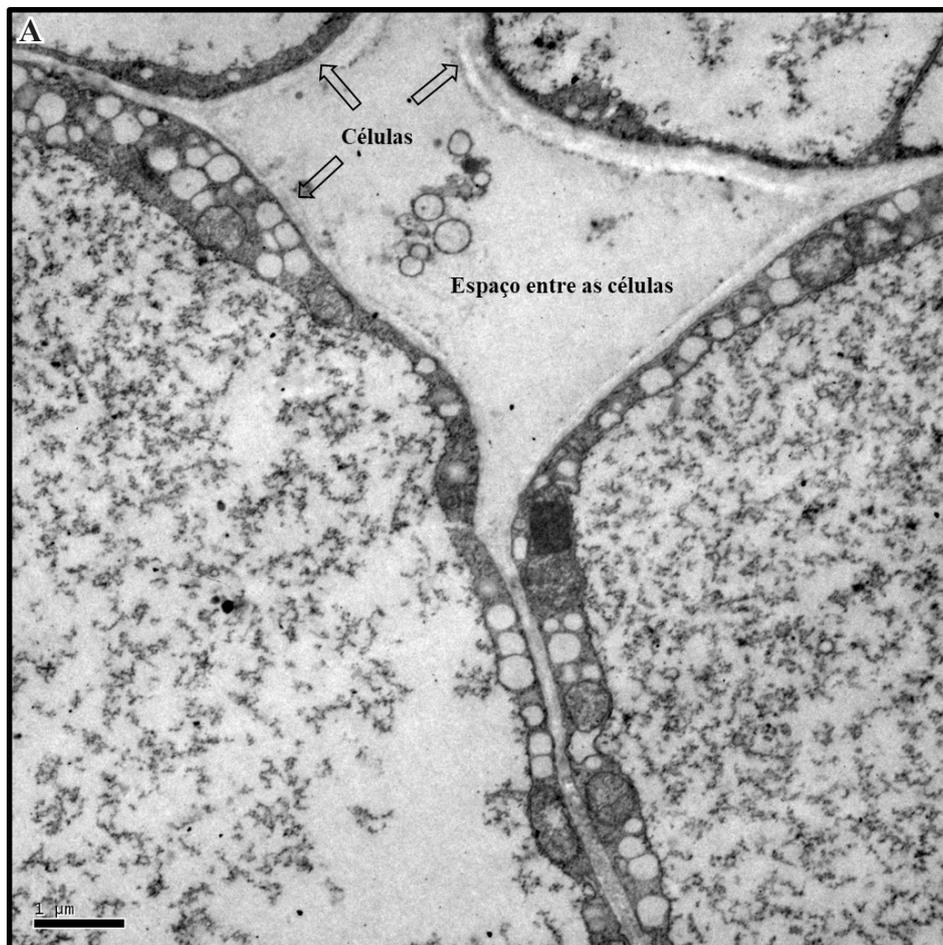
**Figura 6** - Imagens ilustrativas mostrando a grade de chumbo de 400 mesh (Sigma) usada no preparo da amostra de raiz de plântula para MET.



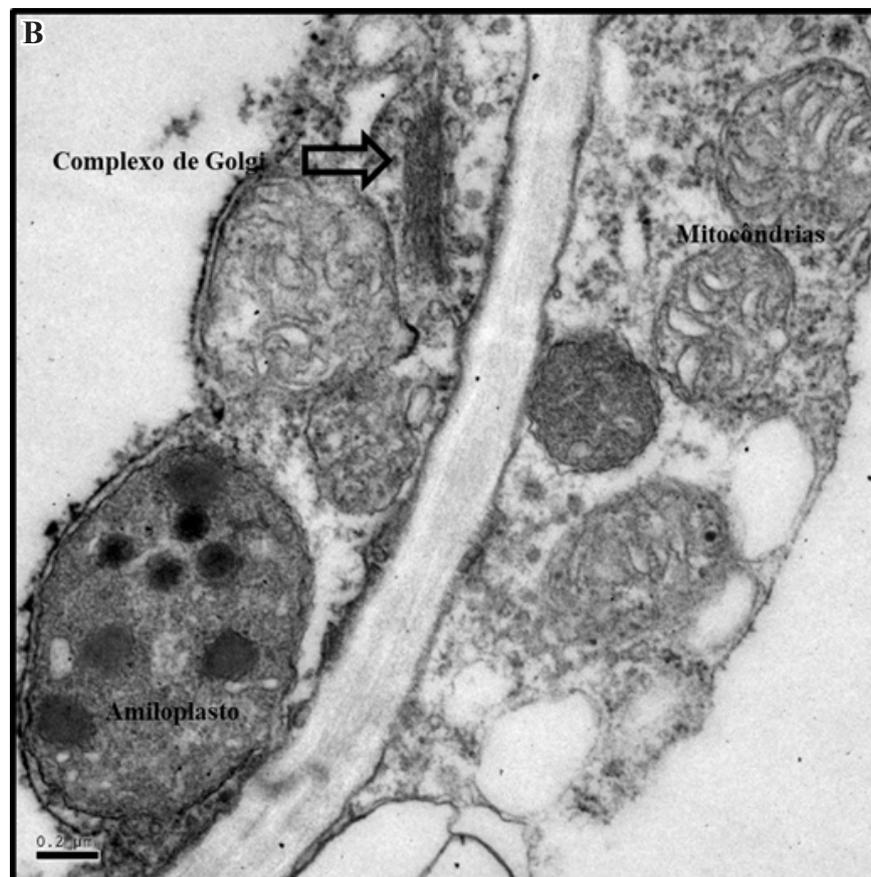
**Figura 7** - Imagens ilustrativas mostrando a Contrastação usada no preparo da amostra de raiz de plântula para MET. Em **A**, os objetos usados no processo de Contrastação. Em **B**, gotas de citrato de chumbo e em **C** as gradinhas de chumbo disposta sobre a gota de chumbo.



**Figura 8** - Imagens ilustrativas dos cortes das raízes primárias de *Bidens pilosa*, usando o Microscópio eletrônico de Transmissão (MET). Em **A**, mostra uma imagem mais ampla de 8K, visualizando quatro células da raiz. Já em **B**, mostra uma imagem mais aproximada de 30K, visualizando dentro de uma célula da raiz algumas organelas, como Mitocôndrias, Amiloplasto e Complexo de Golgi.



**Figura 8** - Imagens ilustrativas dos cortes das raízes primárias de *Bidens pilosa*, usando o Microscópio eletrônico de Transmissão (MET). Em **A**, mostra uma imagem mais ampla de 8K, visualizando quatro células da raiz. Já em **B**, mostra uma imagem mais aproximada de 30K, visualizando dentro de uma célula da raiz algumas organelas, como Mitocôndrias, Amiloplasto e Complexo de Golgi (Cont.)



Para finalizar o processo de preparo da amostra foi feito a contrastação que é usada para intensificar o contraste dos cortes ultrafinos, as grades são colocadas sobre uma gota de acetato de uranila 5% em água destilada durante 5-30 minutos, com o corte voltado para a gota. Esta é previamente depositada sobre um pedaço de parafilme no fundo de uma placa de Petri, devidamente protegida da poeira ambiente. Em seguida, foi lavada a grade com água destilada. O excesso de água é absorvido com um pedaço de papel filtro, podendo-se então colocar a grade sobre uma gota de citrato de chumbo durante 5-30 minutos, lavando e secando como descrito anteriormente. (**Figura 7A, B e C**). Após a contrastação, o corte está pronto para ser examinado no MET, como mostrado as imagens na **Figura 8A e B**.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do MET tem, contudo, limitações impostas pela necessidade do alto vácuo na coluna e pelo baixo poder de penetração do feixe de elétrons. Assim, a metodologia não vai ser tão diferente para cada material biológico, mas a aplicação e adaptação para cada amostra tem que ser feita e descrita de forma detalhada. Contudo, a descrição detalhada neste trabalho da metodologia aplicada para raiz de plântulas, pode ser utilizada com segurança e eficácia por pesquisadores que utilizarão o MET, como mostrado por meio das técnicas e imagens, pois quase não existem descrições detalhadas e principalmente

adaptada para raiz de plântulas na literatura.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem principalmente o Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (COMCAP), da Universidade Estadual de Maringá.

#### **REFERÊNCIAS**

BAGNIEWSKA-ZADWORNA, A.; BYCZYK, J.; EISSENSTANT, D.M.; OLEKSYN, J.; ZADWORNÝ, M.; Avoiding transport bottlenecks in an expanding root system: Xylem vessel development in fibrous and pioneer roots under field conditions. **American Journal of Botany**, v. 99, n.9, p. 1417-26, 2012.

DUVERT, M.; THIÉBAUD, P.; VERNA, A.; VERNAY, J-L. & THÉZÉ, N. Training of students in microscopy studies of normal and pathological structures: a practical course. In: ROSEI, W. **Science Technology and Education of Microscopy: An Overview**. Madrid: FORMATEX, 2003. v. 1, p. 802-816.

FARINA, M. Fundamentos de Microscopia Analítica para Biólogos. In: SOUZA, W. **Técnicas Básicas de Microscopia Eletrônica aplicada às Ciências Biológicas**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Microscopia Eletrônica, 1998.

GALLETI, S.R. **Introdução a Microscopia Eletrônica**. *Biológico*, v. 65, p. 33-35, 2003.

GRIMSTONE, A. V. **O Microscópio Eletrônico em Biologia**. [tradução Marina Silveira]. EPU: Editora da Universidade de São Paulo. Coleção Temas de Biologia, São Paulo, 1980, v.11.

GRIZZI, F.; FRANCESCHINI, B.; CHIRIVA-INTERNATI, M.; HERMONAT, P.; SHAH, G.; MUZZIO, P. & DIOGUARD, N. The Complexity and the Microscopy in the Anatomical Sciences. In: ROSEI, W. **Science Technology and Education of Microscopy: An Overview**. Madrid: FORMATEX, 2003. v. 1, p. 396-404.

KITAJIMA, E.W. **Curso introdutório de microscopia eletrônica de transmissão**, Piracicaba: ESALQ, 1998. 43p.

MACHADO, R. D. & SOUZA, W. Desidratação, Inclusão, Ultramicrotomia e Contrastação. In: SOUZA, W. **Técnicas Básicas de Microscopia Eletrônica aplicada às Ciências Biológicas**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Microscopia Eletrônica, 1998.

MARCONDES, J. & GARCIA, A.B. Aspectos citomorfológicos do estresse salino em plântulas de arroz (*Oryza sativa* L.). *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 76, n. 2, p. 187-94, 2009.

MANNHEIMER, W.A. **Microscopia dos Materiais**, Edição da Sociedade Brasileira de Microscopia e Microanálise, Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais, 2002. 221p.

PADILHA, A.; AMBROZIO-FILHO, F. Técnicas de Análise Microestrutural. In: PADILHA, A.

**Microscopia Eletrônica de Transmissão**, 2013. Disponível em: [www.angelfire.com/crazy3/qfl2308/1\\_multipart\\_xF8FF\\_3\\_MET\\_PMI-2201.pdf](http://www.angelfire.com/crazy3/qfl2308/1_multipart_xF8FF_3_MET_PMI-2201.pdf).

PADRON, T. S. Soluções Tampão. In: SOUZA, W. **Técnicas Básicas de Microscopia Eletrônica aplicada às Ciências Biológicas**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Microscopia Eletrônica, 1998.

SANTOS, W. D.; FERRARESE, M. L. L.; NAKAMURA, C.V.; MOURÃO, K. S.M.; MANGOLIN, C.A.; FERRARESE-FILHO, O. Soybean (*Glycine max*) root lignification induced by ferulic acid. The possible mode of action. **Journal of Chemical Ecology**, v. 34, p. 1230-41, 2008.

SESSO, A. Fixação de Sistemas Biológicos. In: SOUZA, W. **Técnicas Básicas de Microscopia Eletrônica aplicada às Ciências Biológicas**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Microscopia Eletrônica, 1998.

## **ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AXIAL DE ARGAMASSAS COM OS SEGUINTE ADITIVOS: DETERGENTE LÍQUIDO, CAL, E COLA BRANCA**

ESTEVEVES, Hélio Matos\*. - Graduado Engenharia Civil, UNIPAC- Teófilo Otoni/MG, Brasil ; COLARES, Rodrigo Silva.; LAGES, Matheus da Silva.; STARICK, Henrique.; SALOMÃO, Pedro Emílio Amador. - Docentes da Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC, Teófilo Otoni/MG, Brasil.

\*Autor para correspondência e-mail: [hmekiau@yahoo.com.br](mailto:hmekiau@yahoo.com.br)

Recebido em: 06/08/2018  
Aprovação final em: 10/11/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.589>

**RESUMO:** Este estudo tem a finalidade de verificar a resistência a compressão axial das argamassas fabricadas com diferentes aditivos, que são eles: Cal hidratada, detergente líquido e cola branca (PVA). Para elaboração deste trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica e montado o experimento laboratorial. Os traços dos três aditivos foram o mesmo, modificando apenas a adição do aditivo. A primeira argamassa foi produzida com detergente líquido, a segunda teve a adição da cola branca (PVA) e o terceiro foi utilizando a tradicional cal hidratada. Após a produção foram moldados os corpos de prova. Após a moldagem, os corpos de prova permaneceram armazenados no laboratório até atingir a cura adequada, para posteriormente serem rompidos com auxílio de prensa hidráulica automatizada. Com os resultados das resistências dos corpos de prova, pôde-se observar que as resistências das argamassas com detergente líquido e a com cola branca (PVA) equivaleram-se, enquanto a composta por cal hidratada adquiriu uma resistência inferior.

**PALAVRAS-CHAVE:** Argamassa; Aditivo; Detergente Líquido; Cola Branca (PVA); Cal Hidratada.

**COMPARATIVE STUDY BETWEEN THE AXIAL COMPRESSION RESISTANCE OF ARGAMS WITH THE FOLLOWING ADDITIVES: LIQUID DETERGENT, CAL, AND WHITE TAIL**

**ABSTRACT:** This study has the purpose of verifying the axial compressive strength of mortars manufactured with different additives, which are: hydrated lime, liquid detergent and white glue (PVA). For the preparation of this work, a bibliographical review was carried out and the laboratory experiment was set up. The traces of the three additives were the same, modifying only the addition of the additive. The first mortar was produced with liquid detergent, the second had the addition of white glue (PVA) and the third was using traditional hydrated lime. After production, the specimens were molded. After molding, the specimens were stored in the laboratory until adequate cure was obtained, and then they were disrupted with the aid of an automated hydraulic press. With the results of the resistance of the test specimens, it was observed that the resistance of the mortars with liquid detergent and with white glue (PVA) were equivalent, whereas the one composed of hydrated lime acquired a lower resistance.

**KEYWORDS:** Mortar; Additive; Liquid Detergent; White Cola (PVA); Hydrated Lime.

## **INTRODUÇÃO**

Desde que o homem deixou de ser nômade e aprendeu a cultivar o solo para produção de alimento teve a necessidade de construir abrigos. Com isso surgiu a demanda de encontrar novos materiais que pudessem facilitar e deixar mais seguras as construções. Sendo assim, a busca por inovações tecnológicas tornou-se fundamental neste sentido a construção civil segue primando pela busca de materiais que sejam mais resistentes, leves e com menor custo, como um grande objetivo. Dentro desse intuito um dos produtos criados foi a argamassa, um produto com propriedades de aderência e endurecimento. A utilização de aditivos para composição desse material foi por vezes modificado ao longo dos séculos. A partir do ano de 1924, com a descoberta do cimento Portland, a composição da argamassa se deu por cimento, areia, cal e água, sendo considerado a evolução dos primeiros aglomerantes. Na década de 1950, na região da Europa, os aditivos químicos e água foram um composto mais utilizado nas argamassas, são as argamassas colantes, já no Brasil elas tiveram início alguns anos depois, na década de 1970. A argamassa é de suma importância na construção civil e seu uso ocorre em muitos processos, que se dá desde o assentamento de tijolos ao revestimento. Nesta pesquisa realizada foi trabalhado com os seguintes aditivos: Cal, detergente líquido doméstico e cola branca PVA (Acetato de Polivinila), afim de verificar se a adição dos mesmos, pode acarretar na alteração da estrutura cristalina e tempo de cura, aumentando a resistência do concreto.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

A utilização de aditivos no preparo de argamassas é de fundamental importância para os mais diversos fins. A NBR 15812-1(2010) sugere que a resistência da argamassa de assentamento para alvenaria estrutural de blocos cerâmicos seja no mínimo de 1,5MPa e no máximo de 70% da resistência característica à compressão dos blocos estruturais. Pode ser citado a Argamassa que segundo a NBR 13281(2001), é a mistura homogênea de agregado (s) miúdo (s), aglomerante (s) inorgânico (s) e água, contendo ou não aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada). Os aditivo é considerado qualquer material (excetuando-se água, agregados, cimento hidráulico ou fibras) adicionado à matriz cimentícia antes ou durante a mistura, com o objetivo de modificar algumas de suas propriedades, no sentido de melhor adequá-las a determinadas condições. Segundo a NBR5732(1991) cimento é um aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clínquer Portland ao qual se adiciona, durante a operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio. Com base na NBR7175:03 a cal hidratada é o pó obtido pela hidratação da cal virgem, constituído essencialmente de uma mistura de hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, ou ainda, de uma mistura de hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio e óxido de magnésio. O Poliacetato de Vinila (PVA) de acordo com Carneiro, Vital e Pereira (2007), o PVA é conhecido popularmente como cola branca e tem origem a partir da polimerização em fase aquosa do acetato de vinila e estabilizadores, ao passo que o detergente líquido é classificado pela ANVISA como um produto destinado à limpeza de superfícies e tecidos através da diminuição da tensão superficial. O composto ativo do detergente utilizado na pesquisa é o Linear Alquilbenzeno Sulfonato de Sódio (LAS). De acordo com MENDES (2016) o LAS, princípio ativo dos detergentes lava-louças domésticos, é uma família de detergentes sintéticos que compõem as principais substâncias utilizadas como aditivos incorporadores de ar pela indústria de construção civil.

## **OBJETIVOS GERAL**

Testar diferentes tipos de aditivos em argamassas.

Verificar a eficiência dos aditivos nas argamassas, submetendo os corpos de prova ao ensaio de compressão.

### **METODOLOGIA**

De acordo com o objetivo proposto neste trabalho, foi desenvolvido um experimento buscando comparar mecanicamente o desempenho de argamassas com a adição de diferentes aditivos, destinadas ao assentamento de alvenaria estrutural. Assim, as mesmas foram avaliadas, no estado endurecido, quanto à resistência à compressão axial.

O preparo do experimento e os ensaios foram realizados junto ao Laboratório Multidisciplinar de Engenharia Civil e Arquitetura da Universidade Presidente Antônio Carlos, campus Teófilo Otoni – MG. O preparo dos traços seguiu as instruções da NBR13276(2002).

A primeira argamassa foi confeccionada com um traço 1:4, sendo 10 kg de cimento Portland CP-IV 32e 40 kg de areia media, foram adicionados 3 litros de água misturados com 50 ml de detergente líquido neutro (Figura 1).

**Figura 1** – Cola Branca (PVA).



**Fonte** – Autoria Própria (2018).

O preparo da segunda argamassa, utilizou um traço também de 1:4, sendo 5 kg de cimento Portland CP-IV 32e 20 kg de areia media, foram adicionados 3,3 litros de água misturados com 200 ml de cola branca (PVA)(Figura2).

A terceira argamassa a ser comparada, foi confeccionada com traço 1:2:4, sendo 5 kg de cimento Portland CP-IV 32, 10 kg de cal hidratada CH-III para uso imediato e 20 kg de areia media e foram adicionados 8 litros de água.

Os traços foram misturados com auxílio de uma betoneira. Após o preparo as misturas foram acondicionadas nos moldes cilíndricos de aço, com dimensões de 20x10 cm.

As argamassas permaneceram nos moldes (figura 3) seguindo a NBR13279(2005). Após o desmolde foram devidamente marcadas com o tipo de aditivo presentes na mesma e data de preparo.

As argamassas já desmoldadas (corpos de prova) permaneceram no laboratório até o dia do rompimento. Foram rompidos com 7 dias, 21 dias e 28 dias. Para realização dos ensaios, os corpos de prova foram nivelados com uma retífica faceadora (Figura 4) e posteriormente levados a prensa hidráulica (Figura 5), esta usada para o ensaio de compressão axial.

As argamassas já desmoldadas (corpos de prova) permaneceram no laboratório até o dia do rompimento. Foram rompidos com 7 dias, 21 dias e 28 dias. Para realização dos ensaios, os corpos de prova foram nivelados com uma retifica faceadora (Figura 4) e posteriormente levados a prensa hidráulica (Figura 5), esta usada para o ensaio de compressão axial.

**Figura 2 – Cola Branca (PVA).**



**Figura 3 – Moldes com argamassa.**



**Figura 4 – Retifica faceadora.**



**Fonte –** Autoria Própria (2018).

Figura 5 – Prensa hidráulica.



Fonte – Autoria Própria (2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com o ensaio de compressão axial, estão disponíveis na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados do Ensaio de Rompimento de Corpo de Prova.

Aditivos	Rompimento 7 dias Fck (MPa)	Rompimento 21 dias Fck (MPa)	Rompimento 28 dias Fck (MPa)
Detergente	3,80	6,39	6,40
Cola Branca	3,79	6,44	6,44
Cal hidratada	0,96	1,91	2,29

Fonte – autoria do autor.

Pode-se averiguar um aumento considerável na resistência a compressão entre o 7º dia e o 21º dia, na argamassa com detergente e na composta com cola branca os aumentos foram respectivamente de 68% e 70%, enquanto na confeccionada com cal foi de 99%.

Aos 28 dias a argamassa com detergente e a com cola branca, mantiveram uma resistência a compressão similar a dos 21 dias, a confeccionada com cal hidratada, teve um aumento de 19% em sua resistência.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A propagação da informação sobre diferentes tipos de aditivos para a confecção de argamassas em

obras civis, faz com que análises de viabilidade técnica sejam levantadas com intuito de averiguar a possibilidade de uso desses produtos.

Em razão disso, o foco deste artigo foi à viabilidade da substituição da cal hidratada por detergente líquido ou cola branca (PVA), na produção de argamassas, visando um ganho na resistência a compressão axial.

Os ensaios demonstram que tanto a argamassa produzida com detergente, quanto a produzida com cola branca (PVA), atingem uma resistência a compressão axial satisfatória. Superando a tradicional argamassa confeccionada com cal.

Devido à resistência atingida pelas argamassas, as mesmas podem ser estudadas aumentando a quantidade de areia dos traços.

## REFERÊNCIAS

ANVISA, 2008. **RESOLUÇÃO-RDC N°- 40 - Regulamento Técnico para Produtos de Limpeza e Afins**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1e808a8047fe1527bc0dbe9f306e0947/RDC+40.2008.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 15 maio 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5732** Cimento Portland comum, Rio de Janeiro, 1991.

\_\_\_\_\_. **NBR 7175** Cal hidratada para argamassas - Requisitos, Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 13276** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência, Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_\_. **NBR 13279** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão, Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15812** Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos - Parte 1: Projetos, Rio de Janeiro, 2003.

CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; PEREIRA, F. A. Adesivos e sua importância na indústria madeireira. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRAA, M. Vitoria. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro II**: Gráfica Aquarius, p.99-128, 2007.

MENDES, J.C. **Viabilidade técnica do uso de linear alquil benzeno sulfonato de sódio como aditivo incorporador de ar para matrizes cimentícias**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

RECENA, F. A. P. **Conhecendo argamassa**. 2. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2012. 188 p.

RODRIGUES, P. N.. **Caracterização das argamassas históricas da ruína de São Miguel Arcanjo/RS**. 2013. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

# PROJETO PILOTO DE PONTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA DE MATERIAL RECICLÁVEL EM BAIRRO DO MUNICÍPIO DE POÇOS DE CALDAS-MG

TURCI, Luiz Felipe Ramos.\*, SANCINETTI, Giselli Patrícia., BRAGA, Daniele Souza., CARNIETTO Fábio., JUAZEIRO, Luis Henrique Souza., DOS REIS, Claudiana Goulart. - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Alfenas UNIFAL-MG, campus Poços de Caldas – MG

\*Autor para correspondência e-mail: luiz.turci@unifal-mg.edu.br

Recebido em: 10/09/2018  
Aprovação final em: 17/12/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.587>

**RESUMO:** Este trabalho objetiva contribuir para o desenvolvimento de melhorias na logística adotada para coleta seletiva de material reciclável, bem como no desenvolvimento de trabalho de educação ambiental. Para isso, propõe-se um projeto piloto de coleta seletiva utilizando-se Ponto de Entrega Voluntário (PEV) em substituição à logística de coleta porta-a-porta, conjuntamente a uma campanha intensiva de educação para o uso do PEV. Em sua primeira fase, realizada em duas ruas do bairro Campos Elíseos de Poços de Caldas-MG, a viabilidade da implantação do PEV foi comprovada a partir dos dados obtidos fazendo-se uma análise antes e após a implantação do PEV. Destaca-se como resultados a redução em 70% do tempo de coleta, queda de 40,4% na distância percorrida pelos catadores, bem como a economia de diesel.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos sólidos; Coleta seletiva; Cooperativas; Ponto de Entrega Voluntário.

## A PILOT PROJECT OF A VOLUNTARY DELIVERY POINT OF RECYCLABLE MATERIAL IN A NEIGHBORHOOD OF POÇOS DE CALDAS-MG MUNICIPALITY

**ABSTRACT:** This work aims to contribute to the development of improvements in the logistics adopted for the selective collection of recyclable material, as well as for the development of environmental education work. For this purpose, a pilot project of selective collection is proposed, using a Voluntary Delivery Point (VDP) to replace door-to-door collection logistics, together with an intensive education campaign for the use of the VDP. In its first phase of the project, carried out on two streets in Campos Elíseos neighborhood of Poços de Caldas-MG, the viability of the implementation of the VDP was proved from the data obtained by performing an analysis before and after the implementation of the VDP. The results show a reduction of 70% in the collection time, a 40.4% fall in the distance traveled by the collectors, as well as the diesel economy.

**KEYWORDS:** Solid Waste; Selective Collection; Cooperatives; Voluntary Delivery Point.

## INTRODUÇÃO

Sete bilhões de seres humanos produzem anualmente 1,3 bilhão de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) — uma média de 1,2 kg por dia per capita. Quase a metade desse total é gerada por menos de 30 países, os mais desenvolvidos do mundo, enquanto que há dez anos a geração era de 0,68kg por dia por habitante urbano. (HOORNWEG & BHADA-TATA, 2017)

Tendo em vista dados tão alarmantes, temos na gestão do tratamento de todo esse resíduo grande quantidade de produtos que podem ser reaproveitados, virando matéria prima para outros produtos ou gerando energia.

No Brasil, a universalização da coleta e a correta destinação dos materiais constituíam, historicamente, os objetivos principais do gerenciamento de resíduos de um município. Atualmente, além desses objetivos, o correto gerenciamento requer programas que contribuam para diminuir a quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários, visto que, além de ser uma atividade onerosa para o município, impede que os materiais reaproveitáveis e recicláveis retornem ao ciclo produtivo. Essa discussão tem avançado no Brasil por conta da promulgação de importantes leis, como a Lei de Saneamento Ambiental e a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Dentre seus instrumentos a Política Nacional traz o incentivo à coleta seletiva e ao desenvolvimento de cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis. Dessa forma os programas de coleta seletiva e o desenvolvimento desses grupos trazem uma nova visão da importância desses atores, incluindo-os na cadeia produtiva e possibilitando uma atuação mais efetiva com direitos estabelecidos em lei, bem como a geração de renda.

No sul de Minas Gerais, Poços de Caldas busca uma melhor destinação dos resíduos sólidos urbanos que chegam a ultrapassar 600 toneladas por mês. Assim, através de parceiras entre a Prefeitura Municipal e cooperativas como a Ação Reciclar e a Coopersul, diariamente realizam-se coletas porta a porta de material reciclável que é posteriormente triado, processado e vendido pelas cooperativas.

A fim de colaborar com a melhoria do processo de coleta de material reciclável, o presente projeto visa o estudo e a viabilidade para a implantação de um Ponto de Entrada Voluntária previamente definida para o bairro Campos Elísios – Poços de Caldas como forma otimizar o processo de coleta seletiva, aperfeiçoando as rotas e também atuando no decaimento do tempo percorrido pelos colaboradores. Este é um trabalho conjunto entre a Cooperativa Ação Reciclar, Prefeitura de Poços de Caldas, e o Recicla Unifal, um projeto que foi criado em 2014 para promover o incentivo à coleta seletiva na Universidade Federal de Alfenas *Campus* Poços de Caldas buscando oferecer a base necessária para que aconteça a coleta bem como sensibilizar a comunidade acadêmica e a população em relação ao serviço prestado pelos colaboradores..

## COLETA SELETIVA NO BRASIL

Reciclagem, por definição, seria a reutilização de determinado material para fins que podem não ser a sua finalidade original. O processo de reaproveitar proporciona matéria prima para novos produtos em detrimento de uma nova produção industrial, gera economia de água, energia e conseqüentemente a redução da emissão de gases para a atmosfera. A indústria da reciclagem envolve mais de dois milhões de catadores informais em todo o mundo e tornou-se um negócio global, envolvendo extensas redes de abastecimento e transporte (HOORNWEG & BHADA-TATA, 2017).

Estima-se que em 2025, o Brasil gerará o dobro de resíduos sólidos do que foi gerado em 2012, chegando a mais de 300.000 toneladas por dia (HOORNWEG & BHADA-TATA, 2017). Atualmente, gera-se no

Brasil mais de 160.000 toneladas por dia de resíduos sólidos. Esse resíduo é composto, na maior parte, por compostos orgânicos, seguido por papel e plástico, e precisa urgentemente de uma destinação final apropriada. A Tabela 1 traz a estimativa da composição gravimétrica dos resíduos urbanos coletados no Brasil em 2008, conforme o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – estudo mais recente do IPEA (2017) traz valores similares também datados de 2008.

De acordo com os dados do IPEA nota-se que mais da metade dos resíduos são de matéria orgânica e os recicláveis estão entre 30 e 40%. Se o tratamento e destinação dos resíduos forem feitos corretamente, apenas 13% iria para os aterros sanitários. Tal fato geraria economia de energia, prolongaria a vida dos aterros e diminuiria a emissão de gases do efeito estufa (IPEA, 2017).

O sucesso na reciclagem de resíduos sólidos depende obrigatoriamente do sucesso da coleta seletiva. A seguir, apresentamos alguns exemplos de projetos estruturados de coleta seletiva em municípios brasileiros.

**Tabela 1** - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil.

<b>Materiais</b>	<b>Participação (%)</b>	<b>2000 (t/dia)</b>	<b>2008 (t/dia)</b>
<b>Material reciclável</b>	31,9	47558,5	58527,4
<b>Metais</b>	2,9	4301,5	5293,5
<b>Aço</b>	2,3	3424	4213,7
<b>Alumínio</b>	0,6	877,5	1079,9
<b>Papel, papelão e tetrapark</b>	13,1	19499,9	23997,4
<b>Plástico total</b>	13,5	20191,1	24847,9
<b>Plástico filme</b>	8,9	13326,1	16399,6
<b>Plástico rígido</b>	4,6	6865	8448,3
<b>Vidro</b>	2,4	3566,1	4388,6
<b>Matéria orgânica</b>	51,4	76655,3	94335,1
<b>Outros</b>	16,7	24880,5	30618,9

**Fonte:** Adaptado do PNRS.

A coleta domiciliar no município do Rio de Janeiro é realizada pela COMLURB (Companhia Municipal de Limpeza Urbana), uma empresa mista da qual a Prefeitura do Rio de Janeiro é acionista majoritária (COMLURB, 2009). Tal companhia é responsável também pela coleta seletiva, varrição de rua, praias e praças.

A coleta seletiva realizada no município do Rio de Janeiro conta com basicamente duas atividades, a coleta porta a porta e os Pontos de Entrega Voluntária (PEV). Tais pontos são de iniciativa das cooperativas.

Segundo o Governo Municipal do Rio de Janeiro, em 2009 eram coletados por mês 1.023,59 toneladas de materiais potencialmente recicláveis pelo programa nos 68 bairros com cobertura da coleta seletiva (COMLURB, 2009). A taxa de recuperação desses materiais chega a 3,7%. Com as novas centrais de triagem, o governo planejava expandir a cobertura da coleta seletiva a outros bairros.

A solução para uma melhor eficiência na coleta seletiva da cidade do Rio de Janeiro seria manter as centrais de triagem com capacidade de 20 e 30 toneladas por dia e criar mais com 50 toneladas por dia para áreas com maior densidade demográfica e alta geração de resíduo sólido. Estima-se que cada usina de triagem de 20 toneladas por dia gera 200 empregos; de 30 toneladas por dia, 300 empregos; e 50 toneladas por dia, 500 empregos (COMLURB, 2009).

Hoje, a companhia atende 113 bairros da cidade do Rio de Janeiro. Com a expansão da coleta

seletiva, a companhia passou a recolher 1.700 t/mês. O total da população atendida equivale a 4.116.731 pessoas, com 1.434.721 de domicílios beneficiados. Todo o material recolhido vai hoje, para 22 centrais de triagem. (COMLURB, 2018).

Na cidade de Canoas, objetiva-se reestruturar o programa de coleta seletiva do município promovendo efetiva recuperação de materiais, com inclusão social e geração de postos de trabalho e renda, atendendo aos requisitos da PNRS.

O programa de coleta seletiva em Canoas tem cinco cooperativas parceiras, sendo que quatro dessas possuem contrato com a Prefeitura Municipal de Canoas para coleta e transporte dos resíduos até as unidades de triagem. O planejamento e controle dos serviços municipais da coleta seletiva são da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA), apoiada pelo Comitê Executivo de Gestão Integrada de Resíduos Recicláveis.

A coleta seletiva de Canoas ocorre de duas formas: coleta porta a porta e PEV. A coleta porta a porta atende a aproximadamente 65% da cidade e os resíduos descartados pela população, principalmente PET, alumínio e papelão são altamente disputados pelos catadores informais (CANOAS, 2014).

A participação efetiva da população é um dos grandes desafios a ser superado em qualquer programa de coleta seletiva. Logo, um programa de educação ambiental deve ser construído e desenvolvido pelas cooperativas de catadores de Canoas contando com a participação de líderes de comunidade e bairros e profissionais da área de educação, saúde e meio ambiente. Além disso, a participação de pesquisadores de universidade, agentes comunitários de saúde, técnicos do setor, organizações não governamentais e iniciativa privada.

A Prefeitura de Santo André, desde 1997, implementou projetos em busca de uma cidade mais limpa, agradável e com melhor qualidade de vida. Em julho de 1999, o Serviço Municipal de Saneamento Ambiental se tornou responsável pelo gerenciamento dos serviços de coleta dos resíduos sólidos, tratamento, disposição final, varrição e limpeza urbana (BUONAVITA *et al.*, 2008).

Em maio de 1998, iniciou-se a coleta seletiva de porta a porta no município de Santo André para medir a adesão da população perante a proposta de separar os resíduos sólidos gerados. Em pouco tempo outros bairros aderiram à ideia chegando a 7% dos domicílios da cidade, em junho de 1999.

Criou-se então, a coleta diferenciada que é a ampliação do programa de coleta porta a porta para toda a cidade de Santo André. A expansão da coleta atingiu cerca de 100 mil domicílios, 60% do total. Até 2008, a coleta era realizada em 99,8% da cidade com adesão de 63% da população (BUONAVITA *et al.*, 2008).

Além da coleta porta a porta, foram disponibilizados pontos de entrega voluntária que estão distribuídos por toda cidade, escolas, centro comunitário, postos de combustíveis, condomínios, supermercados e outros, totalizando 411.

Existem duas cooperativas na cidade de Santo André formadas, na sua maioria, por trabalhadores socialmente excluídos da cidade, incluindo os que atuavam como “carrinheiros”. Uma cooperativa é responsável pela triagem e comercialização de resíduos sólidos provenientes da coleta seletiva, e a outra é responsável pela coleta de resíduos através de carrinho de mão em lugares onde o caminhão de coleta não tem acesso.

Santo André encerrou 2017 com o reaproveitamento de 30% de todos os resíduos gerados no município, o índice girava em torno de 12% até 2014. Aproximadamente 900t de resíduos secos chegam às cooperativas todo mês. Os PEV contudo, caíram de 411 para 100 (RAYMUNDI, 2018).

Ribeirão Preto destaca-se nos programas de coleta seletiva, pois recolhe cinco toneladas diárias. O sistema de coleta é composto por PEV e a coleta porta a porta. O material recolhido tem como destino a usina de triagem e a verba arrecadada é repassada ao Fundo Social de Ribeirão Preto, responsável por

destinar recursos a instituições assistenciais do município.

Em Uberlândia, a coleta seletiva é feita através de PEV que são instalados em locais estratégicos da cidade. O resíduo reciclado também é coletado em escolas que participam de programas de conscientização através de gincanas e palestras (RIBEIRO, 2000).

#### **COLETA SELETIVA EM POÇOS DE CALDAS**

Na cidade de Poços de Caldas, a coleta de resíduo domiciliar é realizada pela Prefeitura Municipal através de empresas contratadas por licitação. A empresa atualmente responsável pela coleta é a Liarth - Limpeza Urbana.

A cidade conta com cooperativas (Ação Reciclar, CooperSul, Recriando) que fazem a triagem, beneficiamento e comercialização dos materiais recicláveis coletados pela prefeitura. Atualmente, a coleta seletiva organizada pela Secretaria de Serviços Públicos e pelas cooperativas de reciclagem atende todos os bairros da cidade. Segundo a Prefeitura, o município foi dividido em seis setores que são atendidos por sete caminhões que se alternam em 44 rotas. Com a ampliação, todos os moradores das zonas Sul, Leste, Oeste e Centro poderão contar com o serviço.

Estima-se que mais de 600 toneladas por mês de material reciclável sejam recolhidas na cidade. Até então, eram recolhidas 3,5 mil toneladas mensais de resíduos sólidos no município, mas apenas 100 toneladas eram reaproveitadas pelas cooperativas (G1, 2017).

Além da coleta porta a porta, em 2017, a prefeitura instalou um Posto de Entrega Voluntária no centro da cidade. Nesse posto, um cooperado recebe o material e processa a triagem no próprio posto. Fazemos apenas uma observação de que o posto funciona apenas quando o cooperado está presente.

#### **PROJETO PILOTO DE PEV EM BAIRRO DE POÇOS DE CALDAS-MG**

Desde 2015, existe um projeto intitulado Recicla Unifal composto por professores e estudantes da Universidade Federal de Alfenas - *Campus* Poços de Caldas cujo objetivo é promover o incentivo à coleta seletiva dentro e fora da Universidade, assim como estudos para melhorar a coleta na cidade. Esse projeto é uma das organizações locais participantes do plano diretor da Cooperativa Ação Reciclar, criado pela Associação Poços Sustentável, com o propósito de otimizar sua gestão administrativa e operacional (AÇÃO RECICLAR).

Nos programas de coleta seletiva citados anteriormente, nota-se em comum o uso de PEV e a existência de um trabalho de educação ambiental. Pensando nisso, uma das ações do Recicla Unifal foi o projeto piloto de implantação de PEV no bairro Campos Elísios, em junho de 2017. Esse projeto tem a participação da cooperativa Ação Reciclar e conta com o apoio da Prefeitura Municipal, principalmente da Coordenadoria da Zeladoria da Zona Oeste.

As etapas do projeto foram as seguintes: 1) Escolha do bairro; 2) Levantamento dos dados da coleta seletiva no bairro; 3) Projeto e construção do PEV; 4) Campanha pré-instalação; 5) Instalação do PEV; 6) Campanha pós-instalação; 7) Levantamento de dados da coleta no PEV; 8) Análises de resultado.

Primeiramente, conjuntamente com a Cooperativa Ação Reciclar, escolheu-se o bairro Campos Eliseos para execução do projeto por ser um bairro pequeno, que não consiste em trajeto para outros locais da cidade (ou seja, há poucos frequentadores que não são moradores), e que está próximo da cooperativa Ação Reciclar.

A segunda etapa do projeto consistiu em acompanhar a realização da coleta seletiva porta a porta nas 7 ruas do bairro entre 11 de novembro de 2016 e 09 de dezembro de 2016. O tempo médio de coleta no bairro foi de 50 minutos. O peso total coletado em cada uma das amostras foi de: 182.5kg, 145.0kg, 163.0kg, 228.5kg. Vale ressaltar aqui que, como esperado, entre o final de novembro e início de dezembro, houve um aumento na quantidade de material coletado – conjectura-se que isso se deve ao aumento do consumo com o recebimento

do 13º salário e do Natal.

Esse levantamento permitiu-nos concluir que um único PEV não atenderia a demanda de todo o bairro. Assim, definiu-se que o PEV atenderia apenas duas ruas do bairro. Escolheram-se as ruas Antônio de Castro Souza e Hélio Brandão Dias. A área pública de recreação localizada nesta última rua foi definida como local de instalação do PEV. A maior distância entre uma residência localizada nessas ruas e o PEV chegou a 300m. A escolha do local de instalação é uma das grandes dificuldades do uso de PEV, pois em geral, os moradores não aceitam bem a instalação de PEV próximos a suas residências.

Em conjunto com a cooperativa Ação Reciclar, definiu-se que o PEV deveria ser resistente a ataques de vandalismo e dificultar o furto de material – questões que dificultam o uso de PEV na coleta seletiva. Com essas premissas, os alunos do Recicla Unifal e os técnicos da UNIFAL-MG fizeram o projeto do PEV que pode ser visto na Figura 1. A estrutura do PEV é toda feita em *metalom* e seu revestimento em chapa de aço galvanizado; para dificultar o furto de material a portinhola para descarte de material foi construída na parte frontal e superior do PEV.

Em maio de 2017, um mês antes da instalação do PEV iniciou-se a campanha de divulgação orientando os moradores das duas ruas relatadas da mudança de logística na coleta seletiva nessas ruas, que passariam a ser atendidos exclusivamente pelo PEV. Uma vez por semana a equipe do Recicla Unifal entregou os panfletos informativos em cada uma das casas das duas ruas em questão. O panfleto dessa campanha pode ser visto na Figura 2.

Após aprovação da prefeitura municipal, através da Secretaria de Serviços Públicos, no dia 8 de junho de 2017 o PEV foi instalado. A Coordenadoria da Zona Oeste orientou o serviço de coleta porta a porta para que não mais realizasse a coleta nessas duas ruas. A coleta no PEV ficou de responsabilidade da Cooperativa.

**Figura 1** - PEV instalado no bairro Campos Elísios.



**Figura 2** - Panfleto da campanha de implantação do PEV.



### **ANÁLISE DE DADOS DE COLETA**

As primeiras coletas no PEV foram realizadas nos dias 13, 20 e 27 de junho de 2017, e no dia 4 de julho de 2017 – a campanha informativa da alteração de logística de coleta foi mantida durante essas semanas. Nessas primeiras coletas notou-se uma considerável quantidade de material não reciclável no PEV. Então, uma segunda campanha foi realizada – esta campanha teve o intuito não apenas de informar sobre a mudança na logística de coleta, mas também teve o objetivo educativo de orientar os moradores sobre o tipo de material que poderia ser descartado no PEV. O panfleto da segunda campanha pode ser visto na Figura 3.

A Tabela 2 mostra a quantidade, em quilogramas, de material reciclável coletado nas duas ruas atendidas pelo PEV antes da instalação do mesmo, nas quatro semanas seguintes e após a segunda campanha educativa.

Para comprovar a viabilidade da implantação do PEV no bairro Campos Elísios, realizou um teste estatístico, o Teste-t bicaudal para amostras com diferentes variâncias (verificado pelo teste-F) com um nível de significância de 5% que é utilizado para avaliar se há diferença significativa entre as médias de duas amostras a fim de comparar.

A partir do teste podemos concluir que após a implantação do PEV, as médias da quantidade de material coletado nessas ruas mantiveram-se estatisticamente iguais às médias antes da implantação do PEV (O nível de significância é maior que o valor P). Esse fato é satisfatório, pois mostra que os moradores continuam contribuindo, porém agora levam o material até o ponto de entrega para descarte. Também podemos concluir que após a implantação do PEV, as médias da quantidade de material coletado nessas ruas mantiveram-se estatisticamente iguais às médias após a campanha educativa – contudo, apesar da quantidade média de material não ter variado, relatos da cooperativa destacam que a qualidade (limpeza, ausência de resíduo úmido) do material coletado melhorou. Esta análise retrata uma das maiores dificuldades no uso de PEV na coleta seletiva – o trabalho de educação ambiental necessário para paulatinamente mudar o hábito das pessoas.

Figura 3 - Panfleto da campanha de orientação sobre o uso do PEV.



Tabela 2 - Dados em kg de materiais reciclados coletados.

	Antes do PEV	Com o PEV	Depois da Campanha Educativa
	52,1	47,8	67,2
	46,6	26,4	47,0
	65,3	48,0	36,0
	41,4	28,0	36,0
Médias:	51,35	37,55	46,55

Fonte: Próprio autor.

\*Valores médios gerados a partir dos dados de coleta porta a porta no bairro.

Tabela 3 - Valores-p dos testes-T para comparação de médias de dois grupos.

	Antes do PEV	Com o PEV	Depois da Campanha Educativa
Antes do PEV	-	0,13	0,61
Com PEV	0,13	-	0,38

Fonte: Próprio autor.

#### ANÁLISES ECONÔMICAS

A partir dos dados obtidos antes e após a instalação do PEV no bairro Campos Elísios foi possível fazer uma análise econômica abrangendo outros bairros.

A distância percorrida pelo caminhão de coleta dentro do bairro Campos Elísios antes da instalação do PEV é 2,82 quilômetros. Simulou-se a implantação de mais 2 PEV para atender todo bairro e a distância encontrada foi 1,14 quilômetros. A Figura 4 apresenta tal simulação assim como a nova rota a ser percorrida.



Verde, Estância Poços de Caldas e para finalizar Morada dos Pássaros. Após a coleta, o material reciclável é entregue nas Cooperativas, de acordo com a abrangência de cada uma e por fim, o caminhão retorna à Zeladoria.

A distância total percorrida pelo caminhão na rota citada anteriormente é 50 quilômetros, sendo a distância entre bairros de 38,8 quilômetros. Através desses dados é possível obter a distância percorrida dentro dos bairros, ou seja, no trajeto no qual a coleta seletiva é realizada. A Tabela 5 contém as respectivas distâncias. Veja que o deslocamento entre os bairros é muito maior que o deslocamento dentro dos bairros, sendo que este representa 22.4% do total do trajeto.

**Tabela 5** - Distância percorrida total, entre bairros e dentro de bairros.

Distância (km)	
<b>Total</b>	50
<b>Entre bairros</b>	38,8
<b>Dentro bairros</b>	11,2

Fonte: Próprio autor

Considerando a economia de 59,06%, estimou-se a redução da distância percorrida dentro dos bairros para toda a rota, e também a economia da autonomia do caminhão se houvesse a instalação de PEV utilizando as seguintes fórmulas:

$$\text{Distância dentro bairros com PEV} = \text{Redução} * \text{Distância dentro sem PEV}$$

$$\text{Economia} \left( \frac{L}{\text{dia}} \right) = \frac{(1 - \text{Redução}) * \text{Distância dentro bairros com PEV}}{2,5}$$

Sendo que 2,5 indica a autonomia do caminhão em quilômetros por litro. A Tabela 6 mostra os resultados calculados.

**Tabela 6** - Valores das distâncias e economia.

<b>Distância dentro bairros com PEV</b>	4,53
<b>(km)</b>	
<b>Economia (L/dia)</b>	1,08

Fonte: Próprio autor.

O tempo percorrido pelo trajeto exclusivamente no bairro Campos Elíseos teria uma redução de 70% já que sem o PEV totaliza 50 minutos em média, e com a implementação dos dois PEV adicionais estimasse um tempo de coleta de 15 minutos em média, já que o tempo médio de coleta em cada PEV é de 4 minutos, sendo, então, 3 minutos apenas para percorrer o trajeto dentro do bairro. Diante disso, calculou-se a qual seria o tempo de coleta abrangendo todos os bairros dessa rota. Para percorrer 1,14km fazendo as coletas nos PEV leva-se em média 15 minutos, então, por relação de valores, para percorrer 4,53km fazendo as coletas nos PEV leva-se-is em média 59,61 minutos. A Tabela 7 apresenta os dados.

**Tabela 7** - Distância após PEV e cálculo do tempo.

	Distância(km)	Tempo (minutos)
<b>Campos Elíseos</b>	1,14	15
<b>Todos bairros</b>	4,53	59,61

Fonte: Próprio Autor.

Todas as rotas de coleta seletiva municipal somam 1491km de deslocamento. Se, assim como no caso do Campos Elíseos, apenas 22.4% representarem deslocamentos dentro dos bairros, chegamos ao valor de 333,98km. Com o uso de PEV, estimou-se uma redução de 59,6% dessa distância, ou seja, a distância percorrida estimada dentro dos bairros seria de 134,93km, uma diferença de 199,05km, o que representaria uma economia de 79,2 litros de diesel semanalmente, ou 3822 litros em um ano.

O trajeto total teria um tempo de redução de aproximadamente 1 hora, o qual geraria uma economia de combustível conforme estimado, assim como uma redução na frequência da manutenção do caminhão.

#### **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Prof. Maurício Bergerman, Cooperativa Ação Reciclar, Coordenadoria da Zeladoria da Zona Oeste e Poços de Caldas, UNIFAL-MG, FAPEMIG, CNPq.

#### **CONCLUSÃO**

Neste trabalho analisamos a implantação de um Ponto de Entrega Voluntário (PEV) de material reciclável em um bairro do município de Poços de Caldas. O bairro selecionado foi o Campos Elíseos, por se tratar de um bairro pequeno, que não consiste em trajeto para outros locais da cidade (ou seja, há poucos frequentadores que não são moradores), e que além disso, está próximo da cooperativa Ação Reciclar, facilitando a logística de retirada de material do PEV.

Análises prévias do acompanhamento da coleta seletiva porta a porta nas 7 ruas do bairro entre 11 de novembro de 2016 e 09 de dezembro de 2016, mostraram que o tempo médio de coleta no bairro foi de 50 minutos, e que o peso médio coletado por rua era de 25,68kg. Assim um único PEV não seria suficiente para atender a todo o bairro. Limitou-se, então a área de abrangência do PEV a apenas duas ruas, onde a coleta porta a porta deixou de ser realizada. Campanhas semanais de educação ambiental orientada à coleta seletiva via PEV foi realizada nessas duas ruas por um mês antes e por um mês depois da implantação do PEV.

Os dados de coleta do PEV (tempo e peso) foram coletados por 2 meses após a implantação do PEV. O peso médio por rua foi de 25,68kg. Para comprovar a viabilidade da implantação do PEV no bairro Campos Elísios, realizou um teste estatístico, o Teste-t com um nível de significância de 5% que é utilizado para avaliar se há diferença significativa entre as médias de duas amostras a fim de comparar. A partir do teste podemos concluir que após a implantação do PEV, as médias da quantidade de material coletado nessas ruas mantiveram-se constante.

O tempo de coleta do material no PEV, incluindo o deslocamento no bairro, foi de 4 minutos. Conjecturamos que mais 2 PEV seriam necessário para atender a todas as 7 ruas. Com 3 PEV, estimamos que o tempo total de coleta no bairro caia de 50 minutos para 15 minutos em média; e que a distância percorrida pelo veículo cairia pela metade.

Diante dos resultados, espera-se ampliar o sistema para instalar mais PEV a fim de abranger todo o bairro Campos Elíseos. Apenas com um projeto piloto abrangendo todo o bairro poderemos de fato analisar se o modelo de coleta seletiva via PEV pode ser um modelo viável para toda a cidade de Poços de Caldas.

Baseado nos resultados da primeira fase, estima-se que seria necessária a instalação de mais 3 PEV no bairro Campos Elíseos. O projeto Recicla UNIFAL tem o *know-how* e a mão de obra para a execução do projeto, incluindo construção dos PEV e mobilização nos bairros, contudo, não temos os recursos financeiros necessários.

#### **REFERÊNCIAS**

**AÇÃO RECICLAR. Organizações locais se unem para implantação do Plano Diretor da Cooperativa Ação Reciclar.** Disponível em: <<http://www.acaoreciclar.com.br/noticias>>

**BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Lei nº 12.305, 2010. Brasil.

**BUONAVITA, F. T.; OLIVEIRA, F. M. S.; CRUSEIRO, F. A.; MILANI, P. H.; ARAUJO, R. V. C. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Santo André: Relatório de Atividades 2008 - Ano Base 2007.** 2008.

**CALDERONI, S. Os Bilhões Perdidos no Lixo.** Humanitas, 2003.

**CANOAS, Prefeitura de. Estudos Para A Reestruturação Do Programa Municipal De Coleta Seletiva De Canoas.** 2014.

**COMLURB - Companhia Municipal de Limpeza Urbana. Destino final dos resíduos removidos no Rio de Janeiro. 2003.** Disponível em Prefeitura do Rio de Janeiro: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/comlurb/exibeconteudo?id=4194245>>  
**COMLURB - Companhia Municipal de Limpeza Urbana. Comlurb e a coleta seletiva. 2018.** Disponível em Prefeitura do Rio de Janeiro: <http://www.rio.rj.gov.br/web/comlurb/exibeconteudo?id=4380174>

**DE CASTRO VITALI, M. Estudo de Alternativas de processos de Coleta E separação de resíduos sólidos Domiciliares para o município do Rio De Janeiro.** Projeto de Graduação, Escola Politécnica, UFRJ. 2014.

**G1. Coleta seletiva é estendida e passa atender todos os bairros em Poços de Caldas.** 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2017/03/coleta-seletiva-e-estendida-e-passa-atender-todos-os-bairros-em-pocos.html>>

**HOORNWEG, D. & BHADA-TATA, P. What a Waste: a Global Review of Solid Waste Management.** The World Bank, Washington. 2017.

**IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. A Organização Coletiva de Catadores de Material Reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária.** Brasília: Ipea, 2017. Disponível em <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29296](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29296)>

**IPEA. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília: IPEA.** 2012

**RAYMUNDI, V. Santo André aumenta reciclagem em 140%. ABC do ABC,** 2018. Disponível em: <http://www.abcdoabc.com.br/santo-andre/noticia/santo-andre-aumenta-reciclagem-140-62687>.

**RIBEIRO, T. e LIMA, S. Coleta seletiva de lixo domiciliar: estudo de casos. Caminhos de Geografia** - Revista On- line, Uberlândia,v.1, n.2, p.50-69, 2000.