



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Araçatuba

**MICHELY DE LIMA RODRIGUES**

**Efeitos do exercício físico de natação no perfil inflamatório  
da periodontite apical.**

**Araçatuba – SP**

**2024**

**MICHELY DE LIMA RODRIGUES**

**Efeitos do exercício físico de natação no perfil inflamatório  
da periodontite apical.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista (UNESP) como parte dos requisitos para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Rogério de Castilho Jacinto.

Coorientador: Prof. Dr. Luciano Tavares Angelo Cintra.

**Araçatuba - SP**

**2024**

**Dedico este trabalho a minha Mãe, Quitéria Vitor de Lima, ao meu Avô, Luiz Vitor de Lima e a minha irmã, Marcely de Lima Rodrigues pelo apoio e compreensão ao longo deste período.**

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho é a concretização do fim de um ciclo muito importante da minha vida que foi minha vida acadêmica, me sinto grata por todos os momentos que vivi nesse período seja eles bons ou ruins me serviram para crescer, agradeço a Deus primeiramente por sempre estar comigo e me permitir viver e realizar esse sonho que nunca foi só meu mas da minha família também.

À minha mãe e ao meu avô, Quitéria Vitor de Lima e Luiz Vitor de Lima, que estiveram do meu lado e não mediram esforços para me manter aqui em Araçatuba me apoiando psicologicamente e financeiramente mesmo possuindo poucos recursos, eles são meu porto seguro, só estou concretizando este sonho porque permaneceram comigo mesmo a mais de 500Km de distância. Agradeço a minha mãe, a pessoa que eu mais amo, uma mulher guerreira, que sempre fez de tudo por mim e pelos meus irmãos e que hoje se dedica aos cuidados do meu avô que irá completar seus 98 anos, agradeço também ao meu avô que é meu pai de coração e sempre esteve muito presente na minha vida, ajudando a minha mãe em tudo e possibilitando meu acesso a uma boa educação, grata à Deus por me presentear com essa família.

Aos meus irmãos, mas especialmente a minha irmã, Marceley de Lima Rodrigues, que é minha expiração, hoje é formada em Recurso Humanos e em Ciências Contábeis, ela serviu de exemplo pra mim, sempre correu atrás dos seus sonhos e me apoiou desde o primeiro momento em que decidi me arriscar e vim morar em uma cidade tão longe de casa, ela comemorou comigo quando eu consegui, esteve ao lado mesmo que distante fisicamente, não mediu esforços pra me ajudar no que eu precisasse principalmente financeiramente, foram 7 anos da minha vida, tê-la comigo me estimulou a continuar e nunca desistir mesmo quando tudo parecia difícil.

Aos meus amigos, sou grata por terem me ajudado a tornar essa fase mais leve, pelas risadas, pelos momentos de estudos, pelas festas, vocês foram muito importantes pra mim, em especial Letícia Ayumi que vivenciou esse ciclo comigo desde o primeiro ano e foi minha dupla nas clínicas durante toda a graduação, agradeço por todo apoio.

À Dra. Ana Paula Fernandes Ribeiro, sou imensamente grata por todo apoio e ensinamentos que me proporcionou ao longo desses anos, sua dedicação e confiança no meu trabalho foram fundamentais para o meu crescimento pessoal e profissional. Admiro o ser humano maravilhoso que você é, foi um privilégio realizar pesquisa ao

seu lado. Gratidão por todo incentivo, pela assistência constante, e por agora compor a minha banca examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso.

Ao meu orientador Professor Rogério de Castilho Jacinto, agradeço por me introduzir à pesquisa desde o segundo ano de graduação. Sua orientação, ensinamentos e confiança foram fundamentais para o meu crescimento científico e intelectual ao longo desses anos. Sou profundamente grata pela oportunidade de conhecer e participar do universo da pesquisa brasileira ao seu lado e por ter aceitado ser meu orientador nesse Trabalho de Conclusão de Curso. Ao professor, todo meu respeito e gratidão.

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Processo N°: 2020/13089-3 e 2022/04884-0 agradeço pela bolsa de Iniciação Científica permitindo o investimento na minha pesquisa.

À Professora Aline Satie Takamiya, minha sincera gratidão por me orientar nos atendimentos odontológicos a pacientes oncológicos no Centro de Oncologia bucal da FOA-UNESP. Agradeço pelos conhecimentos compartilhados e pelas instruções, assim como pela confiança que depositou em mim, sempre me incentivando a enfrentar os desafios. Graças a essa experiência, estou concluindo minha graduação me sentindo mais confiante e preparada para o mercado de trabalho. Agradeço também, por ter aceitado o convite para integrar a Banca do meu TCC.

Aos 20 ratos *wistar* macho que participaram da minha pesquisa.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na pessoa do diretor da Faculdade de Odontologia de Araçatuba Prof. Alberto Carlos Botazzo Delbem e do vice-diretor Prof. Luciano Tavares Angelo Cintra, agradeço a oportunidade que tive cursar odontologia, ao vice que foi também meu coorientador nesta pesquisa sou imensamente grata por toda a ajuda e ensinamentos. Aos funcionários e professores da FOA UNESP agradeço pela vivência, experiências e aprendizagens.

*“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por se omitir.”*

(Augusto Cury)

## RESUMO

RODRIGUES, M. L. **Efeito do exercício físico de na natação no perfil inflamatório da periodontite apical.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araçatuba, 2024.

A periodontite apical é uma inflamação persistente nos tecidos do periápice de dentes desvitalizados. A resposta inflamatória do hospedeiro, buscando suprimir os microrganismos, intensifica o processo, gerando dano tecidual. A atividade física é capaz de promover a imunomodulação, sensibilizando o sistema imunológico e tornando o organismo menos vulnerável a inflamações e infecções. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi investigar a influência do exercício físico de natação na periodontite apical, desenvolvida em ratos, analisando o perfil inflamatório da lesão. Vinte ratos *wistar* machos foram divididos em 2 grupos: C+PA (Controle + Periodontite Apical) e T+PA (Treinamento físico + periodontite apical). O protocolo de exercício (natação) ocorreu em duas etapas: adaptação ao meio aquático e treinamento. A periodontite apical foi induzida no 28º dia e os ratos foram eutanasiados no 58º dia. Os molares superiores foram processados para análise histológica com hematoxilina-eosina. A intensidade da inflamação foi classificada em scores: 1 (sem inflamação), 2 (inflamação leve), 3 (inflamação moderada) e 4 (inflamação grave). Os dados coletados foram analisados estatisticamente no programa SigmaPlot 12.0 (Systat Software Inc., San Jose, USA) ao nível de significância de 5%. Os animais do grupo controle apresentaram maior intensidade da inflamação, com infiltrado inflamatório moderado a grave. Já nos animais do grupo treinado, o infiltrado inflamatório teve menor intensidade. A realização da atividade física de natação influenciou diretamente na resposta inflamatória periapical, diminuindo seus efeitos e tornando-a mais discreta.

**Palavras-chave:** Periodontite apical; natação; exercício físico; rato.

## ABSTRACT

RODRIGUES, M. L. **Effect of physical exercise and swimming on the inflammatory profile of apical periodontitis.** 2024. Final paper – Araçatuba School of Dentistry, Paulista State University (UNESP), Araçatuba, 2024.

Apical periodontitis is a persistent inflammation in the periapical tissues of devitalized teeth. The host's inflammatory response, seeking to suppress microorganisms, intensifies the process, generating tissue damage. Physical activity is capable of promoting immunomodulation, sensitizing the immune system and making the body less vulnerable to inflammation and infections. Therefore, the objective of this study is to investigate the effects and influence of swimming physical exercise on apical periodontitis, developed in rats, analyzing the inflammatory profile of the lesion. Twenty male Wistar rats were divided into 2 groups: C+AP (Control + Apical Periodontitis) and PT+AP (Physical training + Apical Periodontitis). The exercise protocol (Swimming) occurred in two stages: adaptation to the aquatic environment and training. Apical periodontitis was induced on the 28th day and the rats were euthanized on the 58th day. The upper molars were processed for histological analysis with hematoxylin-eosin. The intensity of inflammation was classified into scores: 1 (no inflammation), 2 (mild inflammation), 3 (moderate inflammation) and 4 (severe inflammation). The collected data were statistically analyzed using the SigmaPlot 12.0 program (Systat Software Inc., San Jose, USA) at a significance level of 5%. Animals in the control group showed greater intensity of inflammation, with moderate to severe inflammatory infiltrate. In animals from the trained group, the inflammatory infiltrate was less extensive. Performing physical activity directly influenced apical the inflammatory response, reducing its effects and making it more discreet.

**Keywords:** Apical periodontitis; swimming; physical exercise; mouse.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Protocolo de Natação 15

Figura 2 – Indução da periodontite apical 16

Figura 3 – Região periapical após 30 dias de exposição pulpar 19

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 – Scores atribuídos a intensidade do infiltrado inflamatório 17.

Tabela 2 - Scores e mediana na periodontite apical 18.

## LISTA DE ABREVIATURAS

CE	Cemento
C+PA	Ratos Controle com periodontite apical
NP	Necrose Pulpar
OA	Ossos Alveolares
PA	Periodontite Apical
T+PA	Ratos Treinados com periodontite apical

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	12
2 OBJETIVO.....	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
3.1 Protocolo de treinamento .....	14
3.2 Protocolo de indução da periodontite apical .....	15
3.3 Eutanásia e processamento das amostras .....	16
3.4 Forma de análise dos resultados .....	17
3.5 Análise estatística .....	17
4 RESULTADOS .....	18
5 DISCUSSÃO .....	20
6 CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23
ANEXO – Comitê de Ética .....	26

## 1 INTRODUÇÃO

A polpa dentária é composta por tecido conjuntivo e células organizadas na câmara pulpar e canais radiculares, sendo este um ambiente asséptico. A cárie e o trauma dental podem incitar a descontinuação da estrutura do esmalte e dentina, causando a exposição da polpa à infecção polimicrobiana e seus produtos metabólicos. Uma vez que o processo infeccioso e a resposta inflamatória chegam ao ápice dentário, leva a formação de lesão periapical, que é caracterizada por infiltração de células de defesa, liberação de mediadores inflamatórios e reabsorção de tecido ósseo. As células e os mediadores inflamatórios contribuem para o desenvolvimento e perpetuação da periodontite apical (PA) (Taira et al., 2019).

A PA é uma inflamação persistente nos tecidos do periápice de dentes desvitalizados, ou seja, é consequência de uma resposta tecidual periapical à necrose da polpa dentária (Jakovljevic et al., 2019; Cantiga-Silva et al., 2021), traduzindo uma resposta imune local contra a infecção endodôntica (Petean et al., 2019). Diversos fatores podem provocar o desenvolvimento da PA, fatores locais, sistêmicos e resposta do hospedeiro. Dentre os fatores locais incluem-se infecção, trauma mecânico e químico. O espaço periapical também pode ser afetado por doenças sistêmicas, como *diabetes mellitus*, problemas cardiovasculares e hipertensão (Balto et al., 2019). A resposta inflamatória do hospedeiro, com o intuito de suprimir os microrganismos invasores, intensifica o processo, gerando dano tecidual (Taira et al., 2019), que pode levar a reabsorção dentária e óssea dos tecidos apicais e periapicais (Petean et al., 2019).

A reabsorção óssea gradual na região do periápice dentário é um indicativo da PA e resulta da interação entre a infecção polimicrobiana e a resposta do hospedeiro. O desenvolvimento da PA é iniciado por uma cascata inflamatória que engloba ativação de células endoteliais, leucócitos polimorfonucleares, macrófagos e osteoclastos, levando à uma rápida destruição do tecido ósseo. Além da resposta imune inata, os componentes celulares da resposta adaptativa, incluindo os linfócitos T e B, também estão envolvidos na reabsorção óssea alveolar (Taira et al., 2019).

A patogênese da PA é complexa e envolve mediadores inflamatórios que ativam e inibem a inflamação (Cintra et al., 2016). Além disso, a interação contínua entre o sistema imunológico e os patógenos microbianos na região periapical pode levar a uma resposta inflamatória desregulada, exacerbando não apenas a destruição

óssea local, mas também contribuindo para a inflamação sistêmica observada em várias condições sistêmicas.

O tratamento para PA baseia-se na remoção de todo o tecido necrótico e na eliminação da infecção dentária. No entanto, a amplificação e a progressão desse processo são altamente dependentes da resposta imune do hospedeiro (Taira et al., 2019). Sabe-se que o exercício é uma estratégia segura, não farmacológica para a prevenção do desenvolvimento de inúmeras das doenças, retardar seu avanço, e também proporcionar benefícios para pacientes afetados por doenças crônicas (Ferioli; Zauli, 2019).

Pesquisas têm investigado novas maneiras para melhorar a resposta imune do hospedeiro, entre as estratégias conhecidas para promover a imunomodulação, surge-se o exercício físico. A atividade física de longo prazo pode tornar o organismo menos vulnerável a inflamações e infecções, sendo este um aspecto favorável contra o avanço de doenças (Andrade et al., 2017; Simpson et al., 2015).

O exercício sensibiliza profundamente o funcionamento do sistema imunológico, causa redistribuição de leucócitos como resultado da resposta hemodinâmica e do aumento do aporte sanguíneo, porém os efeitos também dependem da intensidade e duração do exercício. Períodos prolongados de treinamento intenso podem causar prejuízo as funções. As atividades de intensidade moderada regular são favoráveis tendo efeitos imunoestimuladores, redução da inflamação, elevação das células imunes, vigilância imunológica aprimorada e melhoria do estado de estresse psicológico (Lombardi et al., 2019).

O propósito desse trabalho foi investigar a influência do exercício físico de natação no perfil inflamatório da PA, desenvolvida em ratos *wistar* machos.

## 2 OBJETIVO

Este trabalho investigou a influência do exercício físico de natação na resposta inflamatória da periodontite apical, desenvolvida em ratos machos da linhagem wistar, analisando o perfil inflamatório da lesão.

A hipótese nula testada foi: o exercício físico não promove melhora no processo inflamatório da periodontite apical.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

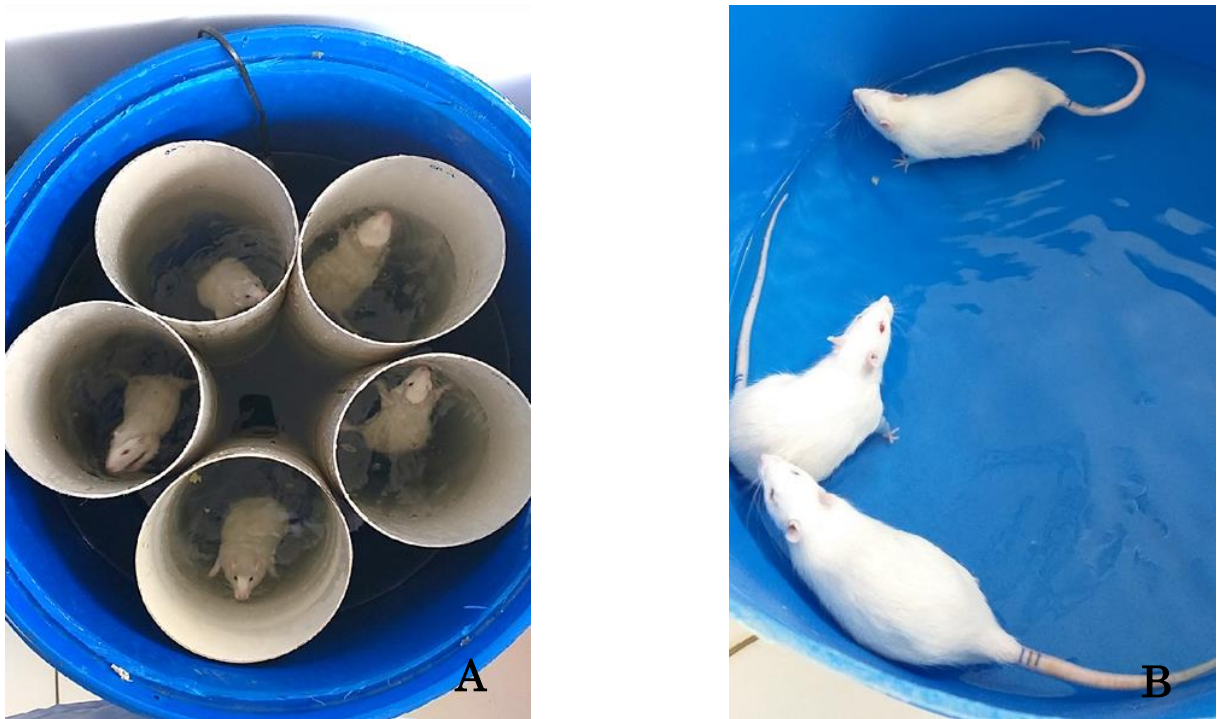
Trabalho experimental com ratos machos da linhagem *wistar*, com 6 semanas de idade e peso 180- 200 g (no início do experimento). Os animais foram alojados em gaiolas coletivas com quatro ratos por gaiola, em uma sala com temperatura controlada (25° C) com um ciclo de 12 horas claro/escuro. Os animais tiveram acesso à comida (ração para roedores *ad libitum*) e livre acesso à água. Foram utilizados 20 ratos, divididos em 2 grupos: grupo C+PA (10) – ratos controle com periodontite apical; grupo T+PA (10) – ratos treinados com periodontite apical. O tamanho da amostra foi determinado com base em estudos anteriores (Conti et al., 2020, Azuma et al., 2017), considerando-se significativa a diferença de 1 nos escores. O erro alfa foi estabelecido em 5% e o poder em 95%. O número mínimo obtido no cálculo da amostra foi de 7 ratos por grupo, mas, por questões de segurança, foram adicionados 3 ratos a mais em cada grupo, devido ao risco de perda de ratos durante os experimentos. Estes procedimentos experimentais foram submetidos à Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Odontologia de Araçatuba (0062-2021)-CEUA.

### 3.1 Protocolo de treinamento

O treinamento de natação foi realizado em um tanque de polipropileno [100 cm (L) × 80 cm (L) × 90 cm (A)], dentro desse tanque foram colocados 5 canos de PVC, simulando raias, para que os animais pudessem nadar separadamente, com água à uma temperatura entre 32-34°C, onde os animais foram continuamente supervisionados. O protocolo de treinamento foi realizado no mesmo período do dia para todas as sessões de treinamento. No máximo 5 ratos foram colocados na piscina durante uma sessão de treinamento. O protocolo ocorreu em duas etapas, na primeira os animais do grupo T+PA passaram por um período de seis dias de adaptação ao

meio aquático. No primeiro dia da adaptação os animais se exercitaram durante 10 minutos, foi acrescentado 10 minutos/dia até que no sexto dia os animais estavam nadando por 60 minutos. O sétimo dia da primeira etapa foi de descanso para os animais. Na segunda etapa, o protocolo de treinamento de natação foi constante com 60 minutos/dia, cinco dias por semana, durante 6 semanas, sendo que os animais tiveram dois dias de descanso semanais (figura 1 A). Durante as sessões de treinamento os animais nadaram sem adição de sobrecarga. O grupo C+PA foi colocado em águas rasas, por 1 minuto, durante todo o protocolo de treinamento, para passarem pelo mesmo estresse hídrico que os animais dos grupos treinados (figura 1 B).

**Figura 1 – Protocolo de Natação**



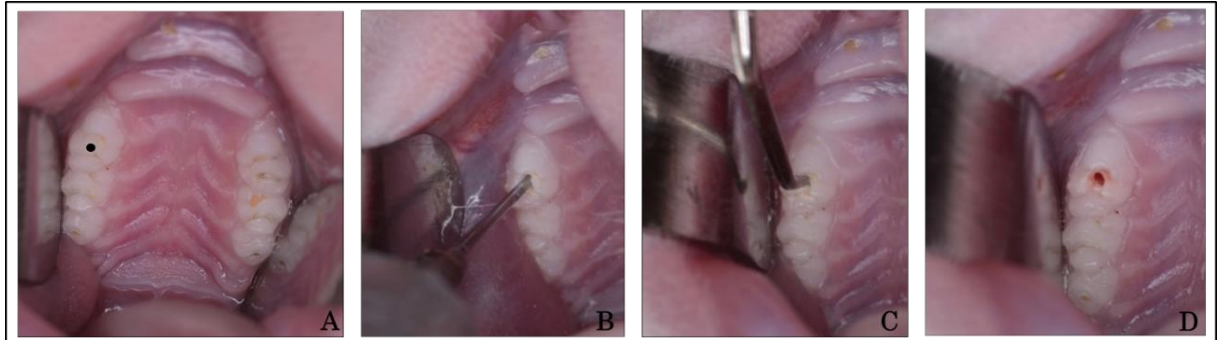
**(A)** Período de adaptação ao meio aquático, protocolo de natação e **(B)** trabalho com os animais do grupo controle.

### 3.2 Protocolo de indução da periodontite apical

No 28º dia do experimento, os animais foram anestesiados pela administração de uma injeção intramuscular contendo 13 mg/kg de xilazina (Coopazine; Coopers Ltd Brasil, São Paulo, Brasil) e 87 mg/kg de cetamina (Vetaset; Fort Dodge Animal Health Ltd, São Paulo, Brasil). A PA foi induzida expondo a polpa na superfície oclusal do

primeiro e segundo molares superiores direito dos ratos do grupo C+PA e T+PA, usando brocas cirúrgicas (Broca LN Long Neck; Maillefer, Dentsply Ind e Com Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil). A PA foi induzida pela exposição das polpas por 30 dias (Cintra et al., 2016) (figura 2).

**Figura 2 – Indução da periodontite apical**



**(A)** Ponto de eleição no sulco méso-central dos molares superiores. **(B)** Exposição pulpar até a total penetração da ponta ativa da broca. **(C)** Confirmação da exposição pulpar com sonda endodôntica. **(D)** Aspecto clínico após exposição.

### 3.3 Eutanásia e processamento das amostras

Todos os animais descansaram por 48 horas antes de serem sacrificados (administrando uma overdose de anestésico), no 58º dia (Plecevic et al., 2018; Cheng et al., 2018). Os molares superiores direitos foram dissecados, fixados em formalina tamponada neutra por 18 horas (para fixação das amostras e preservação dos tecidos) e descalcificados em 17% de EDTA tamponado (pH = 8; Sigma -Aldrich, St. Louis, MO). Após o processo de desmineralização, as peças foram lavadas novamente em água corrente, desidratadas em álcool, clarificadas em xilol e incluídas em parafina. Após a inclusão, cortes seriados de 5 µm de espessura do primeiro molar superior foram preparados utilizando um micrótomo (Leica - RM 2045). As lâminas foram coradas com Hematoxilina e Eosina (H&E).

### 3.4 Forma de análise dos resultados

A extensão e intensidade da inflamação foi classificada em scores (Cintra et al., 2016).

**Tabela 1 – Scores atribuídos a intensidade do infiltrado inflamatório**

<i>Scores</i>	Descrição
1	Células inflamatórias ausentes ou um número desprezível
2	Infiltrado inflamatório leve: <25 células por campo
3	Infiltrado inflamatório moderado: >25 a 125 células por campo
4	Infiltrado inflamatório intenso: >125 células por campo

Fonte: Cintra et al., 2016

### 3.5 Análise estatística

Os dados foram tabulados e analisados estatisticamente no programa SigmaPlot 12.0 (Systat Software Inc., San Jose, USA), empregando o teste Mann-Whitney, a nível de significância de 5%. Nesta pesquisa também foi realizada análise descritiva.

## 4 RESULTADOS

A análise da extensão e intensidade da inflamação na periodontite apical mostrou que o grupo C+PA exibiu inflamação mais intensa na região do periápice dentário, apresentando infiltrado inflamatório moderado a grave (scores 3 e 4). Já nos animais que realizaram o exercício de natação, grupo T+PA, pôde-se observar características inflamatórias predominantemente mais discretas, com infiltrado inflamatório leve (score 2) a moderado (score 3) (tabela 2).

**Tabela 2 - Scores e mediana na periodontite apical**

Parâmetros de análise	Grupo		Valor de p
	C+PA	T+PA	
Infiltrado inflamatório	1 - Ausente	0/10	<i>Mann-Whitney</i> <i>p = 0,047</i>
	2 - Leve	3/10	
	3 - Moderado	4/10	
	4 - Grave	3/10	
	Mediana*	3 <sup>a</sup>	
		0/10	
		7/10	
		3/10	
		0/10	
		2 <sup>b</sup>	

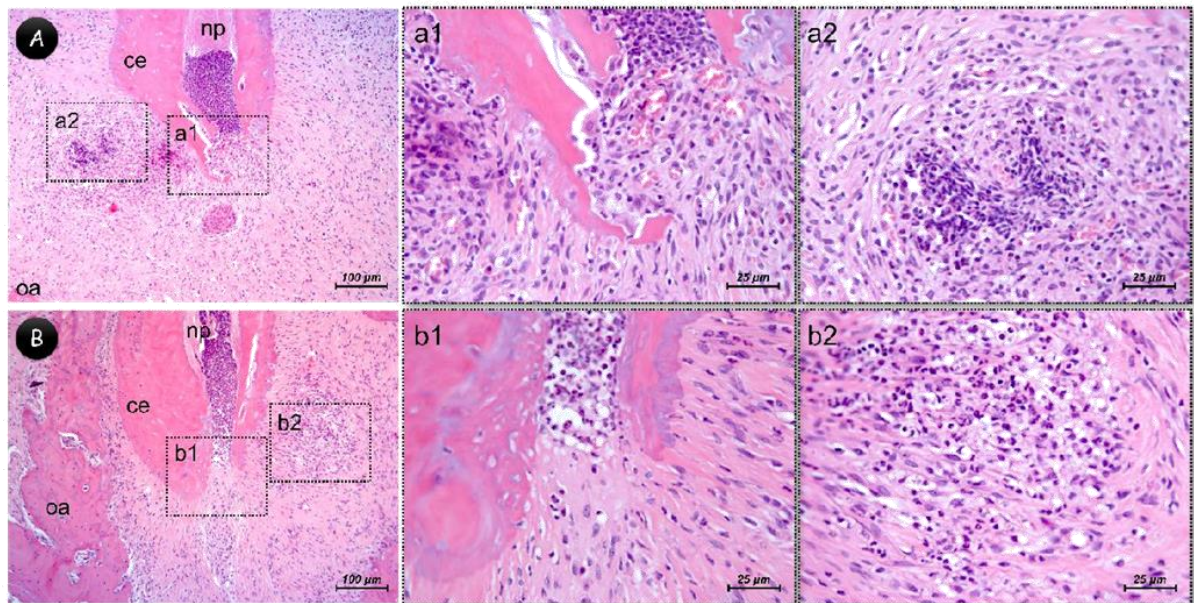
Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

\* Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas nas linhas ( $p < 0,05$ ).

A análise histológica dos dentes dos animais dos grupos experimentais está representada na Figura 3. As amostras dentárias, em ambos os grupos C+PA e T+PA, mostraram a ocorrência de necrose pulpar e formação de lesão periapical aos 30 dias após a exposição pulpar.

O grupo C+PA apresentou maior reabsorção do periápice e maior quantidade de células inflamatórias, já o grupo T+PA menor reabsorção radicular periapical e menor número de células inflamatórias confirmando um infiltrado inflamatório mais leve.

**Figura 3 – Região periapical após 30 dias de exposição pulpar**



Imagens representativas da análise histológica dessa pesquisa. O grupo C+PA (A, a1, a2) apresentou infiltrado inflamatório moderado a intenso, além de extensa área de reabsorção óssea periapical; grupo T+PA (B, b1, b2) exibiu infiltrado inflamatório leve a moderado e pouca área de reabsorção óssea. oa, osso alveolar; ce, cimento; np, necrose pulpar; (coloração de hematoxilina-eosina, ampliação original x 100 e x 400.)

## 5 DISCUSSÃO

Este foi o primeiro estudo que analisou o impacto do exercício físico de intensidade moderada no perfil inflamatório das lesões periapicais. A prática de exercício físico moderado mostrou resultados significativos na melhoria da condição inflamatória produzida pela PA, portanto a hipótese nula foi rejeitada.

A indução da periodontite apical foi baseada em estudo anterior (Cintra et al., 2014), através da exposição das polpas por 30 dias. A confirmação da periodontite apical foi feita através da análise histológica, onde pode-se observar áreas de necrose pulpar, infiltrado inflamatório e reabsorção óssea periapical nos grupos C+PA e T+PA. Modelos utilizando ratos são bem padronizados para estudos sobre PA e natação (Cintra et al., 2016; Cheng et al., 2018). Este estudo foi limitado pelo uso de ratos machos para avaliar a influência da natação na resposta imunoinflamatória da PA. Um estudo de natação com ratos machos e fêmeas mostrou que o comportamento de natação foi menor nas fêmeas e que há diferenças importantes quando as fêmeas estão em diferentes fases hormonais (Barros & Ferigolo, 1998). Além disso, diferenças na expressão de citocinas foram observadas entre animais machos e fêmeas submetidos à natação (Subbotina et al., 2023). Este modelo de estudo pode ser utilizado em pesquisas futuras para estudar a resposta inflamatória da PA em ratos fêmeas submetidos à natação.

O método de exercício físico utilizado neste estudo foi a natação moderada com aumento gradual, sem adição de peso, consistente com pesquisas anteriores (Cheng et al., 2018, Plecevic et al., 2018). O uso de ratos nadadores como modelo de exercício apresenta vantagens sobre a corrida em esteira, já que a natação é uma habilidade natural do rato e é um exercício de baixo impacto que minimiza o estresse nas articulações e no sistema musculoesquelético (Cheng et al., 2018). Além disso, a natação em ratos demonstrou semelhanças nas adaptações ao exercício humano, sugerindo sua relevância como modelo translacional (Voltarelli et al., 2002, Azuma et al., 2018).

O presente trabalho evidenciou a presença de um maior número de células inflamatórias na região periapical dos dentes dos animais do grupo controle, causando um processo inflamatório de maior gravidade, bem como maior reabsorção óssea na região apical. Essa inflamação ocorre como resultado da resposta imune contra a infecção bacteriana ao tecido pulpar desvitalizado. Quando os mecanismos de defesa

do hospedeiro não conseguem cessar essa infecção, há a destruição das estruturas ósseas da região periapical (Azuma et al., 2018). O perfil inflamatório mostrou como o exercício físico moderado influenciou significativamente a resposta inflamatória associada à PA, já que o grupo de ratos sem exercício físico apresentou um processo inflamatório muito mais intenso com maior reabsorção óssea apical. Andrade e colaboradores (Andrade et al., 2018), verificaram que a natação reduziu a inflamação causada por doença periodontal em ratos diabéticos, porém este é o primeiro trabalho a evidenciar a influência positiva da atividade física no perfil inflamatório das lesões periapicais.

A prática de exercício físico tem se demonstrado uma ferramenta não farmacológica para a prevenção de muitas doenças que têm sua fisiopatologia ligada a doenças agudas ou à ativação sustentada do sistema imunológico. Os exercícios aumentam a resposta imunológica, fortalecem a capacidade antioxidante e diminuem o estresse oxidativo, dessa forma, reduzem a incidência de doenças inflamatórias (Scheffer & Latini, 2020). Os resultados obtidos nesse estudo comprovaram o aumento da resposta imunológica através da atividade física, pois houve redução do potencial inflamatório da periodontite apical, representado pelo menor número de células inflamatórias na região dos animais que realizaram a natação.

Trazendo a discussão para o ambiente clínico, o tratamento endodôntico convencional é composto pela desinfecção dos canais radiculares através da ação mecânica e química da instrumentação. Após a remoção dos microrganismos que causam a periodontite apical, o sistema imunológico do hospedeiro inicia o processo de reparo da lesão (Azuma et al., 2021). Nesse contexto, a realização de atividade física poderia contribuir ao tratamento do paciente, melhorando e acelerando a resolução da inflamação local.

O presente estudo é parte de um projeto maior que envolve outras colorações e análises imuno-histoquímicas, permitindo obter informações sobre os microrganismos, mediadores inflamatórios e citocinas pró-inflamatórias envolvidas em todo o processo de inflamação dos animais que realizam a atividade física. Além disso, análises microtomográficas foram realizadas para fornecer imagens tridimensionais da lesão periapical, sendo possível analisar com mais precisão toda a área de perda óssea causada pela periodontite apical, em ambos os grupos. A junção de todos os resultados poderá trazer uma elucidação mais concreta da influência da atividade física na lesão periapical.

## **6 CONCLUSÃO**

Conclui-se que a atividade física moderada de natação influenciou diretamente na resposta inflamatória causada pela periodontite apical, pois os animais que se exercitaram apresentaram um processo inflamatório mais discreto em relação ao grupo controle.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. F.; ORLANDO, D. R.; GOMES, J. A. S.; FOUREAUX, R. C.; COSTA, R. C.; VARASCHIN, M. S.; ROGATTO, G. P.; DE MOURA, R. F.; PEREIRA, L. J. Exercise attenuates alveolar bone loss and anxiety-like behaviour in rats with periodontitis. **J Clin Periodontol.**, [S.l.] v. 44, n. 11, p. 1153–1163, Aug 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12794>.

ANDRADE, E. F.; Silva, V. D. O.; MOURA, N. O. D.; FOUREAUX, R. D. C.; ORLANDO, D. R.; MOURA, R. F.; PEREIRA, L. J.; Physical Exercise Improves Glycemic and Inflammatory Profile and Attenuates Progression of Periodontitis in Diabetic Rats (HFD/STZ). **MDPI.**, v. 10, n. 11, p. 1702, Nov 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu10111702>.

AZUMA, M. M.; CARDOSO, C. B. M.; SAMUEL, R. O.; PIPA, C. B.; BOMFIM, S. R. M.; NARCISO, L. G.; GOMES-FILHO, J. E.; CINTRA, L. T. A. Omega-3 Fatty Acids Alter Systemic Inflammatory Mediators Caused by Apical Periodontitis. **J Endod.**, v. 47, n. 2, p. 272-277, Feb 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.11.015>.

AZUMA, M. M.; GOMES-FILHO, J. E.; ERVOLINO, E.; CARDOSO, C. B. M.; PIPA, C. B.; KAWAI, T. et al.; CONTI, L. C.; CINTRA, L. T. A. Omega-3 Fatty Acids Reduce Inflammation in Rat Apical Periodontitis. **J Endod.**, v. 44, n. 4, p. 604-608, Feb 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.12.008>.

BALTO, H. A.; ALABDULAALY, L.; BAHAMMAM, S.; AI-EKRISH, A. A. Comparative analysis of prevalence of apical periodontitis in smokers and non-smokers using cone-beam computed tomography. **Saudi Dental Journal.**, v. 31, n. 1, p. 52–57, Jan 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2018.09.006>.

BARROS H. M.; FERIGOLO M. Ethopharmacology of imipramine in the forced-swimming test: gender differences. **Neurosci Biobehav Ver.**, v. 23, n. 2, p.279-86. 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0149-7634\(98\)00029-3](https://doi.org/10.1016/s0149-7634(98)00029-3).

CANTINGA-SILVA, C.; ESTRELA, C.; SEGURA-EGEA, J. J.; AZEVEDO, J. P.; DE OLIVEIRA, P. H. C.; CARDOSO, C. B. M.; PINHEIRO, T. N.; ERVOLINO, N.; SIVIERI-ARAÚJO.; CINTRA, L. T. A. Inflammatory profile of apical periodontitis associated with liver fibrosis in rats: histological and immunohistochemical analysis. **Int Endod J.**, v. 54, n. 8, p. 1353-1361, Aug 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/iej.13519>.

CINTRA, L. T. A.; SAMUEL, R.O.; AZUMA, M.M.; QUEIROZ, A. O. S.; ERVOLINO, E.; SUMIDA, D. H.; DE LIMA, V. M. F.; GOMES-FILHO, J. E. Multiple Apical Periodontitis

Influences Serum Levels of Cytokines and Nitric Oxide. **J Endod.**, v. 42, n. 5, p. 747-51, May 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.01.022>.

CINTRA, L. T.; SAMUEL, R.O.; AZUMA, M. M.; RIBEIRO, C. P.; NARCISO, L. G.; DE LIMA, V. M.; SUMIDA, D. H.; COCLETE, G. A.; DEZAN-JÚNIOR, E.; GOMES-FILHO, J. E. Apical periodontitis and periodontal disease increase serum IL-17 levels in normoglycemic and diabetic rats. **Clin Oral Investig.**, v. 18, n. 9, p. 2123-2128, Jan 2014. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-014-1192-7>.

CONTI, L. C.; SEGURA-EGEA, J. J.; CARDOSO, C. B. M.; BENETTI, F.; AZUMA, M. M.; OLIVEIRA, P. H. C.; BOMFIM, S. R. M.; CINTRA, L. T. A. Relationship between apical periodontitis and atherosclerosis in rats: lipid profile and histological study. **Int Endod J.**, v. 53, n. 10, p. 1387-1397. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/iej.13350>.

FERIOLI, M.; ZAULI, G.; MAIORANO, P.; MILANI, D.; MIRANDOLA, P.; NERI, L. M. Role of physical exercise in the regulation of epigenetic mechanisms in inflammation, cancer, neurodegenerative diseases, and aging process. **Journal Cell Physiol.**, v. 234, n. 9, p. 14852–14864, Feb 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/jcp.28304>.

JAKOVLJEVICA, A.; MILETICA, M.; NIKOLICB, N.; BELJIC-IVANOVICC, K.; ANDRICD, M.; MILASINB, J. Notch signaling pathway mediates alveolar bone resorption in apical periodontitis. **Medical Hypotheses.**, v. 124, p. 87-90, Mar 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2019.02.018>.

LOMBARDI, G.; ZIEMANN, E.; BANFI, G. Physical Activity and Bone Health: What Is the Role of Immune System? A Narrative Review of the Third Way. **Journal Frontiers in Endocrinology.**, v. 10, p. 10:60, Feb 2019. DOI: <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00060>.

PETEAN, I. B. F.; KUCHELER, E. C.; SOARES, I. M. V.; SEGATO, R. A. B.; SILVA, L. A. B.; ANTUNES, L. S.; DE SOUZA-NETO, M. D. Genetic Polymorphisms in RANK and RANKL are Associated with Persistent Apical Periodontitis. **J Endod.**, v. 11, p. 1–6, Mar 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.10.022>.

PLECEVIC, S.; JAKOVLJEVIC, B.; SAVIC, M.; ZIVKOVIC, V.; NIKOLIC, T.; JEREMIC, J.; MILOSAVLJEVIC, I.; SREJOVIC, I.; TASIC, N.; DJUIC, D.; JAKOVLJEVIC, V. Comparison of short-term and medium-term swimming training on cardiodynamics and coronary flow in high salt-induced hypertensive and normotensive rats. **Mol Cell Biochem.**, v. 447, n. 1-2, p. 33-45. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11010-018-3291-2>.

SCHEFFER, D. D. L.; LATINI, A. Exercise-induced immune system response: Antiinflammatory status on peripheral and central organs. **Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis.**, v. 1866, n. 10, p. 165823, Oct 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2020.165823>.

SIMPSON, R. J.; KUNZ, H.; AGHA, N.; GRAFF, R. Exercise and the Regulation of Immune Functions. **Prog Mol Biol Transl Sci.**, v. 135, p. 355-80, Sept 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2015.08.001>.

TAIRA, T.M, LIMA, V.; PRADO, D. S.; SILVA, T. A.; ISSA, J. P. M.; SILVA, L. A. B.; ZAMBONI, D. S.; CUNHA, F. Q.; FUKADA, S. Y. NLRP12 Attenuates Inflammatory Bone Loss in Experimental Apical Periodontitis. **J of Dental Research.**, v. 98, n. 4, p. 476–484, Apr 2019. DOI: <https://doi.org/10.1177/0022034518820289>.

VOLTARELLI, F. A.; GOBATTO, C. A., DE MELLO, M. A. Determination of anaerobic threshold in rats using the lactate minimum test. **Braz J Med Biol Res.**, v. 35, n. 11, p. 1389-94. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-879x2002001100018>.

## ANEXO – Comitê de Ética



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



**CAMPUS ARAÇATUBA**  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

**CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais**  
**CEUA - Ethics Committee on the Use of Animals**

### CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de Pesquisa intitulado **"Efeitos do exercício físico de natação na periodontite apical, análise dos tecidos pulpar, ósseo e periodontal"**, Processo FOA nº 0062-2021, sob responsabilidade de Rogério de Castilho Jacinto apresenta um protocolo experimental de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal e sua execução foi aprovada pela CEUA em 04 de Março de 2021.

**VALIDADE DESTE CERTIFICADO:** 25 de Março de 2023.

**DATA DA SUBMISSÃO DO RELATÓRIO FINAL:** até 25 de Abril de 2023.

### CERTIFICATE

We certify that the study entitled **"Effects of swimming exercise on apical periodontitis, analysis of the tissue of pulp, bone and periodontal"**, Protocol FOA nº 0062-2021, under the supervision of Rogério de Castilho Jacinto presents an experimental protocol in accordance with the Ethical Principles of Animal Experimentation and its implementation was approved by CEUA on March 04, 2021.

**VALIDITY OF THIS CERTIFICATE:** March 25, 2023.

**DATE OF SUBMISSION OF THE FINAL REPORT:** April 25, 2023.

**Prof. Associado João Carlos Callera**  
Coordenador da CEUA  
CEUA Coordinator

**CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais**  
Faculdade de Odontologia de Araçatuba  
Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba  
Rua José Bonifácio, 1193 – Vila Mendonça - CEP: 16015-050 – ARAÇATUBA – SP  
Fone (18) 3636-3234 Email CEUA: [ceua.foa@unesp.br](mailto:ceua.foa@unesp.br)