

**KAREN RAWEN TONINI**

**Avaliação do uso de broca rotatória e piezocirurgia no  
reparo de enxertos autógenos em bloco. Estudo  
randomizado, prospectivo e controlado em coelhos**

**KAREN RAWEN TONINI**

**Avaliação do uso de broca rotatória e piezocirurgia no  
reparo de enxertos autógenos em bloco. Estudo  
randomizado, prospectivo e controlado em coelhos**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Paulista (UNESP), como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Implantodontia.

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Ponzoni

Araçatuba - SP  
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

T665a Tonini, Karen Rawen.  
Avaliação do uso de broca rotatória e piezocirurgia  
no reparo de enxertos autógenos em bloco : estudo  
randomizado, prospectivo e controlado em coelhos /  
Karen Rawen Tonini. – Araçatuba, 2024  
111 f. : il. ; tab.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista  
(UNESP), Faculdade de Odontologia, Araçatuba  
Orientadora: Profa. Daniela Ponzoni

1. Transplante autólogo 2. Piezocirurgia 3. Implantes  
dentários I. T.

Black D7  
CDD 617.64

Claudio Hideo Matsumoto CRB-8/5550

Dedico este trabalho aos meus pais e avós, que  
nunca desistiram de nada, especialmente de mim.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus, por me amparar, pelas inúmeras oportunidades, e principalmente, pelo privilégio de me proporcionar uma rede de apoio, com pessoas que sempre me deram força, suporte, atenção, amor e carinho.

Agradeço aos professores que aceitaram ser a banca avaliadora deste trabalho. Por estarem presentes no dia de hoje, disponibilizando de seu tempo e atenção.

Obrigada professor **André Luis da Silva Fabris**, por ter disponibilizados de seu tempo, atenção e conhecimentos.

Obrigada professora **Ana Paula Farnezi Bassi**, por ter aceito participar das bancas avaliadoras de simplesmente todos os meus trabalhos. Obrigada pela atenção, pelo incentivo, auxílio, suporte e paciência, principalmente com a questão dos coelhos e do biotério (só quem viveu sabe (rindo de nervoso)), possibilitando esta pesquisa. Obrigada por se importar e defender seus alunos, disposta a ouvir reclamações e/ou lamentações, e por sempre expressar sua alegria quando alcançamos nossa meta. Ah, e obrigada, é claro, pelo seu jeitinho “fofa/pistola”, nós amamos.

Obrigada professor **Francisley Ávila Souza**, pela ajuda no momento de delineamento desta pesquisa, por deixar seus equipamentos de pesquisa disponíveis todas as vezes que precisei, por permitir que seus orientados me auxiliassem nos procedimentos cirúrgicos e laboratoriais, por compartilhar conhecimentos científicos, e os não tão científicos assim durante a hora do cafezinho, na cozinha do departamento. Obrigada pelos ensinamentos e pela amizade.

Obrigada **Henrique Hadad**, pela felicidade de ter você como banca da minha tese, nós sabemos o quanto você é merecedor. Um grandessíssimo professor, me ajudou em todos os passos dessa pesquisa, cirúrgicos e laboratoriais, estatísticos e fotográficos. Teve a paciência de me ensinar tudo o que eu não sabia, ou estava com dificuldade. E consegue ser maior ainda como amigo, dá conselhos, te põe pra cima, fala a verdade nua e crua, entrega e “arranca” sorrisos sinceros.

Meu parceiro de café, batadeiras, surtos, e risottos tranquilos. Obrigada por tudo! Você é o cara, voa alto!

Obrigada professora **Daniela Ponzoni**, minha orientadora, pela paciência de orientar uma aluna recém graduada, que não tinha muito conhecimento sobre a carreira científica. Obrigada pelo vínculo de amizade e confiança criado. A senhora sempre ouviu e respeitou todas as minhas ideias, foi presente em todos os momentos da pós-graduação, não só durante as etapas acadêmicas, mas sempre fez questão de perguntar como eu estava. Obrigada por estar disposta todas as vezes em que disse que precisaria de algum auxílio, a senhora sempre estava na sua sala, e se não estava, dava um jeito de nos encontrarmos para resolvermos a questão. Obrigada por se manter calma, até quando eu chegava com as piores notícias, me dando a segurança de tudo daria certo, mesmo que tudo precisasse ser refeito. Obrigada por todo o suporte, científico, acadêmico, financeiro, principalmente emocional. Obrigada por ter sido a melhor orientadora que eu pudesse ter.

Agradeço à minha equipe de pesquisa, **Izabela Sol**, que me auxiliou em inúmeras etapas desta pesquisa, desde o serviço “braçal” de coloração das lâminas, até o processamento dos dados da pesquisa, sempre bem-humoradas e fazendo piada com tudo dando errado. Obrigada por trazer leveza. **Vinícius Ganzarolli**, muito obrigada pela ajuda durante a fase cirúrgica desta pesquisa, principalmente, durante as anestésias e eutanásia dos animais, sem você e o Seu João, eu não sei o que faria.

Aos amigos **Vinícius Ferreira Bizeli** e **Maísa Pereira da Silva**, que também fizeram parte deste trabalho, mesmo não fazendo parte do meu grupo de pesquisa. **Vinicius**, muito obrigada por participar de todas as cirurgias e eutanásias dos animais, principalmente pelo auxílio durante a fixação dos blocos de enxerto ósseo nas mandíbulas dos coelhos, só nós sabemos o quão crítico e delicada foi essa etapa. Obrigada **Maísa**, por estar disposta a me ajudar nas cirurgias dos animais, até mesmo quando, eu pedi em cima da hora! Obrigada pelos cafezinhos, fofocas e pela amizade.

Agradeço a professora **Roberta Okamoto**, pelas análises imunohistoquímicas desta pesquisa, pela orientação em relação as fotografias das análises, e por estar disponível todas as vezes em que precisei sanar dúvidas.

Agradeço aos funcionários da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, **Paulo Gratão, Marco Iannner, João Batista, Cristiane Regina Lui Matos** e ao **Renato Gomes De Oliveira**. Obrigada **Paulo** e **Marco**, técnicos do laboratório do departamento de diagnóstico e cirurgia, que sempre estiveram à disposição para me ajudar, principalmente na fase de descalcificação das peças. Ao **seu João**, agradeço por todo cuidado com os coelhos no biotério, e pelo auxílio em todas as cirurgias e eutanásias. À **Cris** e ao **Renato**, agradeço pela paciência, por todas as vezes que fui (surtada) tirar dúvidas sobre algum documento da pós-graduação.

Agradeço a todos os meus amigos. Muitas vezes não queremos preocupar a família com certos assuntos, e são para os amigos que corremos, e eles não falharam uma vez se quer comigo. Um agradecimento especial as amigas **Luana Vitorino Gushiken Passianoto, Laís Kawamata de Jesus, Synara Vaz dos Santos, Bárbara Gazetta de Paula** e **Ana Daniela Spínola da Silva**.

**Luana**, muito obrigada por aguentar todas minhas manias, chatices, eu sei que posso ser bem insuportável de vez em quando haha. Obrigada me apoiar, por acreditar mais em mim do que eu mesma, reforçando o quanto incrível eu posso ser (e sou). Obrigada por todo cuidado, amor, carinho e companheirismo, sem isso, o caminho teria sido muito mais difícil. Te amo!

**Lais**, muito obrigada por toda ajuda, não só nessa pesquisa, mas em todas as que eu realizei. Obrigada por ser a rainha do micróto, e me ensinar todos os macetes para que os cortes histológicos ficassem perfeitos. Obrigada pela atenção e carinho nos momentos que achei que iria surtar, no final nós acabávamos rindo, de desespero talvez, mas sempre tudo dava certo no final, e se não dava, a solução era passar um cafezinho e continuar rindo, quando nem isso dava conta, a última instância era a bola. Obrigada por sempre estar do meu lado.

**Synarão!** Eu poderia escrever tantas coisas para lhe agradecer, afinal, são mais de 16 anos de amizade, muita coisa já rolou, acho que de tudo um pouco, mas me limito a uma frase, que, apesar de reduzida, engloba tudo, “Obrigada por ser a Sysy da minha Kaka!”, eu sei que você vai entender. Te amo disk desespero.

**Bárbara**, muito obrigada por ter esse humor típico de uma senhora de 82 anos, como eu. Por debocharmos de todo e qualquer assunto, isso me traz uma leveza, que você não tem ideia. Apesar disso, agradeço pelos conselhos sensatos,

pelas investigações, fofocas babadeiras, pelo apoio, e por sempre acreditar em mim. Obrigada por estar comigo em todos os momentos, mesmo que demore 2 dias para responder, mas também quando responde, é “full time” ali comigo, até eu acabar de desabafar. Obrigada por tanto, te amo mansur!

**Dani**, muito obrigada por caminhar comigo desde a graduação, e cuidar tanto de mim desde essa época. Obrigada por se preocupar, por seu meu ombro pra chorar, por ouvir toda e qualquer paranoia minha, e me receber com um sonoro “CALA BOCA KAREN!”, isso até me acalma, porque assim eu sei que o que eu estava pensando é muito improvável de acontecer. Obrigada! Obrigada pelos conselhos, por colocar minha cabeça no lugar, pelos esporros, pelo apoio, e por ter ficado (vide pandemia). Te amo, gata!

Agradeço a minha família, aos meus avós, em que tanto tento me espelhar. Meu avô **Victor Waldemar Rawen**, que nos ensina tanto com seu jeito calmo, paciente, íntegro, justo, com uma inteligência emocional de dar inveja, respeita a todos, mesmo com opiniões contrárias, com um coração bom, disposto a ajudar sempre que pode (quando não pode também). Quietinho, mas sabemos que ele faz de tudo por nós com o maior carinho, e que cada gesto seu, por mais tímido e singelo (como os apertos de mão, os “bom dia”, “boa sorte!”, “bom estudo”, ou as piadinhas), é feito e expresso com todo amor. Aaaa e os cafezinhos, que eu faria mais um milhão, só pela certeza de ver você tomando todos eles. A minha avó **Regina Aparecida do Amaral Rawen**, “mulherão”, talvez não exista melhor definição do que essa para ela. Passou por adversidades, momentos difíceis, a vida não foi fácil, mas mesmo assim, seu coração não endureceu, pelo contrário, é cheio de amor, faz tudo e tanto para muitos, inclusive (especialmente), por mim. Obrigada por cuidar de mim, desde sempre, por me apoiar, por todas as orações, pelo suporte, pela proteção, por ser esse mulherão; por mostrar que tem que ser forte, mas que tudo bem ser forte e chorar; e surtar; e pedir ajuda, obrigada por ser tão a frente de seu tempo, nos ensinar que não importa cor, credo ou classe social, gente é gente, e respeito é respeito. Obrigada! Obrigada por apenas serem vocês, por terem lutado e vencido, por me ensinarem tanto com a vida de vocês (a ser perseverante, focada, a não me abalar frente aos obstáculos, que a vida não é fácil, mas que também não precisa ser levada tão a sério assim, tem jeito pra (quase) tudo), e por realizarem isso com a sabedoria, leveza e amor incondicional, que só



mesmo os avós conseguiriam. Obrigada por fazerem questão de estar presente em todas as fases da minha vida, por todos os cuidados e carinhos, por todo o suporte, sobretudo, pelo amor e carinho. Te amo vô, te amo vó!

Agradeço aos meus pais **Andréa Cristina Rawen** e **Marcelo Tonini**, que me criaram com todo amor, carinho e atenção. Obrigada por sempre serem presentes, e me apoiarem em absolutamente tudo. Obrigada pelo suporte, financeiro, emocional e psicológico, sei que a caminhada não foi fácil, e que vocês abriram mão de muitas coisas, para que eu tivesse inúmeros privilégios. Obrigada por serem compreensivos, por confiarem em mim, e por todo o respeito de nossa relação. Obrigada até mesmo pelos erros, sei que ocorreram na tentativa de acertar, e vocês acertaram em cheio, olha aonde chegamos, e sem vocês, nem na metade eu estaria! Não há palavras ou sentimentos suficientes para expressar toda a minha gratidão e amor. Muito obrigada! Eu amo vocês.

Agradeço as minhas tias **Cidinha Tonini** e **Saete Tonini**, que sempre estiveram dispostas a me auxiliar em tudo que estivesse ao alcance delas, desde me acolher em suas casas quando precisei ficar em São Paulo, até ajudar na luta de arrumar um emprego. Obrigada estarem sempre comigo, por me tratarem com tanto amor e atenção (como uma princesa, como a vó Lola dizia e fazia), mais como uma filha do que como sobrinha. Eu amo vocês.

Agradeço ao vovô Luiz, vovó Lola e tio Luiz, sei que não importa aonde vocês estejam, sempre estarão me apoiando e protegendo.

Agradeço a Bethinha, que sempre acompanhou a mamãe durante a escrita da tese, mesmo que me desse mordidas inesperadas pela falta de atenção, mas os “lambeijos” vinham logo em seguida.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pelo apoio financeiro.

No mais, obrigada a todos vocês que fizeram e/ou fazem parte da minha vida, sem vocês eu não seria eu.

"Tudo que passou, acabou. Eu sobrevivi."

Dercy Gonçalves

## RESUMO

TONINI, K. R. **Avaliação do uso de broca rotatória e piezocirurgia no reparo de enxertos autógenos em bloco. Estudo randomizado, prospectivo e controlado em coelhos.** 2024. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2024.

O objetivo deste estudo foi comparar a integração do enxerto ósseo autógeno em bloco, quando o mesmo é removido e tem seu leito receptor preparado por broca rotatória e por piezocirurgia. Foram utilizados 24 coelhos machos, divididos entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório. Em cada animal foram removidos 4 blocos ósseos de calota craniana, dois por broca rotatória (broca trefina 7mm) e dois por piezocirurgia. Dois blocos ósseos foram enxertados e fixados em cada lado da mandíbula, de forma que cada um recebeu um tipo de preparo de leito (perfuração por broca ou por piezocirurgia). A integração leito/enxerto foi avaliada através de análise histométrica, imunoistoquímica e microtomográfica, nos períodos de 15, 30 e 60 dias. A porcentagem de tecido ósseo neoformada foi maior no Grupo Rotatório, havendo similaridade com o Grupo Piezo, não havendo diferença estatística entre os grupos, assim como na análise onde foram quantificados os osteócitos, osteoblastos e osteoclastos. Os Grupos Rotatório e Piezo Rotatório obtiveram resultados inferiores em relação aos Grupos Rotatório e Piezo, apresentando diferença estatística. Quanto a análise imunoistoquímica, a imunomarcagem para TRAP, foi moderada em todos os grupos da pesquisa, já para osteocalcina, o Grupo Rotatório, Rotatório Piezo e Piezo obtiveram marcação moderada aos 15 dias, Grupos Rotatório e Rotatório Piezo marcação de moderada a intensa aos 30 dias; e Grupo Piezo marcação moderada, já o Grupo Piezo Rotatório apresentou baixa marcação aos 15 e 30 dias. Na análise microtomográfica, os Grupos Rotatório e Piezo, novamente detiveram de resultados similares, sendo superiores aos resultados dos Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório, que indicaram menor neoformação óssea, com maior espessamento entre as trabéculas e porosidade, conferindo em um osso de menor qualidade. Conclui-se que, a utilização de broca rotatória e da piezocirurgia foram semelhantes quanto a integração do enxerto ósseo autógeno em bloco, enquanto, a combinação das técnicas não aparenta ser vantajosa.

**Palavras-chave:** transplante autólogo; piezocirurgia; implante dentário.

## **ABSTRACT**

**TONINI, K. R. Evaluation of autogenous block graft bone repair using rotatory drill and piezosurgery thecnique. Randomized, prospective, and controlled study in rabbits.** 2024. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2024.

The objective of this study was to compare the integration of the autogenous bone graft, when it is removed and, your receptor site its prepared by rotary drill and piezosurgery. Twenty-four male rabbits were used, divided between the Rotatory, Piezo Rotatory, Piezo and Piezo Rotatory Groups. In each animal, 4 bone blocks from the skullcap were removed, two by rotary drill (7mm trephine drill) and two by piezosurgery. Two bone blocks were grafted and fixed on each side of the mandible, so that each one received a type of bed preparation (drilling by drill or piezosurgery). Receptor site/graft integration was evaluated through histometric, immunohistochemical and microtomographic analysis, over periods of 15, 30 and 60 days. The percentage of new bone formation was higher in the Rotary Group, similar to the Piezo Group, with no statistical difference between the groups, as well as in the analysis where osteocytes, osteoblasts and osteoclasts were quantified. The Rotary and Piezo Rotary Groups obtained lower results compared to the Rotary and Piezo Groups, showing a statistical difference. Regarding immunohistochemical analysis, immunostaining for TRAP was moderate in all research groups, whereas for osteocalcin, the Rotatory, Rotatory Piezo and Piezo Groups obtained moderate staining at 15 days, Rotatory and Rotatory Piezo Groups showed moderate to intense staining at 30 days; and Piezo Group moderate marking, while the Piezo Rotatory Group showed low marking at 15 and 30 days. In the microtomographic analysis, the Rotatory and Piezo Groups again had similar results, being superior to the results of the Rotatory Piezo and Piezo Rotatory Groups, which indicated less bone neoformation, with greater thickening between the trabeculae and porosity, resulting in lower quality bone. It is concluded that the use of a rotary drill and piezosurgery were similar in terms of the integration of the autogenous block graft, while the combination of techniques does not appear to be advantageous.

**Keywords:** transplantation; autologous; dental implant; piezosurgery.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Tricotomia e antissepsia da região de calota (A); tricotomia e antissepsia da região de mandíbula (B).....                                                                   | 26 |
| Figura 2 - Realização de incisão em calota craniana (A); incisão mediana em calota craniana entre ossos frontal e parietal (B); descolamento e visualização de calota craniana (C)..... | 26 |
| Figura 3 - Delimitação de área para remoção de blocos ósseos por trefina de 7mm (A e B). ....                                                                                           | 27 |
| Figura 4 - Área de remoção dos blocos ósseos por broca trefina 7mm (A); bloco ósseo sendo preparado por piezocirurgia (B).....                                                          | 28 |
| Figura 5 - Área de remoção dos blocos ósseos por piezocirurgia e broca trefina (A), blocos ósseos removidos por piezocirurgia e broca trefina 7mm (B).....                              | 28 |
| Figura 6 - Incisão no ângulo da mandíbula (A e B); descolamento para exposição do osso mandibular. ....                                                                                 | 29 |
| Figura 7 - Preparo do leito receptor por broca rotatória (A); preparo do leito receptor por piezocirurgia (B); leitos preparados por broca rotatória e piezocirurgia (C).....           | 29 |
| Figura 8 - Fresagem do bloco ósseo por fresa diâmetro 1,1.....                                                                                                                          | 30 |
| Figura 9 – Instalação do parafuso de fixação 1,5mm x 8mm (A); blocos ósseos fixados ao leito receptor (B). ....                                                                         | 31 |
| Figura 10 - Sutura do plano muscular da mandíbula (A); sutura do plano epitelial da mandíbula (B).....                                                                                  | 32 |
| Figura 11 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório aos 15 dias, aumento de 40x.....                                                                                          | 36 |
| Figura 12 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório aos 15 dias, aumento de 100x.....                                                                                         | 37 |
| Figura 13 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório Piezo aos 15 dias, aumento de 40x.....                                                                                    | 38 |
| Figura 14 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório Piezo aos 15 dias, aumento de 100x.....                                                                                   | 38 |
| Figura 15 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo aos 15 dias, aumento de 40x.....                                                                                              | 39 |
| Figura 16 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo aos 15 dias, aumento de 100x.....                                                                                             | 40 |

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 17 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo Rotatório aos 15 dias, aumento de 40x.....  | 41 |
| Figura 18 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo Rotatório aos 15 dias, aumento de 100x..... | 42 |
| Figura 19 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório aos 30 dias, aumento de 40x.....        | 43 |
| Figura 20 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório Piezo aos 30 dias, aumento de 40x.....  | 43 |
| Figura 21 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório aos 30 dias, aumento de 100x.....       | 44 |
| Figura 22 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório Piezo aos 30 dias, aumento de 100x..... | 45 |
| Figura 23 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo aos 30 dias, aumento de 40x.....            | 46 |
| Figura 24 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo aos 30 dias, aumento de 100x.....           | 46 |
| Figura 25 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo Rotatório aos 30 dias, aumento de 40x.....  | 47 |
| Figura 26 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo Rotatório aos 30 dias, aumento de 100x..... | 48 |
| Figura 27 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório aos 60 dias, aumento de 40x.....        | 48 |
| Figura 28 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório aos 60 dias, aumento de 100x.....       | 49 |
| Figura 29 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório Piezo aos 60 dias, aumento de 40x.....  | 50 |
| Figura 30 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo Rotatório aos 60 dias, aumento de 40x.....  | 50 |
| Figura 31 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório Piezo aos 60 dias, aumento de 100x..... | 51 |
| Figura 32 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo Rotatório aos 60 dias, aumento de 100x..... | 52 |
| Figura 33 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo aos 60 dias, aumento de 40x.....            | 53 |

|                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 34 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo aos 60 dias, aumento de 100x.....                                                                                                                                              | 54 |
| Figura 35 - Imunomarcacão OCN aos 15 dias Grupo Rotatório (A); Imunomarcacão OCN aos 15 dias Grupo Rotatório Piezo (B). ....                                                                                                             | 61 |
| Figura 36 - Imunomarcacão OCN aos 30 dias Grupo Rotatório (A); Imunomarcacão OCN aos 30 dias Grupo Rotatório Piezo (B). ....                                                                                                             | 61 |
| Figura 37- Imunomarcacão OCN aos 15 dias Grupo Piezo (A); Imunomarcacão OCN aos 15 dias Grupo Piezo Rotatório (B). ....                                                                                                                  | 62 |
| Figura 38- Imunomarcacão OCN aos 30 dias Grupo Piezo (A); Imunomarcacão OCN aos 30 dias Grupo Piezo Rotatório (B). ....                                                                                                                  | 63 |
| Figura 39 - Imunomarcacão TRAP aos 15 dias Grupo Rotatório (A); Imunomarcacão TRAP aos 15 dias Grupo Rotatório Piezo (B); Imunomarcacão TRAP aos 15 dias Grupo Piezo (C); Imunomarcacão TRAP aos 15 dias Grupo Piezo Rotatório (D). .... | 64 |
| Figura 40 - Imunomarcacão TRAP aos 30 dias Grupo Rotatório (A); Imunomarcacão TRAP aos 30 dias Grupo Rotatório Piezo (B); Imunomarcacão TRAP aos 30 dias Grupo Piezo (C); Imunomarcacão TRAP aos 30 dias Grupo Piezo Rotatório (D). .... | 65 |



## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 - Comparação da porcentagem de formação óssea entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias .....                | 55 |
| Gráfico 2 - Comparação da porcentagem de formação de tecido conjuntivo entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias ..... | 56 |
| Gráfico 3 - Comparação da porcentagem da quantidade osteócitos entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias .....         | 57 |
| Gráfico 4 - Comparação da porcentagem da quantidade osteoblastos entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias .....       | 58 |
| Gráfico 5 - Comparação da porcentagem da quantidade osteoclastos entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias .....       | 60 |
| Gráfico 6 - Quantificação de volume ósseo (BV) entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias.....                          | 67 |
| Gráfico 7 - Quantificação da porcentagem de volume ósseo (BV/TV) entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias .....       | 69 |
| Gráfico 8 - Quantificação da espessura trabecular óssea (Tb.Th) entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias .....        | 70 |
| Gráfico 9 - Quantificação do número de trabéculas (Tb.N) entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias.....                | 72 |
| Gráfico 10 - Análise de espessamento entre as trabéculas (Tb.Sp) entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias .....       | 74 |
| Gráfico 11 - Análise de porosidade (Po.tot) entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias.....                             | 76 |

## LISTA DE ABREVIATURAS

|        |                                                              |
|--------|--------------------------------------------------------------|
| BV     | Volume Ósseo                                                 |
| BV/TV  | Porcentagem de Volume Ósseo                                  |
| CEUA   | Comissão de Ética do uso de Animais                          |
| EA     | Enxerto Autógeno                                             |
| HE     | Hematoxilina e Eosina                                        |
| LR     | Leito Receptor                                               |
| OCN    | Osteocalcina                                                 |
| Po.tot | Porosidade Óssea                                             |
| Tb.N   | Número de Trabéculas Ósseas                                  |
| Tb.Sp  | Espessamento entre as Trabéculas Ósseas                      |
| Tb.Th  | Espessura Trabecular Óssea                                   |
| TRAP   | Enzima de Lisossômica Fosfatase Ácida Resistente a Tartarato |

## SUMÁRIO

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO .....                                       | 20 |
| 2 MATERIAS E MÉTODOS .....                               | 24 |
| 2.1 Ética e Desenho do Estudo.....                       | 24 |
| 2.2 Procedimento Cirúrgico.....                          | 25 |
| 2.3 Armazenamento das Peças .....                        | 32 |
| 2.4 Análise Histológica e Histométrica.....              | 33 |
| 2.5 Análise Imunoistoquímica .....                       | 34 |
| 2.6 Análise Microtomográfica.....                        | 34 |
| 2.7 Análise Estatística .....                            | 35 |
| 3 RESULTADOS .....                                       | 36 |
| 3.1 Análise Histológica e Histométrica.....              | 36 |
| 3.2 Análise Histométrica.....                            | 54 |
| 3.2.1 Análise Histométrica por Mensuração de Áreas.....  | 54 |
| 3.2.2 Análise Histométrica por Contagem de Células ..... | 56 |
| 3.3 Análise Imunoistoquímica .....                       | 60 |
| 3.3.1 Imunomarcção à Osteocalcina (OCN) .....            | 60 |
| 3.4 Análise Microtomográfica.....                        | 65 |
| 4 DISCUSSÃO .....                                        | 76 |
| REFERÊNCIAS .....                                        | 83 |
| ANEXOS.....                                              | 92 |

## 1 INTRODUÇÃO

O déficit de volume ósseo dificulta a reabilitação oral por meio dos implantes osseointegráveis<sup>1</sup>. A instalação de implante em área com quantidade óssea inadequada, levará a resultados estéticos e funcionais inapropriados<sup>2-5</sup>. Sendo assim, a quantidade e qualidade óssea devem ser consideradas para o sucesso da reabilitação dentária<sup>3,4</sup>. Apesar do surgimento de inovações, como a utilização de implantes estreitos, curtos, e com superfície modificadas, muitas vezes a reconstrução óssea é necessária<sup>6-9</sup>.

A reconstrução de rebordos ósseos pode ser desafiadora, principalmente no caso de extensa atrofia óssea vertical e/ou horizontal<sup>10-14</sup>. Porém, a literatura relata que, a taxa de sucesso de implantes instalados em áreas regeneradas é semelhante ao de implantes instalados em ossos sem reabsorção<sup>15-18</sup>. Regeneração óssea guiada, distração osteogênica, e enxertos, são as técnicas mais indicadas para recuperar rebordos atroficos<sup>15-18</sup>.

Existe uma série de técnicas de enxertia disponíveis, como os enxertos autógenos (doado pelo próprio indivíduo), enxertos homogêneos (adquirido entre indivíduos da mesma espécie), enxertos heterogêneos (derivado de outras espécies) e enxertos aloplásticos (sintéticos)<sup>19-24</sup>.

Os materiais que possuem poder de produzir tecido ósseo através de osteoblastos vitais, apresentam capacidade osteogênica, os que estimulam a diferenciação de células progenitoras em células osteogênicas por meio de fatores de crescimento, detêm de capacidade osteoindutora, e os materiais que estabilizam a área do defeito, e fornecem um arcabouço estrutural como suporte para neoformação de tecido ósseo, dispõem da capacidade osteocondutora<sup>6,25</sup>.

O enxerto autógeno é o único tipo de enxerto que apresenta as três propriedades citadas acima, sendo assim, considerado padrão ouro para reconstrução óssea<sup>20,26-29</sup>. Ademais, com a utilização do enxerto autógeno não há risco de reação imunológica ou transmissão de doenças, e, também fornece melhores condições para penetração de novos vasos sanguíneos e migração de células osteoprogenitoras<sup>30</sup>.

Apesar das vantagens pontuadas, a técnica para remoção de enxerto autógeno também apresenta desvantagens, como, a morbidade associada ao local doador, reabsorção óssea, lesão de tecidos moles, vasculares e nervosos<sup>6,26,31-33</sup>. No entanto, os enxertos aloplásticos e xenogenos apresentam-se relativamente mais caros, e limitados pela imunogênese e/ou falta de osteogenicidade<sup>5,34-39</sup>.

Enxertos autógenos podem ser utilizados na forma de bloco ósseo ou tecido ósseo particulado.<sup>40</sup> É possível realizar a coletas ósseas mais extensas de áreas extra-bucais (crista ilíaca, tíbia, calota craniana e costela), e em menor quantidade de áreas intra-bucais (sínfise mentoniana, região retromolar e túber da maxila)<sup>29,40</sup>.

A técnica cirúrgica dos enxertos autógenos em bloco, consiste na remoção do bloco ósseo da área doadora, seguido pelo preparo do leito receptor (para que haja uma melhor vascularização) e fixação do bloco ósseo por meio de parafusos de fixação<sup>41,42</sup>.

O sucesso do reparo de um enxerto autógeno em bloco está relacionado à sua capacidade de revascularização. Com isso é muito importante, a técnica de remoção do bloco ósseo e o preparo do leito, que influenciará na viabilidade celular, pois, mediante a descorticalização e perfuração do leito, a superfície receptora torna-se sangrante, favorecendo a irrigação sanguínea, aumentando o fluxo de nutrientes e células osteogênicas ao enxerto<sup>30,43-45</sup>. A viabilidade celular é uma grande preocupação durante a técnica da coleta do osso autógeno<sup>30,44,45</sup>, o procedimento deve ser o mais atraumático possível, evitando aquecimento do tecido, que influenciará na remodelação óssea, na secreção de fatores de sinalização, no mecanismo de quimiotaxia, na diferenciação e apoptose de células, alterando a atividade dos osteoblastos, osteócitos e células de revestimento, que são responsáveis pela neoformação do tecido ósseo<sup>30,46-48</sup>.

Brocas rotatórias apresentam baixo custo, fácil manuseio e eficiência, por isso, são tidas como instrumental de primeira escolha, porém estas podem ocasionar danos térmicos ao tecido ósseo, e lesões a tecidos moles, vasculares e nervosos<sup>46-48</sup>. Além disto, já foi relatado que brocas rotatórias podem gerar alterações estruturais ósseas<sup>44,49</sup>.

Para tentar driblar a desvantagens das brocas rotatórias, a piezocirurgia tem isso utilizada em diversos procedimentos relacionados a osteotomias ósseas<sup>44</sup>. O

ultrassom piezoelétrico permite corte seletivo de estruturas mineralizadas, ou seja, não lesiona tecidos moles, pois apresenta vibrações ultrassônicas de frequência média de 25-29 kHz, amplitude de 60-120 µm e potência de até 50W<sup>50-56</sup>, permitindo que as pontas piezoelétricas possuam uma maior precisão e segurança, minimizando o trauma tecidual durante coletas ósseas, osteotomias, remoção de implantes, e lateralização do nervo alveolar inferior<sup>50</sup>.

Além de proporcionar menor risco de injúrias aos tecidos moles, a piezocirurgia concede uma maior precisão cirúrgica, melhor visualização do campo operatório, redução de danos aos osteócitos e promovem uma maior atividade osteoblástica ao redor do leito ósseo<sup>46,57,58</sup>. A piezocirurgia parece estar relacionada a um reparo e remodelação óssea mais favorável<sup>48,57,59</sup>. Como visto, em estudos em que comparam osteotomias realizadas por brocas convencionais e piezocirurgia, onde foram observados maiores índices de neoformação óssea<sup>55,60</sup>, tecidos vasculares e atividade de remodelação óssea<sup>55,61</sup>.

As regiões da mandíbula, crista ilíaca e calota craniana são os locais mais comumente utilizados para aquisição do enxerto autólogo<sup>50,62</sup>. Para isso, necessita-se de um acesso cirúrgico amplo para uma quantidade de coleta óssea seja satisfatória, dando importância à preservação dos tecidos moles circundantes e estruturas anatômicas nobres<sup>50</sup>. Neste aspecto, a piezocirurgia é considerada mais segura e precisa do que as brocas rotatórias<sup>50</sup>. Porém, estes locais são constituídos predominantemente por osso cortical (mento, ramo mandibular, osso parietal), o que configura uma desvantagem para a utilização da piezocirurgia, já que, está apresenta fraqueza e ineficácia de corte frente a componentes corticais<sup>50,51,53</sup>. Pode-se, no entanto, realizar uma progressão mais lenta, porém esta ação ocasionaria em maior desgaste de suas pontas ultrassônicas, além do mais, com a diminuição da velocidade de corte, a temperatura tende a subir, prejudicando o processo de reparo ósseo, sendo necessário pausas para o resfriamento do sistema<sup>50,51,55</sup>.

Com este trabalho estamos considerando a hipótese, de que, a integração do bloco de enxerto ósseo autólogo seja mais favorável, quando utilizado da piezocirurgia, para remoção dos enxertos e no preparo do leito receptor.

O objetivo deste estudo é comparar a integração do enxerto ósseo autógeno em bloco, quando o mesmo é removido e tem seu leito receptor preparado por broca rotatória e por piezocirurgia.

## **2 MATERIAS E MÉTODOS**

### **2.1 Ética e Desenho do Estudo**

O experimento foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de animais (CEUA) da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – FOA UNESP (00447/2019). O poder de amostra foi calculado baseado em estudo prévio<sup>63</sup> no website <http://www.biomath.info/power/prt.htm> e determinado como n=6. A diferença a ser detectada foi de 22,49 com desvio padrão de 3.86, ao nível de significância de 5%, poder do teste de 80% em hipótese monocaudal. Sendo assim, foram utilizados um total de 24 coelhos machos, linhagem Botucatu.

Em cada animal foram removidos 4 blocos ósseos de calota craniana, dois por broca rotatória (broca trefina 7mm) e dois por piezocirurgia. Dois blocos ósseos foram enxertados e fixados em cada lado da mandíbula, de forma que cada um recebeu um tipo de preparo de leito (perfuração por broca ou por piezocirurgia). Não foi realizada a descorticalização do leito receptor, devido a fragilidade do ângulo mandibular dos coelhos.

Sendo os grupos: GRUPO ROTATÓRIO: remoção do enxerto ósseo de calota por broca rotatória trefina 7 mm, e preparo do leito receptor da mandíbula realizado por broca rotatória 702;

GRUPO ROTATÓRIO-PIEZO: remoção do enxerto ósseo de calota com broca rotatória trefina 7mm, e preparo do leito receptor na mandíbula realizado por piezocirurgia;

GRUPO PIEZO: remoção do enxerto ósseo de calota, e preparo do leito receptor na mandíbula por piezocirurgia;

GRUPO PIEZO-ROTATÓRIO: remoção do enxerto ósseo de calota com piezocirurgia, e preparo do leito receptor da mandíbula por broca rotatória 702.

Os grupos foram analisados nos períodos de 15, 30 e 60 dias, uma vez que, a remodelação óssea depende da quantidade de osso cortical formado. Nos coelhos o osso cortical é remodelado após 2 meses, pois, o pico de ósteons secundários ocorre entre 8 e 10 semanas<sup>64</sup>.



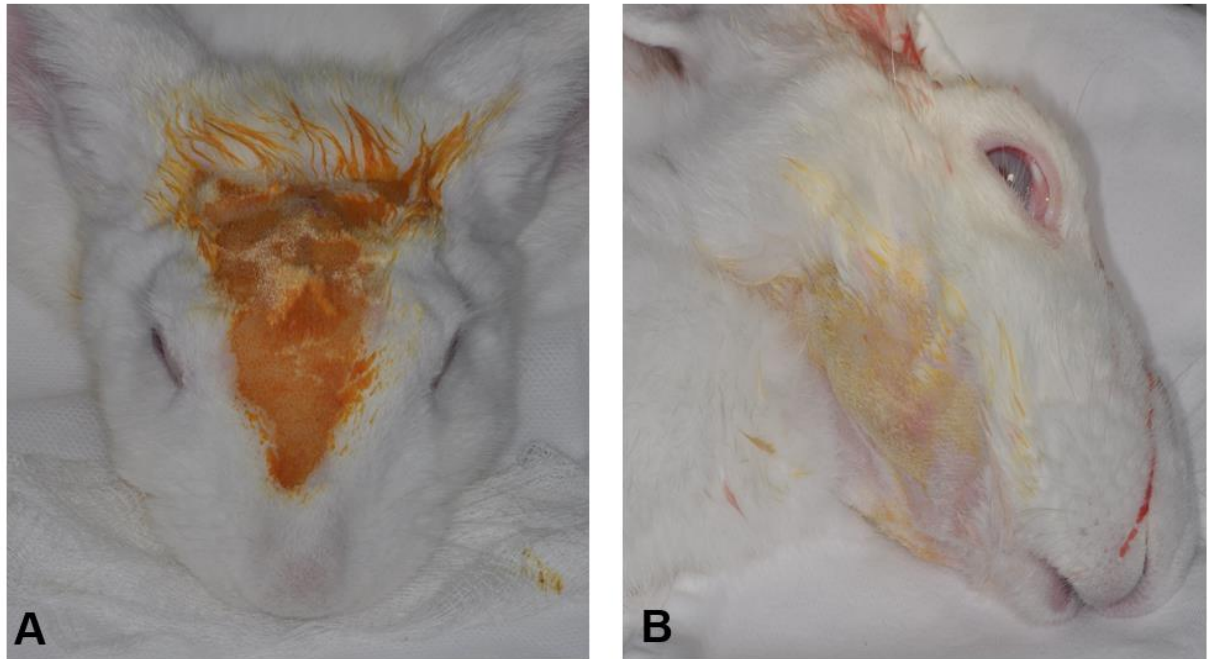
A localização da região da remoção dos blocos de enxerto (direita: anterior ou posterior, ou esquerda: anterior ou posterior), e o tipo de instrumental utilizado para remoção, foram escolhidos por randomização, a partir de sorteios, realizados por meio de envelope com o nome dos grupos. O preparo do leito receptor também foi escolhido aleatoriamente por meio de sorteio em envelopes.

Os animais foram mantidos no biotério da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, em gaiolas individuais com ambiente climatizado, e alimentados com ração e água à vontade.

## **2.2 Procedimento Cirúrgico**

Os animais ficaram em jejum pré-operatório durante 8 horas, em seguida, foram anestesiados com 50 mg/kg de Ketamina (Dopalen® Ceva santé Animale, Paulínia, SP, Brazil) e 5 mg/kg de cloridrato de xilazina Rompum®, Bayer, São Paulo, SP, Brazil) via intramuscular<sup>65-68</sup>. Com os animais devidamente anestesiados, realizou-se a tricotomia e antissepsia com iodopovidona 10% (Riodene®, Rioquímica, São José do Rio Preto, SP, Brazil) das calotas e da mandíbula<sup>65-68</sup>. (Figura 1). Para auxílio da hemostasia e analgesia, os animais também foram anestesiados localmente com cloridrato de mepivacaína (Mepiadre 100®, Nova DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brazil)<sup>65-68</sup>, tanto na calota quanto na mandíbula.

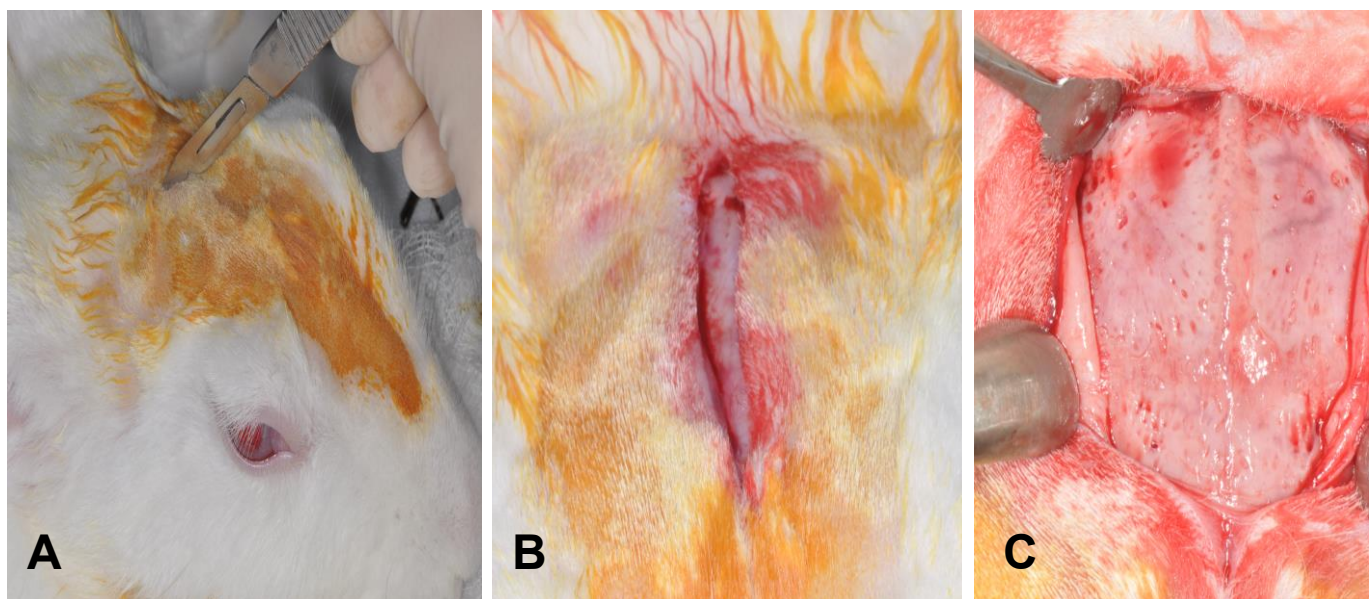
**Figura 1 - Tricotomia e antissepsia da região de calota (A); tricotomia e antissepsia da região de mandíbula (B)**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Efetuada as anestésias, uma incisão linear mediana na calota foi realizada entre o osso frontal e o osso parietal (Figura 2). Após o descolamento, foi possível a realização de osteotomias bilaterais<sup>69-71</sup>.

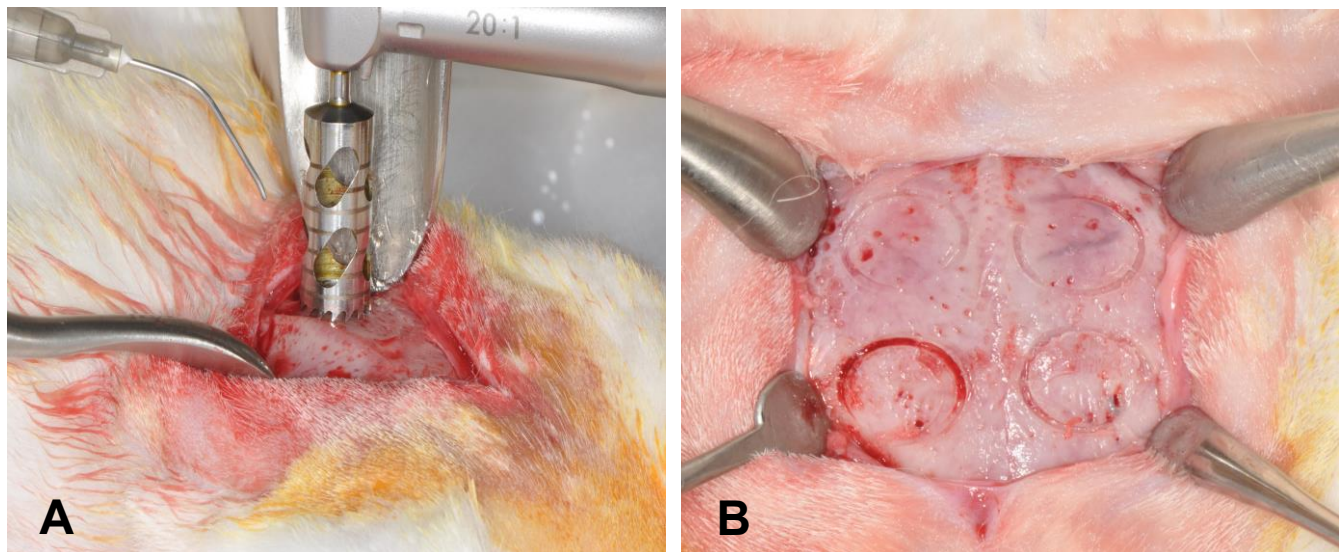
**Figura 2 - Realização de incisão em calota craniana (A); incisão mediana em calota craniana entre ossos frontal e parietal (B); descolamento e visualização de calota craniana (C)**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Para padronização de tamanho e forma circular de cada bloco ósseo, utilizou-se uma broca trefina 7mm (Dentstcher®, Ribeirão Preto, SP, Brazil), em baixa rotação, a fim de, realizar uma marcação superficial das áreas de remoção dos enxertos (Figura 3).

**Figura 3 - Delimitação de área para remoção de blocos ósseos por trefina de 7mm (A e B)**

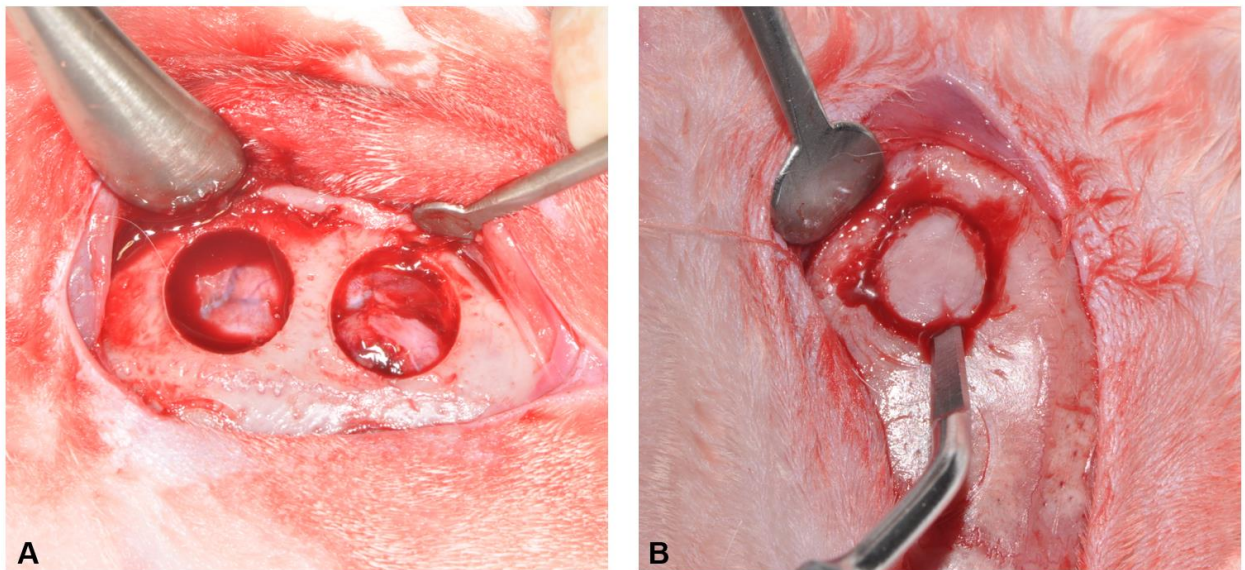


Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Dois blocos ósseos foram removidos com a mesma trefina, conectada ao contra-ângulo 20:1 redutor (KaVo do Brazil Ind. Com. Ltd®, Joinville, Santa Catarina, Brazil), na velocidade de 800 rotações por minuto, sob irrigação constante de soro fisiológico (Solução fisiológica 0,9%, Sanobiol®, Pouso Alegre, MG, Brazil) (Figura 4-A). Os outros dois blocos foram removidos utilizando a piezocirurgia (Piezosonic, Driller®, Carapicuíba, SP, Brazil) e sua ponta ultrassônica ES009L (Driller®, Carapicuíba, SP, Brazil), também sob intensa irrigação de soro fisiológico (Solução fisiológica 0,9%, Sanobiol®, Pouso Alegre, MG, Brazil) (Figura 4-B). Após a osteotomia os blocos foram removidos com auxílio de descolador do tipo Molt (Quinelato, Rio Claro, SP, Brazil).

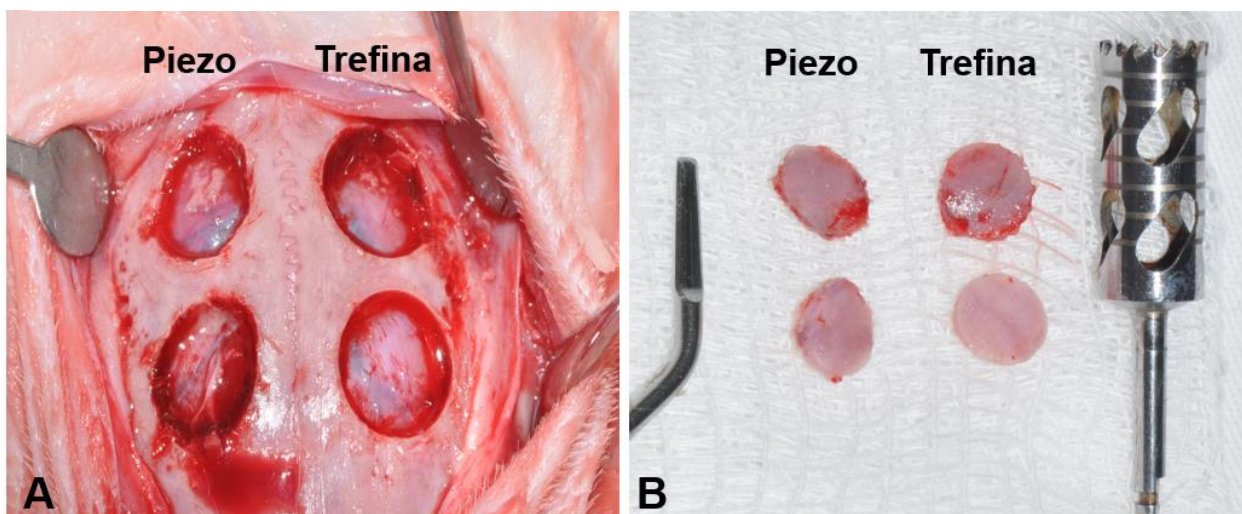


**Figura 4 - Área de remoção dos blocos ósseos por broca trefina 7mm (A); bloco ósseo sendo preparado por piezocirurgia (B)**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Figura 5 - Área de remoção dos blocos ósseos por piezocirurgia e broca trefina (A), blocos ósseos removidos por piezocirurgia e broca trefina 7mm (B).**

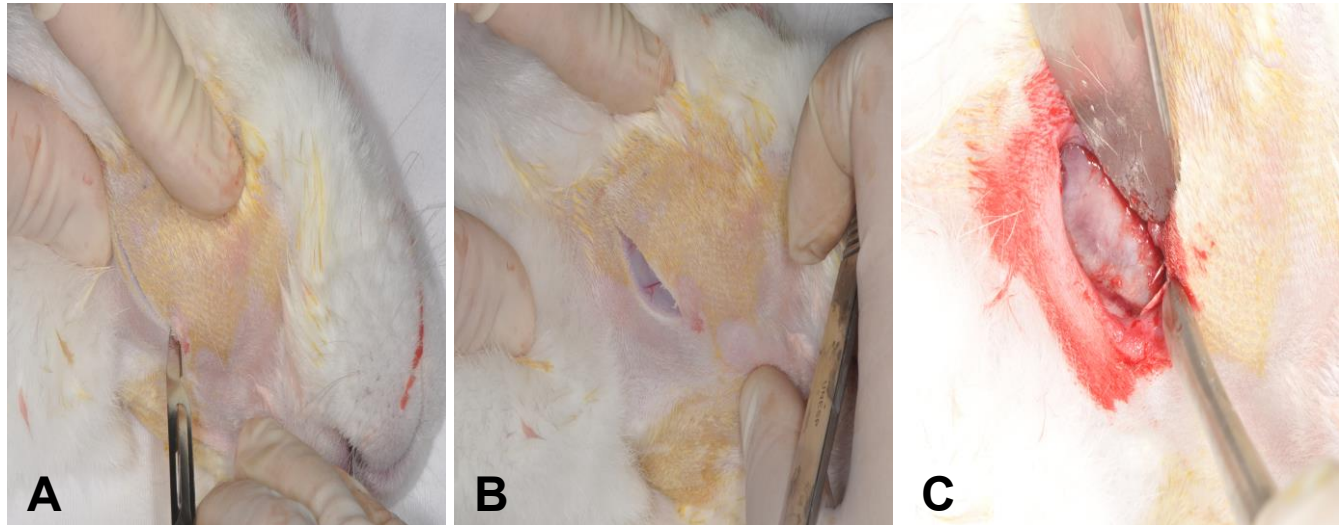


Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Os blocos ósseos permaneceram imersos em soro fisiológico, até que o leito receptor da mandíbula estivesse preparado para receber o bloco de enxerto.

Após a remoção dos blocos ósseos da calota craniana, realização da tricotomia, antissepsia e analgesia da área do leito receptor, foi feita uma incisão em ângulo da mandíbula, seguido por descolamento, para exposição do osso mandibular, bilateralmente (Figura 6).

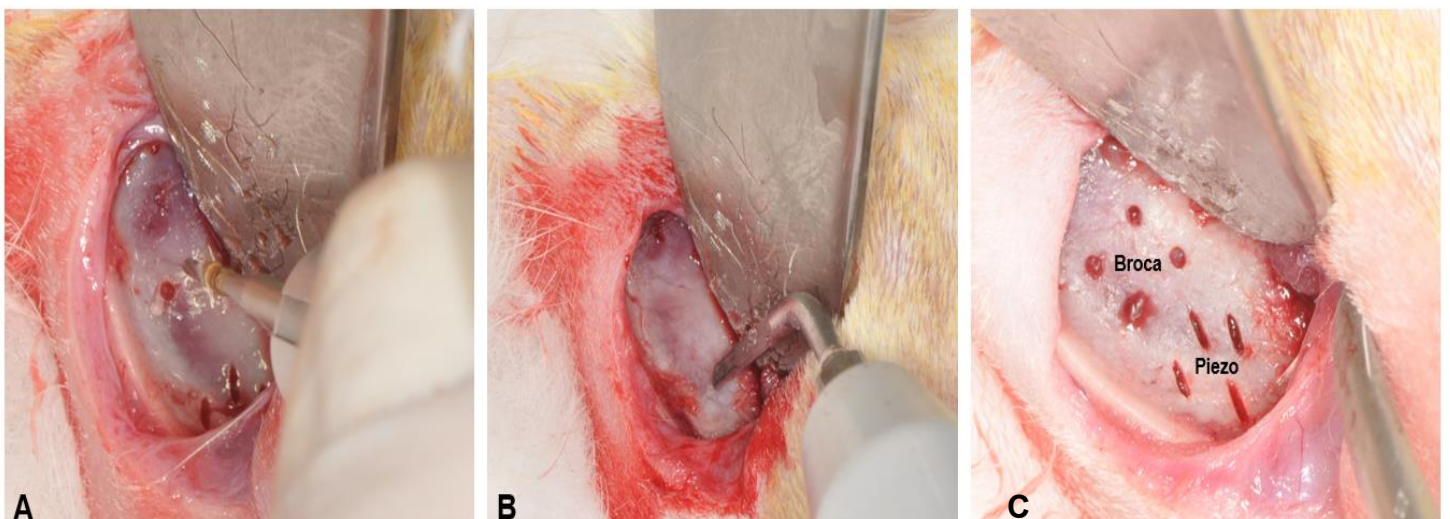
**Figura 6 - Incisão no ângulo da mandíbula (A e B); descolamento para exposição do osso mandibular**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Duas áreas foram preparadas para fixação de dois blocos ósseos, uma anterior e outra posterior. Uma delas foi preparada por broca rotatória (Broca carbide cirúrgica nº702, Prima Dental by Angelus®, Londrina, PR Brazil) (Figura 7-A e C), e outra por piezocirurgia (Piezosonic, Driller®, Carapicuíba, SP, Brazil) com ponta ultrassônica ES009L (Driller®, Carapicuíba, SP, Brazil) (Figura 7-B e C).

**Figura 7 - Preparo do leito receptor por broca rotatória (A); preparo do leito receptor por piezocirurgia (B); leitos preparados por broca rotatória e piezocirurgia (C)**

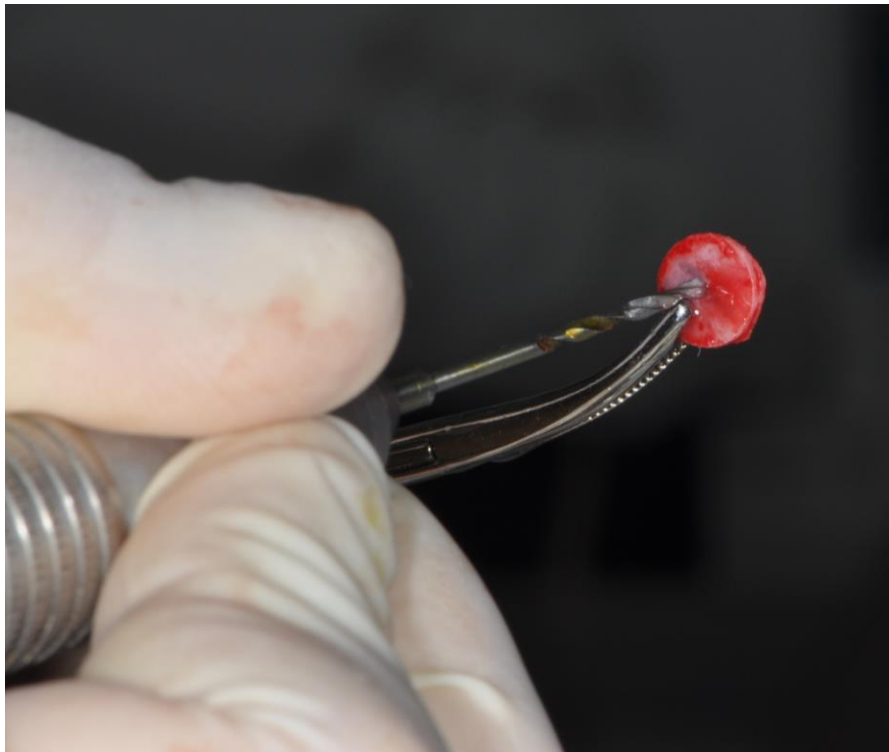


Fonte: Elaborada pela autora, 2024



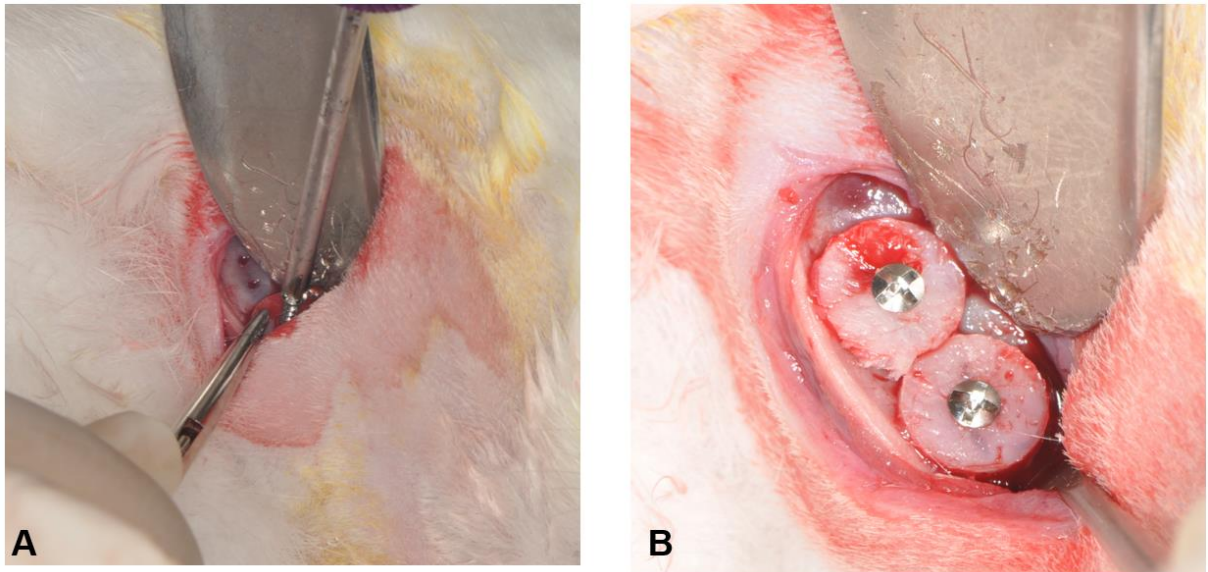
Para fixação do enxerto ósseo, foi realizada a fresagem do bloco ósseo e com fresa de diâmetro 1,1 (Emfils®, Itu, SP, Brazil) (Figura 8), em seguida, o bloco ósseo foi fixado ao leito receptor através de um parafuso de titânio 1,5mm x 8mm (Neodent®, Curitiba, PR, Brazil) (Figura 9). As mandíbulas direita e esquerda foram submetidas ao mesmo procedimento.

**Figura 8 - Fresagem do bloco ósseo por fresa diâmetro 1,1**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

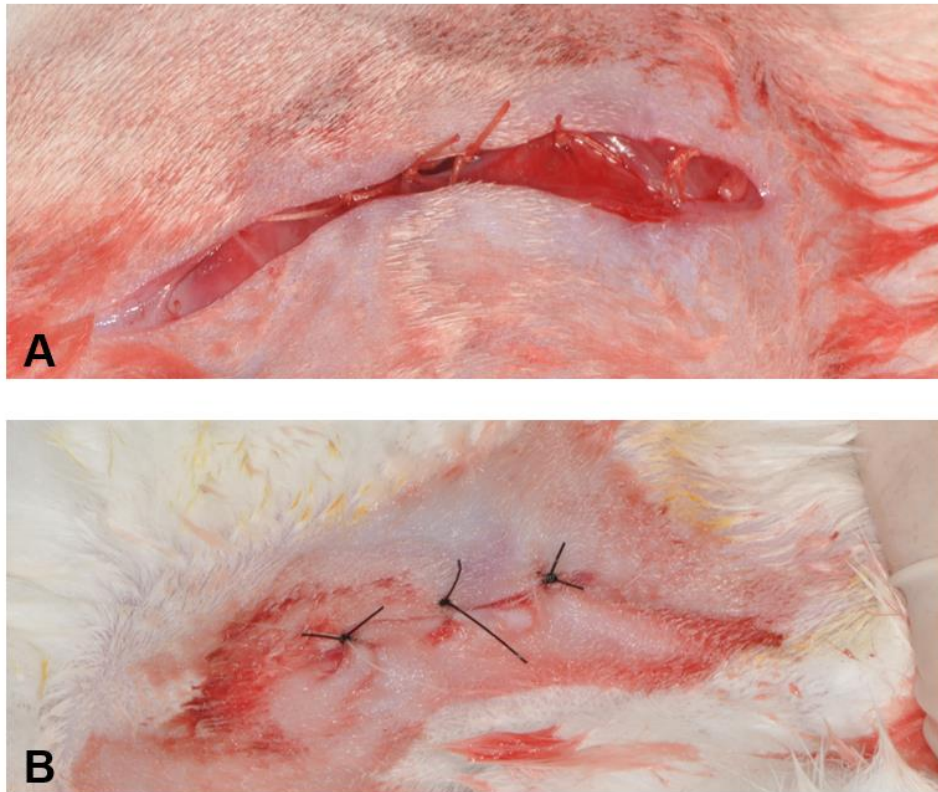
**Figura 9 – Instalação do parafuso de fixação 1,5mm x 8mm (A); blocos ósseos fixados ao leito receptor (B)**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Por fim, foi realizada a sutura por planos região de mandíbula (Figura 10), primeiramente pelo plano muscular, com fio reabsorvível, vicryl 4.0 (Johnson & Johnson, São Paulo, SP, Brazil), subsequente o plano epitelial com fio de nylon 5.0 (Shalon, Goiânia, GO, Brazil).

**Figura 10 - Sutura do plano muscular da mandíbula (A); sutura do plano epitelial da mandíbula (B)**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

### **2.3 Armazenamento das Peças**

Após eutanásia, as mandíbulas foram coletadas para análise de formação óssea na interface osso/enxerto. Para sua fixação, ficaram emergidas em solução de formol 10% durante 48 horas, em seguida, as peças foram lavadas por 24 horas em água corrente.

As peças selecionadas para análise histológica ficaram submersas em EDTA, onde a troca da solução era realizada semanalmente, até sua completa descalcificação. Realizou-se a desidratação das peças seguindo a sequência de álcoois (álcool 90% - 1 hora; álcool 95% - 1 hora; três sequências de álcool 100% - 1 hora cada; álcool mais xilol – 30 minutos) e xilol (xilol I – 45 minutos e xilol II – 45 minutos), para que fosse possível a inclusão das mesmas em parafina.

Com as peças já incluídas em parafina, foi realizada a remoção do parafuso de fixação do enxerto, seguida pela reinclusão das peças, para que fosse possível a



produção de cortes histológicos de 5  $\mu\text{m}$  de espessura pelo micrótomo, e posteriormente, a confecção de lâminas histológicas, e sua coloração por hematoxilina e eosina (HE).

Para análise microtomográfica, após a fixação, e lavagem em água corrente, as peças foram armazenadas em álcool 70%.

## **2.4 Análise Histológica e Histométrica**

Seguida a coloração por HE, as lâminas foram analisadas pelo microscópio óptico (Leica® DMLB, Suíça), com captação de imagem pela câmera (Leica® DC 300F Microsystems Ltda., Suíça), conectada a um computador com software analisador de imagens (ImageLab 2000, Software de Processamento e Análise de Imagens, Canadá), para que as áreas de interesse fossem capturadas e posteriormente analisadas<sup>65-68</sup>.

Uma análise histológica qualitativa foi realizada a partir das imagens adquiridas. A análise histométrica foi realizada considerando a área de interface enxerto/leito receptor, com objetivo de analisar áreas de neoformação de tecido ósseo e conjuntivo, e contagem de células presentes (osteoblastos, osteoclastos e osteócitos)<sup>68</sup>. Para o cálculo histométrico das áreas de tecido ósseo e tecido conjuntivo na interface osso/enxerto, o programa Image J (versão 1.51, National Institute of Health, Bethesda, Maryland, EUA), foi calibrado para utilização de pixels como medida padrão, na ferramenta “set scale”, e com a ferramenta “freehands”, foi realizada a contagem das áreas. Para a análise histométrica pra contagem de células (osteoblastos, osteoclastos e osteócitos), foram capturadas imagens das lâminas com uma objetiva de aumento 100x. Utilizando mais uma vez o programa Image J, foi sobreposta uma imagem em grade com dez linhas paralelas e 100 pontos em área, apenas os pontos coincidentes foram considerados na contagem<sup>72,73</sup>.

## 2.5 Análise Imunoistoquímica

Foram utilizadas as lâminas confeccionadas com cortes de 5  $\mu$ m, porém sem estarem coradas por HE.

A análise imuno-histoquímica foi realizada pelo mesmo avaliador desconhecendo os grupos que seriam avaliados<sup>74</sup>.

Como anticorpos primários foram utilizados a proteína osteocalcina (OCN)<sup>74,75</sup>, e enzima de lisossômica fosfatase ácida resistente a tartarato (TRAP)<sup>74,75</sup>. O anticorpo secundário utilizado foi o anti-cabra biotinilado, produzido em burro<sup>74</sup>. O sinal da reação foi ampliado pelo sistema Streptavidina-Biotina, e a reação foi revelada pela diaminobenzidina, utilizada como cromógeno<sup>74,75</sup>.

Para verificar a expressão das proteínas, foram considerados os scores: negativo (-), positivo (+), superpositivo (++) e hiperpositivo (+++) <sup>74</sup>. Para facilitar a comparação, os scores, foram convertidos em frequências percentuais 0%, 20% (10% a 30%), 60% (50% a 70%) e 90% (80% a 100%)<sup>74</sup>.

## 2.6 Análise Microtomográfica

As peças foram analisadas pelo microtomógrafo SkyScan (SkyScan 1176 Bruker MicroCT, Aatselaar, Bélgica, 2003), localizado na Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, para avaliação do reparo ósseo (volume ósseo (BV), porcentagem de volume ósseo (BV/TV), espessura do trabeculado ósseo (Tb.Th). separação e número de trabéculas (Tb.Sp e Tb.N) e porosidade (Po.tot). Foram escaneados cortes de 13  $\mu$ m de espessura (50 Kv e 500 $\mu$ ), com filtro de alumínio de 1mm. As imagens foram reconstituídas determinando a área de interesse pelo software NRecon (SkyScan, 2011; Versão 1.6.6.0). No software Data Viewer (SkyScan, Versão 1.4.4 64-bit) as imagens foram reconstituídas para adequação do posicionamento padrão para todas as amostras, podendo ser observada em três planos, transversal, longitudinal e sagital, o plano transversal foi o escolhido para nossas amostras. Em seguida, utilizando o software CTAnalyser- CTAn (2003-11SkyScan, 2012 Bruker MicroCT Versão 1.12.4.0) foi definida a área de interesse para avaliação tridimensional, e avaliação de 320 slices. O software CTAn analisa e

mede a imagem de acordo com a escala de cinza (threshold). O threshold utilizado na análise foi de 40-1365 tons de cinza, que possibilitará obter o volume de osso formado na interface enxerto/leito receptor.

## **2.7 Análise Estatística**

Todos os dados coletados foram organizados e tabulados em planilhas do programa Microsoft Office Excel. A análise estatística comparativa foi realizada pelo programa SigmaPlot 12.0 (Systat Software, San Jose, CA, EUA).

Para as análises histométricas foram realizados o teste de Shapiro-Wilk, para distinção dos dados paramétricos e não paramétricos, seguido pelo Two-Way (ANOVA) para verificação da influência dos fatores na resposta, e procedimento de múltipla comparação para isolar qual grupo difere do outro, seguido pelo pós teste de Tukey. Todos os testes foram realizados com nível de significância de  $p < 0,05$ .

Para análise microtomográfica foi realizado o teste de normalidade (Shapiro-Wilk), seguido pelo Two-Way (ANOVA) e pós teste de Tukey, para avaliação dos dados paramétricos de reparo ósseo (volume ósseo (BV), porcentagem de volume ósseo (BV/TV), espessura do trabeculado ósseo (Tb.Th). separação e número de trabéculas (Tb.Sp e Tb.N) e porosidade (Po.tot). Todos os testes foram realizados com nível de significância de  $p < 0,05$ .

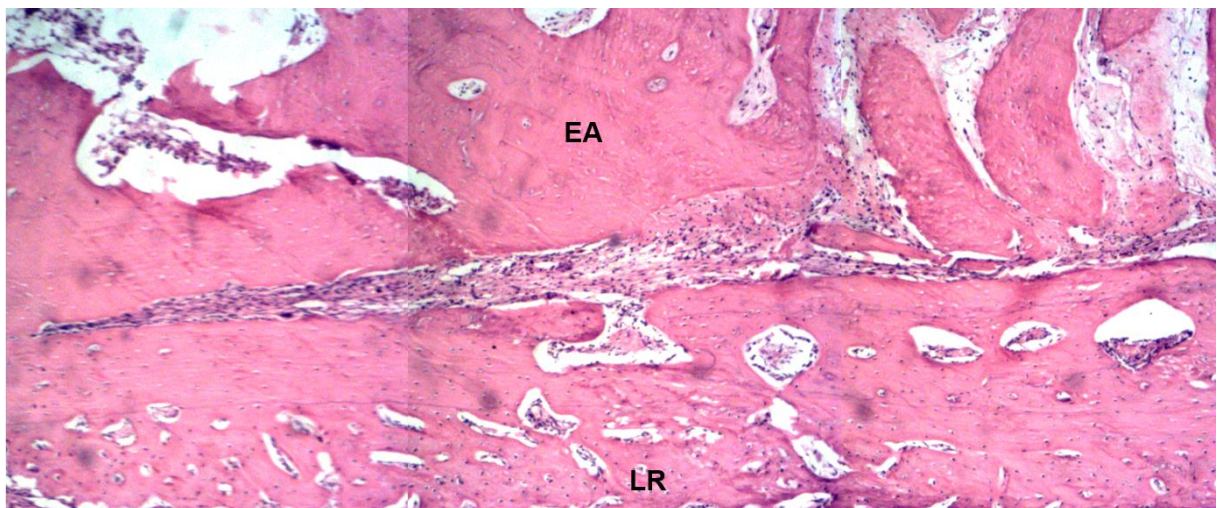
### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Análise Histológica e Histométrica

No período de 15 dias, todos os grupos apresentaram o bloco de enxerto autógeno (EA) posicionado sobre o leito receptor (LR).

O Grupo Rotatório quando analisado sobre aumento de 40x apresenta, trabécula óssea neoformada de média espessura na interface EA/LR circundada por tecido conjuntivo com presença de fibroblastos. Exibindo áreas de revascularização, principalmente no LR, e EA pouco celularizado (Figura 11).

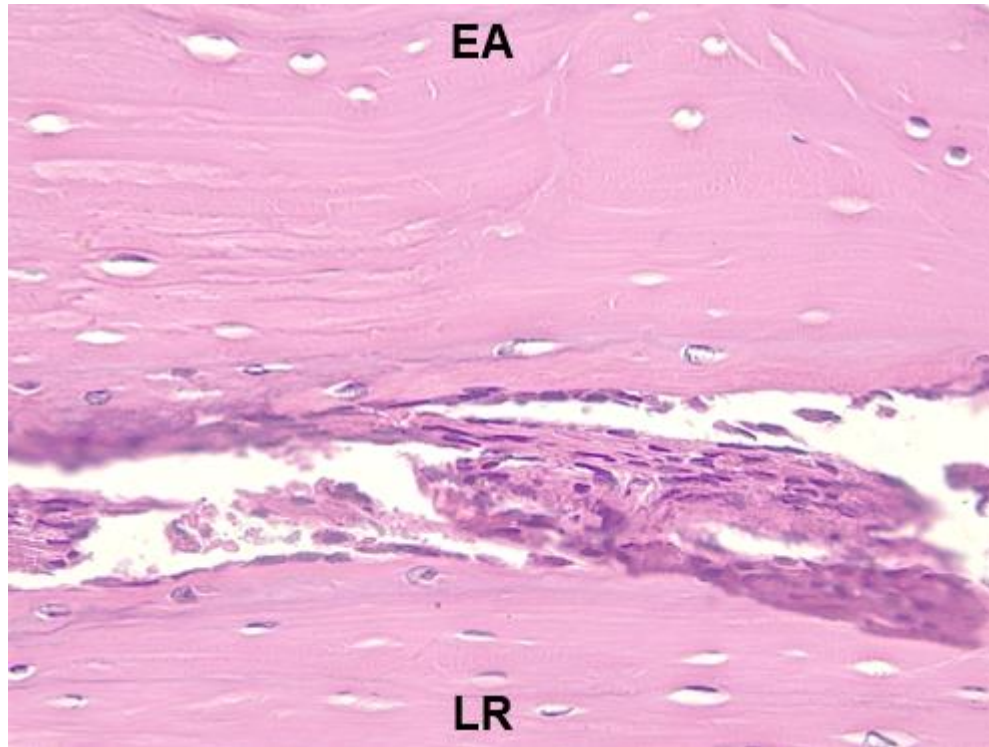
**Figura 11 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório aos 15 dias, aumento de 40x**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

No aumento de 100x o Grupo Rotatório EA apresenta osteócitos vitais, apesar de, também, conter osteócitos não vitais. Além disso, observa-se osteoblastos em sua extremidade, e osteoclastos. Quanto ao LR, exibe osteoclastos e osteócitos vitais. Na interface EA/LR há formação de tecido conjuntivo com intensa proliferação de fibroblastos (Figura 12).

**Figura 12 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório aos 15 dias, aumento de 100x**

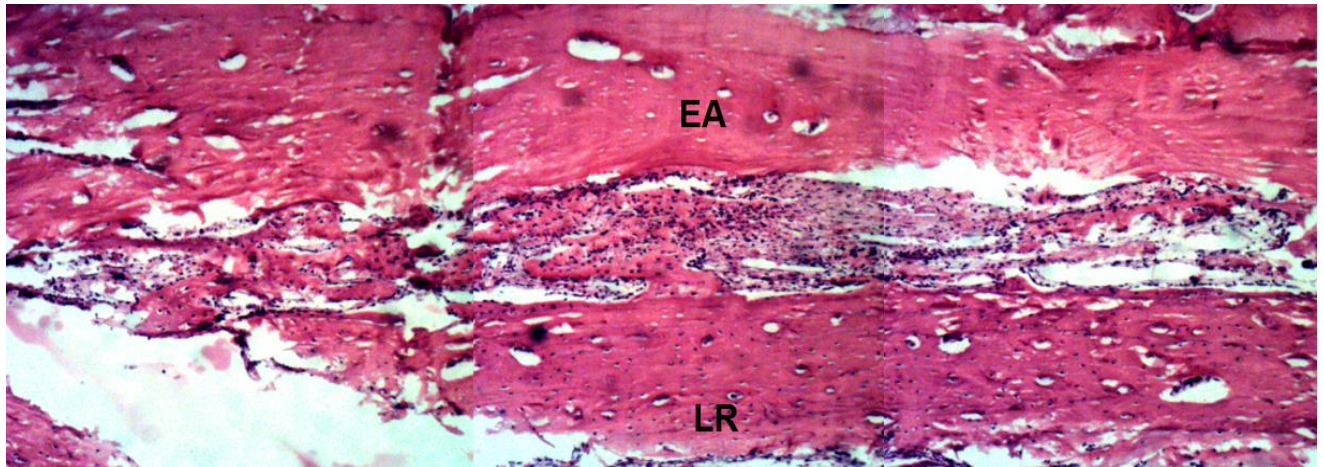


Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Ao aumento de 40x o Grupo Rotatório Piezo, quanto a área do EA apresenta tecido ósseo celularizado e vascularizado. Ao longo da interface EA/LR, exhibe neoformação de espessas trabéculas ósseas, circundadas por edemaciado tecido conjuntivo celularizado, rico em fibroblastos. Leito receptor denota maior celularização em comparação ao EA, igualmente vascularizado (Figura 13).



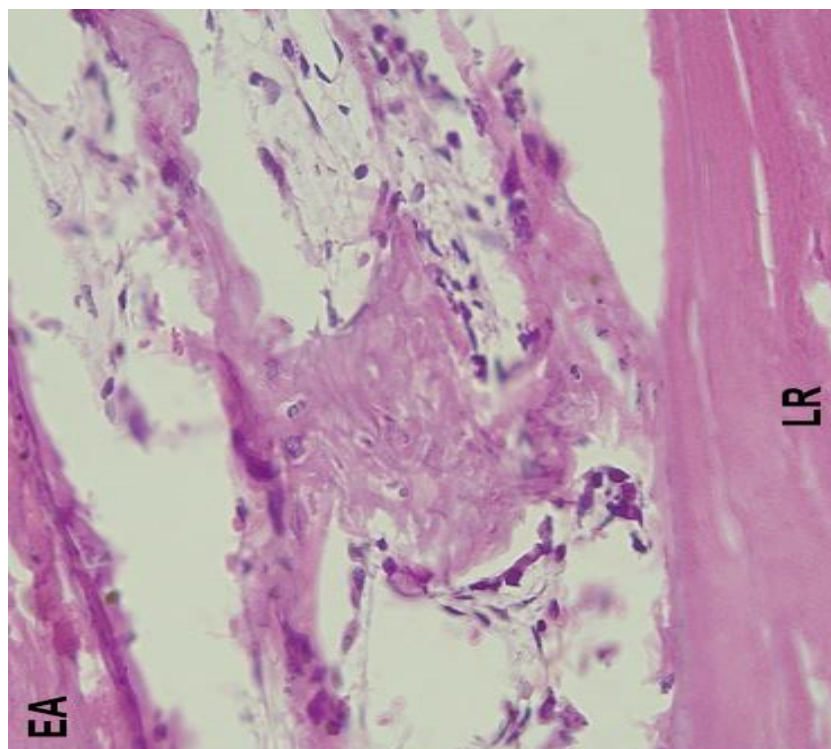
**Figura 13 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório Piezo aos 15 dias, aumento de 40x**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Ao aumento de 100x Grupo Rotatório Piezo, apresenta trabécula óssea neoformada na interface EA/LR sem viabilidade celular, envolta por tecido conjuntivo vascularizado e celularizado por fibroblastos (Figura 14).

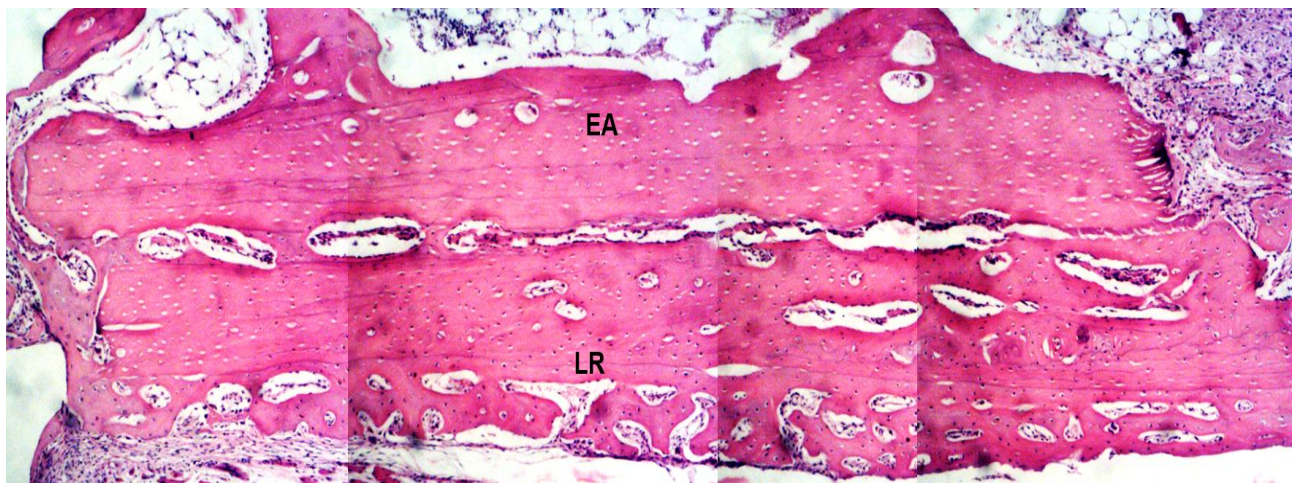
**Figura 14 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório Piezo aos 15 dias, aumento de 100x**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Ao aumento de 40x, o Grupo Piezo na região de EA detém de tecido ósseo celularizado, apesar de grande parte serem de células não vitais, havendo poucas áreas de vascularização. O leito receptor mostra tecido ósseo celularizado por células vitais, com maior presença de vasos sanguíneos. Contém trabéculas ósseas delgadas ao longo da interface EA/LR, delimitadas por tecido conjuntivo (Figura 15).

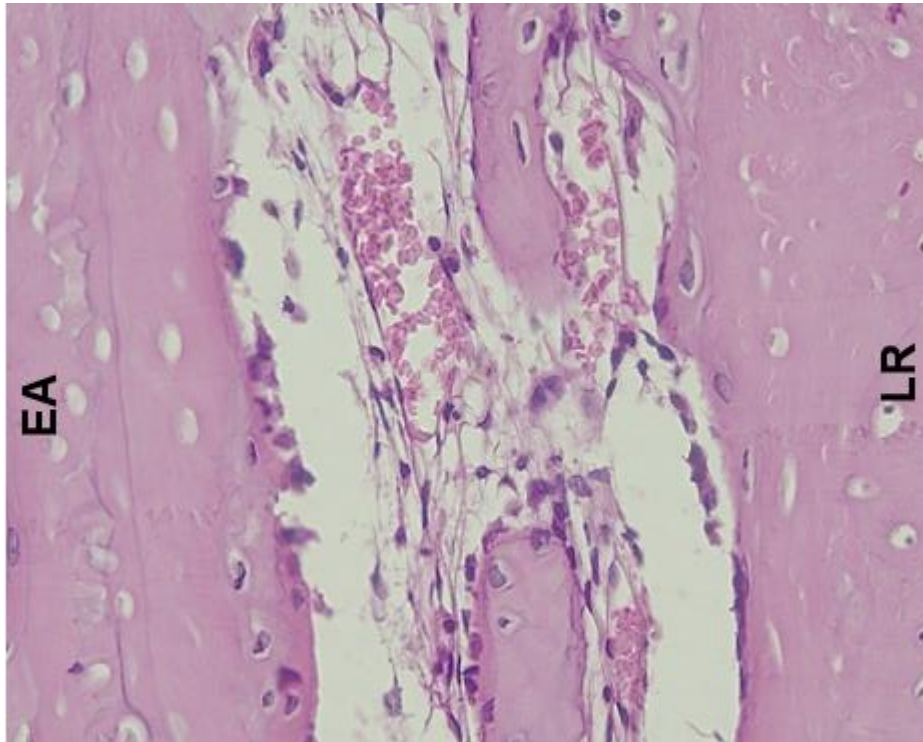
**Figura 15 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo aos 15 dias, aumento de 40x**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

No aumento de 100x foi possível observar que, o EA há grande presença de osteócitos não vitais, com osteoblastos em sua extremidade. Já o LR conforma-se de osteócitos vitais, e não vitais, com menos proliferação de osteoblastos. Interface EA/LR com neoformação de trabéculas ósseas de delgada espessura, circundadas por tecido conjuntivo celularizado (Figura 16).

**Figura 16 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo aos 15 dias, aumento de 100x**

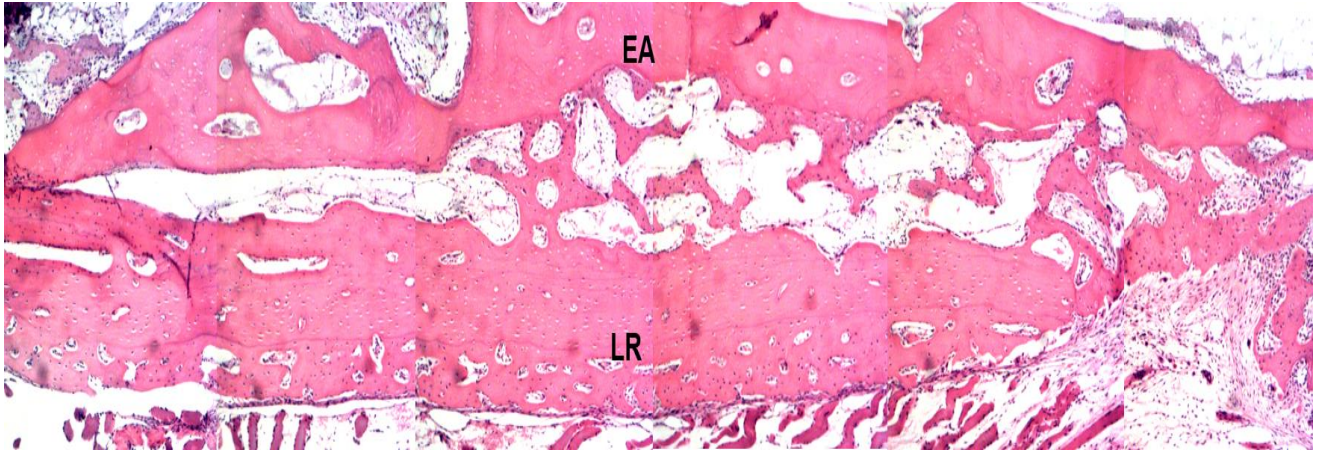


Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Grupo Piezo Rotatório na análise de aumento 40x, mostra EA com áreas de reabsorção óssea, sem vitalidade celular e pouco vascularizado. Leito receptor, celularizado, exibindo, em sua maioria, células vitais. A interface EA/LR mostra neoformação de trabéculas ósseas de média espessura, com células vitais, ao longo da região central da interface, com presença tecido conjuntivo e vasos sanguíneos (Figura 17).



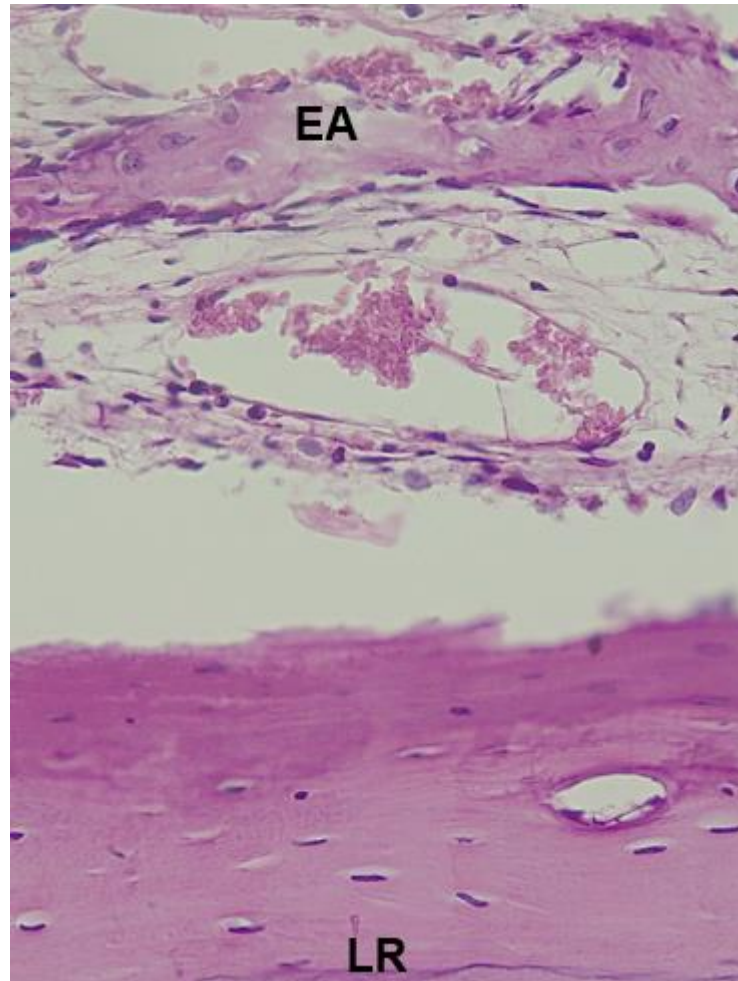
**Figura 17 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo Rotatório aos 15 dias, aumento de 40x**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Quando analisado no aumento de 100x, observa-se trabéculas ósseas na interface EA/LR com presença de osteócitos vitais, e osteoblastos em sua extremidade. Leito receptor também apresenta osteócitos vitais, e vaso sanguíneo (Figura 18).

**Figura 18 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo Rotatório aos 15 dias, aumento de 100x**

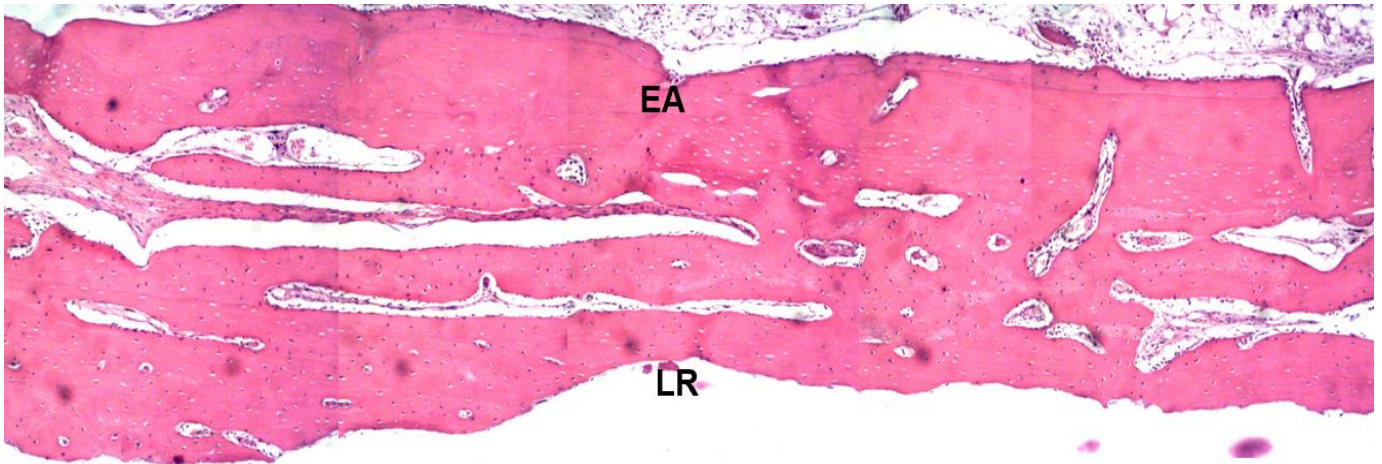


Fonte: Elaborada pela autora, 2024

No período de 30 dias todos os grupos apresentam remodelação do EA, contudo, apenas os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo e Piezo exibiram sinais de incorporação do EA ao LR.

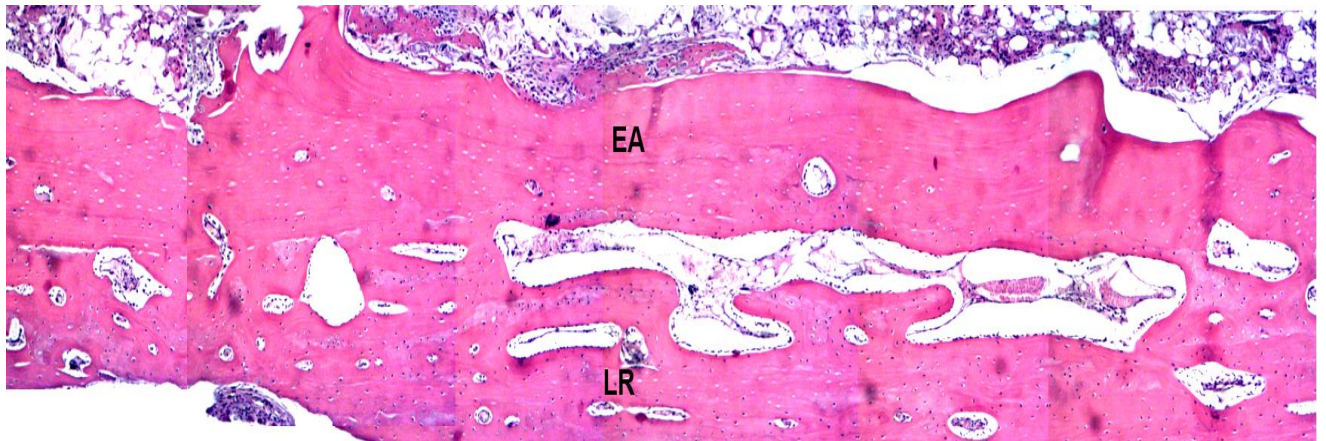
Grupo Rotatório e Grupo Rotatório Piezo, apresentam grande semelhança na interpretação de suas lâminas histológicas, ao aumento de 40x. Sendo assim, EA evidencia-se vascularizado, com regiões preenchidas por células sem vitalidade, entretanto, na área de junção do EA com a interface EA/LR denota-se proliferação de células vitais. Interface EA/LR preenchida por trabéculas ósseas de densa espessura, com vasos sanguíneos e intensa proliferação celular vital. Leito receptor ao seu longo mostra-se bastante celularizado e vascularizado (Figura 19 e Figura 20).

**Figura 19 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório aos 30 dias, aumento de 40x**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Figura 20 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório Piezo aos 30 dias, aumento de 40x**

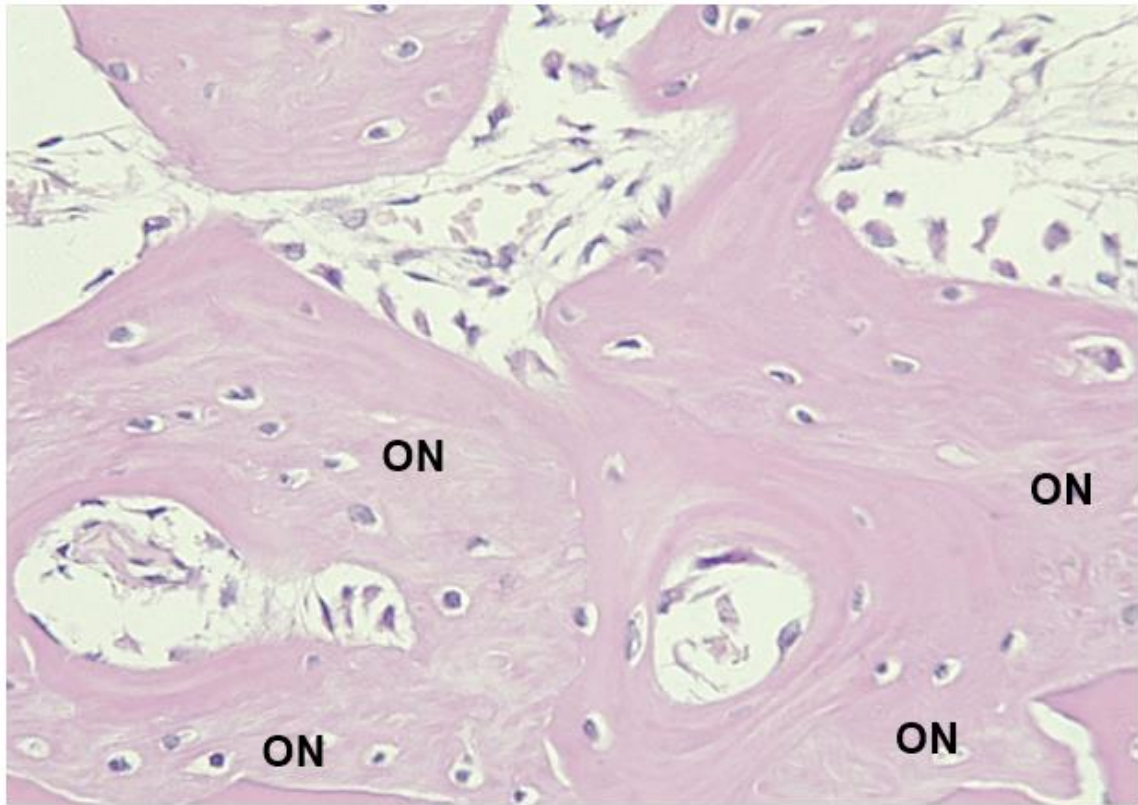


Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Na análise de aumento 100x, o Grupo Rotatório apresenta as trabéculas ósseas presentes na interface EA/LR incorporadas ao EA e LR, exibindo grande quantidade de osteócitos vitais e maduros, e vasos sanguíneos, escassa manifestação de osteoblasto e tecido conjuntivo (Figura 21).



**Figura 21 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório aos 30 dias, aumento de 100x**

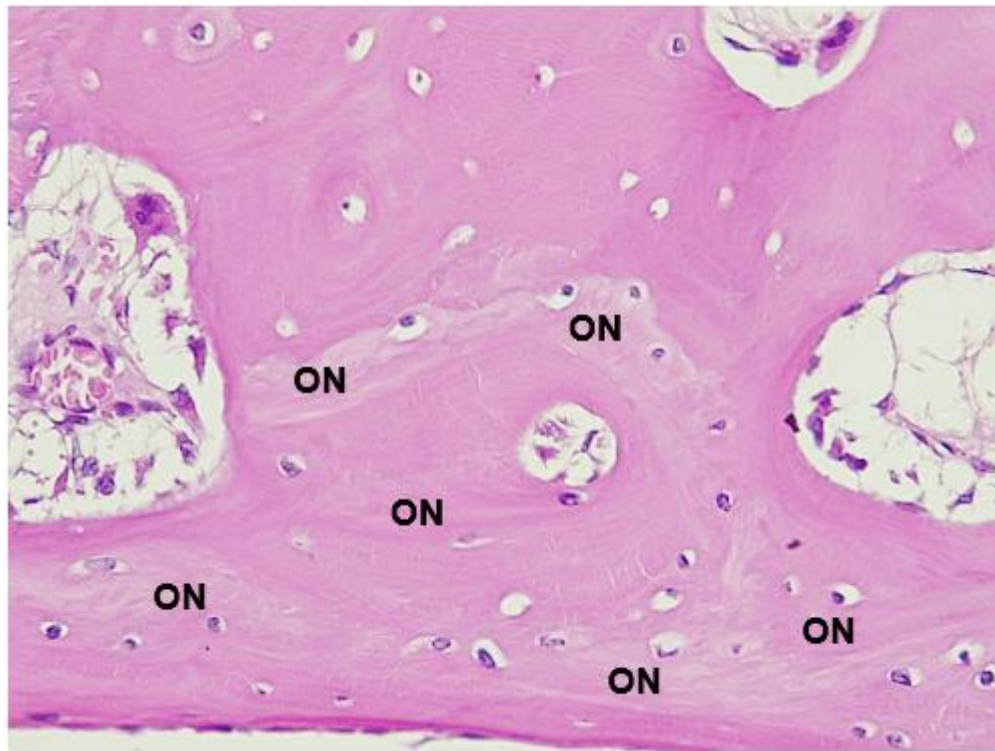


ON: tecido ósseo neoformado

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Ao aumento de 100x o Grupo Rotatório Piezo ressalta osteócitos vitais maduros, osteócitos vitais jovens, pouca quantidade de osteócitos sem vitalidade e osteoclastos, salientando boa vascularização, e rarefação de tecido conjuntivo (Figura 22).

**Figura 22 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório Piezo aos 30 dias, aumento de 100x**

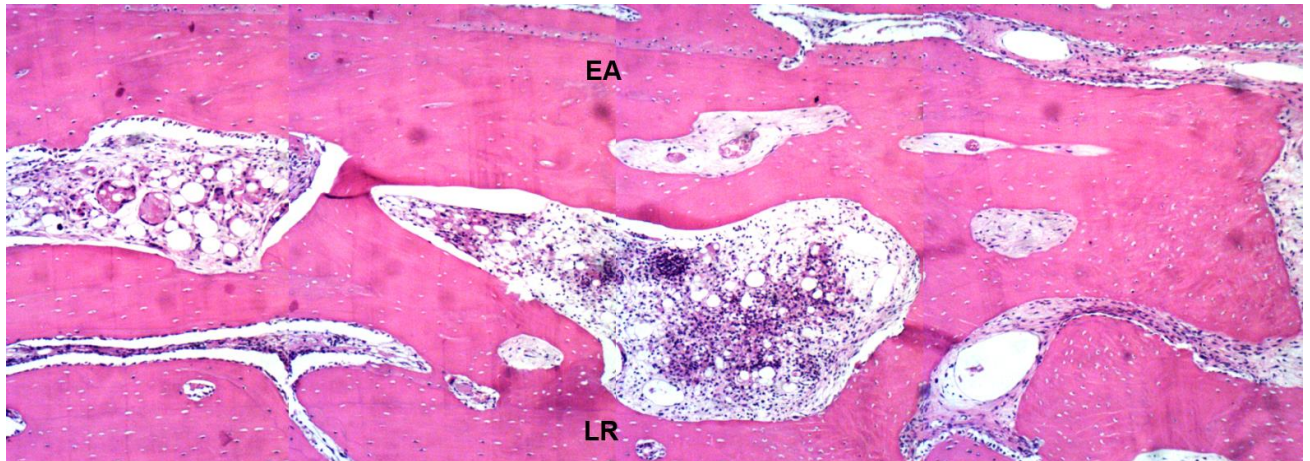


ON: tecido ósseo neoformado

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Grupo Piezo em sua análise ao aumento de 40x, demonstra EA vascularizado, preenchido majoritariamente por células não vitais, assim como, as trabéculas ósseas da interface EA/LR incorporadas ao EA e LR, e o próprio LR. Além disso, a interface EA/LR apresenta intensa proliferação de tecido conjuntivo celularizado. Presença de neoformação de trabéculas ósseas, apresentando vasos sanguíneos, osteócitos sem vitalidade e tecido conjuntivo (Figura 23).

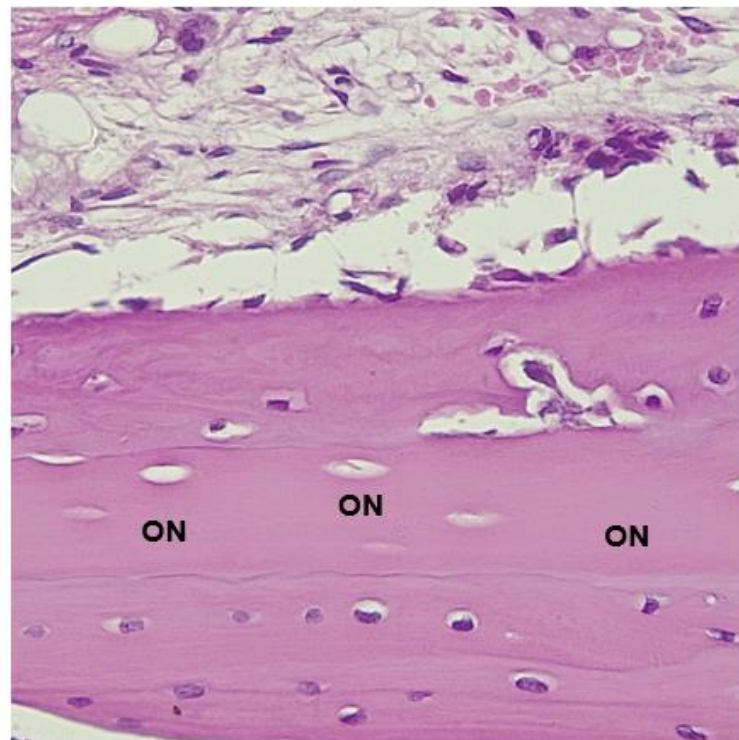
**Figura 23 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo aos 30 dias, aumento de 40x**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Trabécula óssea presente na interface EA/LR do Grupo Piezo ao aumento de 100x, exibindo osteoblastos em sua extremidade, vaso sanguíneo e uma maior presença de osteócitos vitais em comparação ao sem viabilidade (Figura 24).

**Figura 24 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo aos 30 dias, aumento de 100x**



ON: tecido ósseo neoformado

Fonte: Elaborada pela autora, 2024



Grupo Piezo Rotatório, foi o único grupo do período de 30 dias que não obteve sinais de incorporação do EA ao LR. Logo, a análise de aumento de 40x, demonstra EA remodelado e LR com grande presença de células não vitais, trabéculas ósseas neoformadas na interface EA/LR sem vitalidade, com intensa proliferação de tecido conjuntivo (Figura 25).

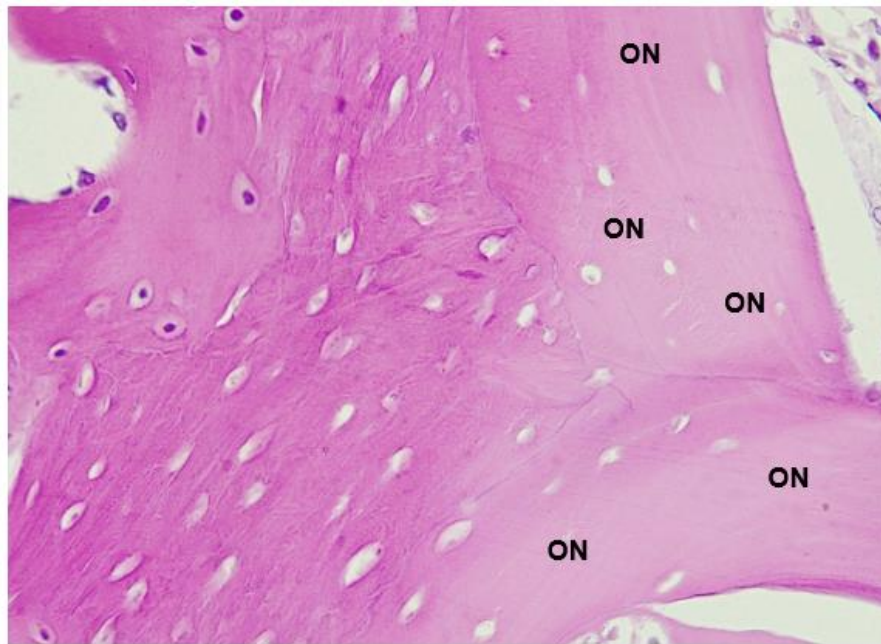
**Figura 25 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo Rotatório aos 30 dias, aumento de 40x**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Ao aumento de 100x, observa-se que o Grupo Piezo Rotatório apresenta trabécula óssea neoformada na interface EA/LR incorporado ao EA, predominantemente com presença de osteócitos não vitais (Figura 26).

**Figura 26 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo Rotatório aos 30 dias, aumento de 100x**

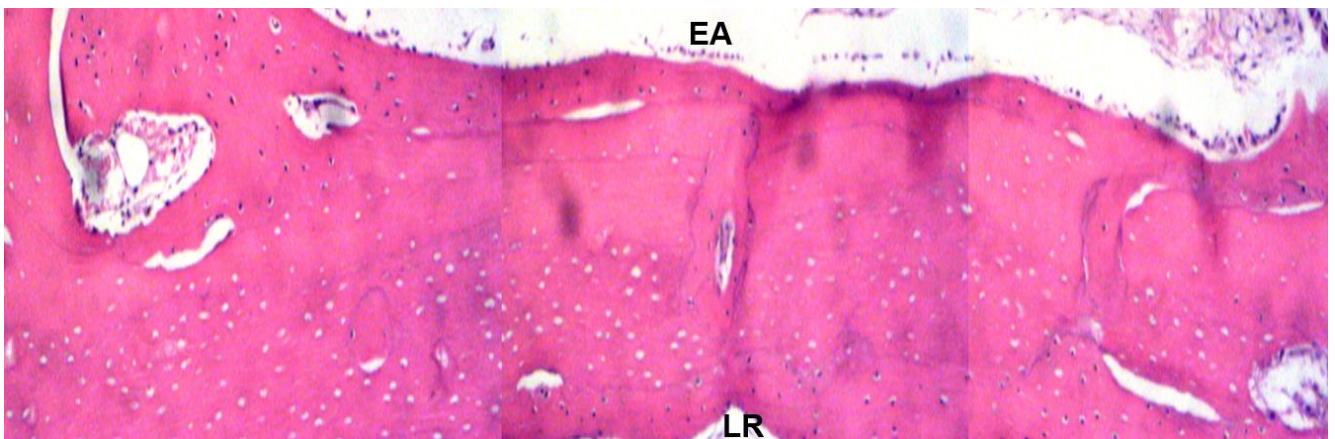


ON: tecido ósseo neoformado

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

No Grupo Rotatório ao aumento de 40x, pode-se observar o EA incorporado ao LR ao longo de toda extensão da interface EA/LR, com presença de vaso sanguíneo, osteócitos sem vitalidade, sem presença de tecido conjuntivo (Figura 27).

**Figura 27 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório aos 60 dias, aumento de 40x**

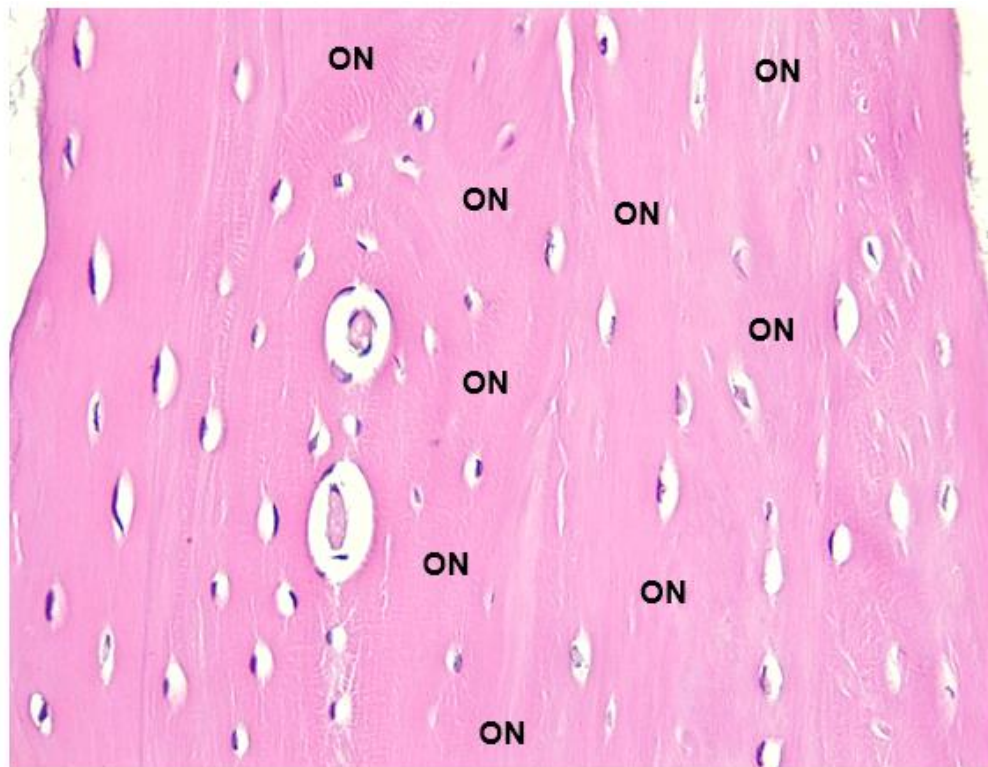


Fonte: Elaborada pela autora, 2024



Ao aumento de 100x, o Grupo Rotatório exibe tecido ósseo neoformado remodelado e em atividade, apesar de, apresentar osteócitos com lacuna vazia (Figura 28).

**Figura 28 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório aos 60 dias, aumento de 100x**

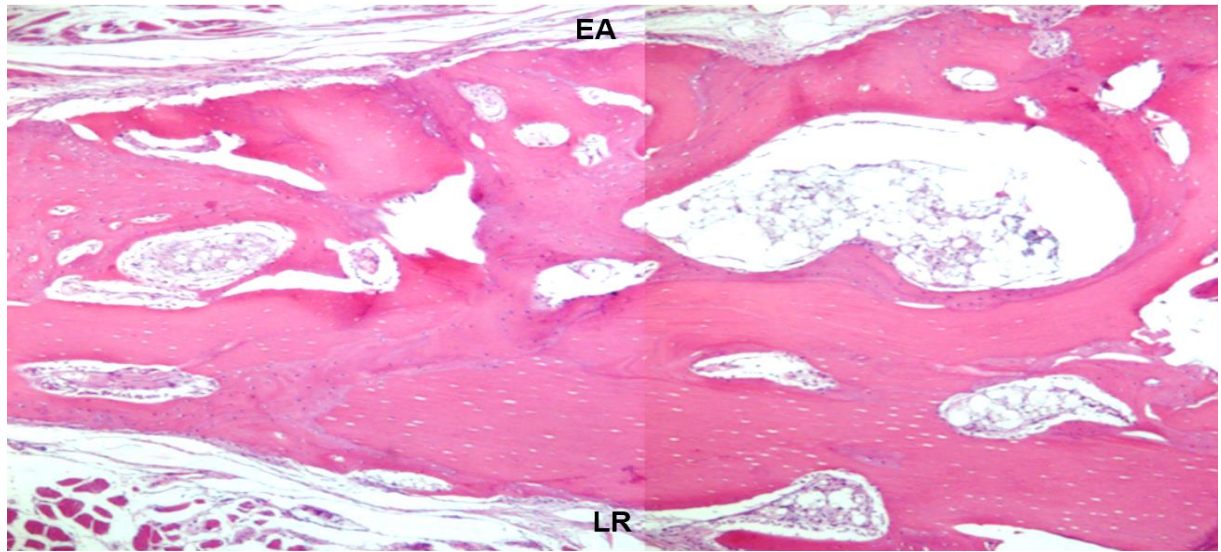


ON: tecido ósseo neoformado

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

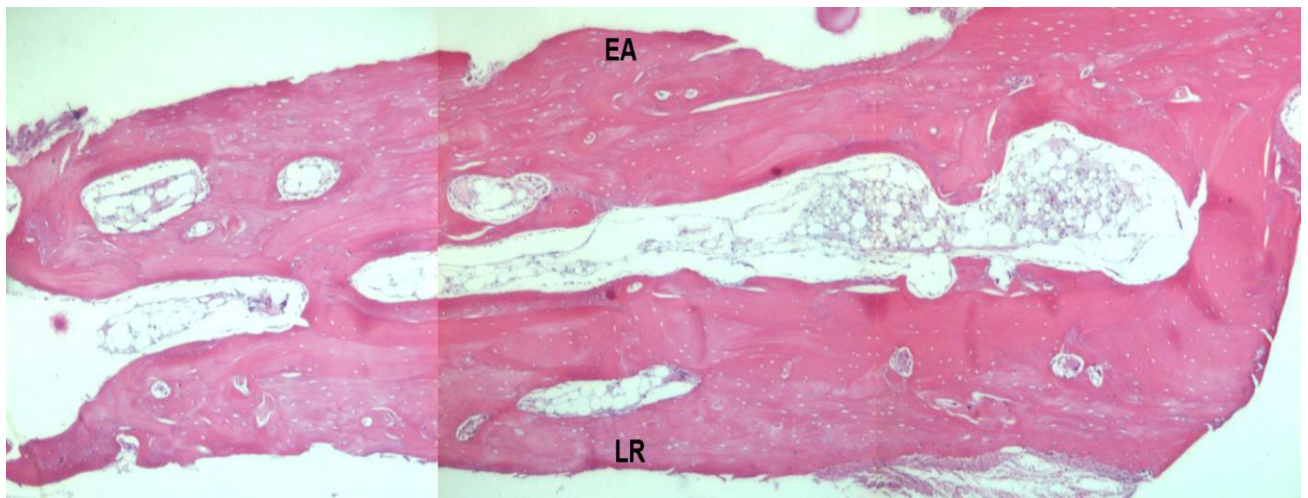
Grupo Rotatório Piezo e Grupo Piezo Rotatório, demonstram similaridade quanto a interpretação de suas lâminas histológicas, ao aumento de 40x. Em ambas pode-se observar o EA incorporado ao LR, vascularizado, com áreas de viabilidade celular, porém ao longo de toda extensão da interface EA/LR há proliferação de tecido conjuntivo, vasos sanguíneos, com predomínio de células sem vitalidade e áreas sem proliferação celular (Figura 29 e Figura 30).

**Figura 29 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório Piezo aos 60 dias, aumento de 40x**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

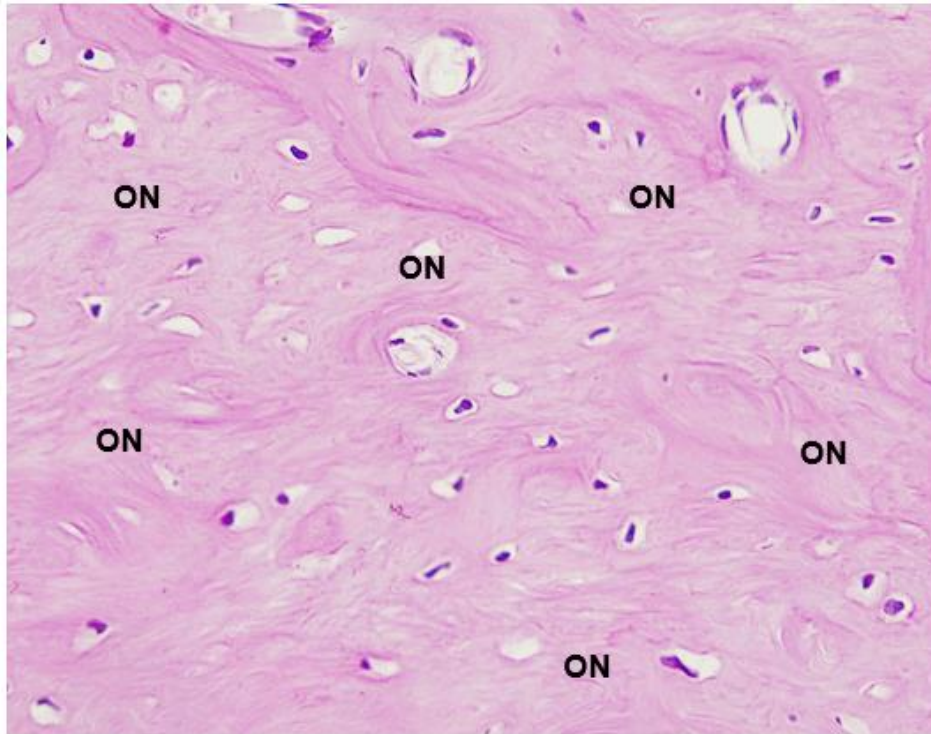
**Figura 30 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo Rotatório aos 60 dias, aumento de 40x**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Ao aumento de 100x, nota-se que o Grupo Rotatório Piezo mostra comparência preponderante de osteócitos vitais, seguido por ostécitos de lacuna vazia, e por fim, osteoclasto (Figura 31).

**Figura 31 - Ilustração da análise histológica Grupo Rotatório Piezo aos 60 dias, aumento de 100x**



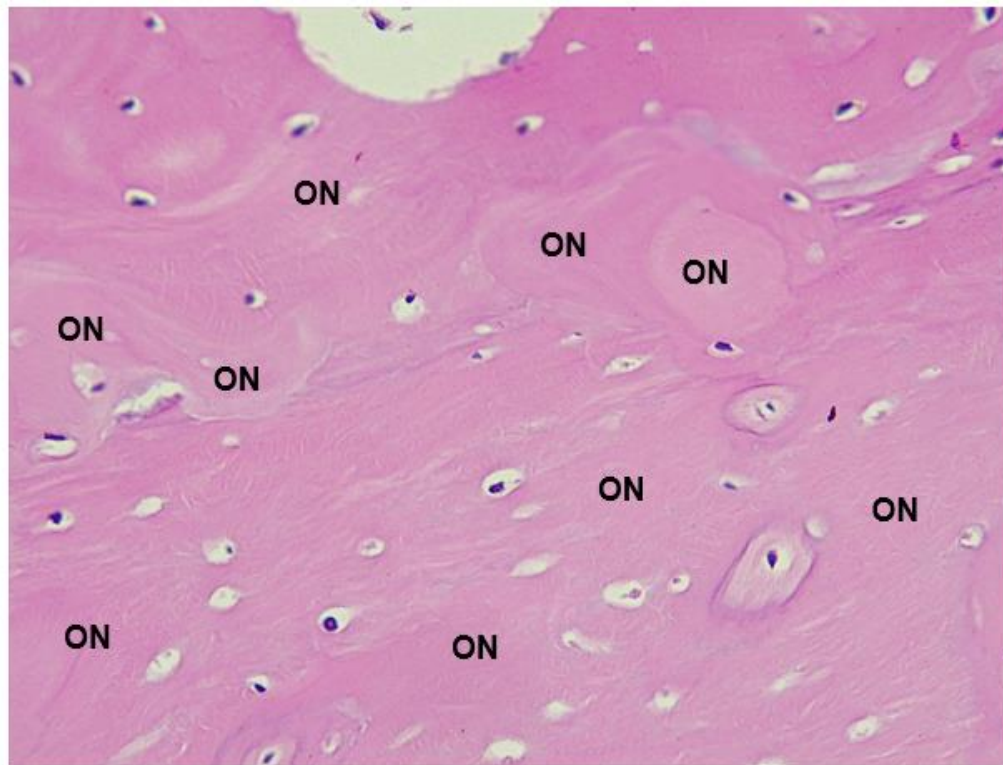
ON: tecido ósseo neoformado

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Já o Grupo Piezo Rotatório ao se interpretar a lâmina histológica ao aumento de 100x, expôs predominância de osteócitos vitais, com pequeno número de lagunas vazias (Figura 32).



**Figura 32 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo Rotatório aos 60 dias, aumento de 100x**

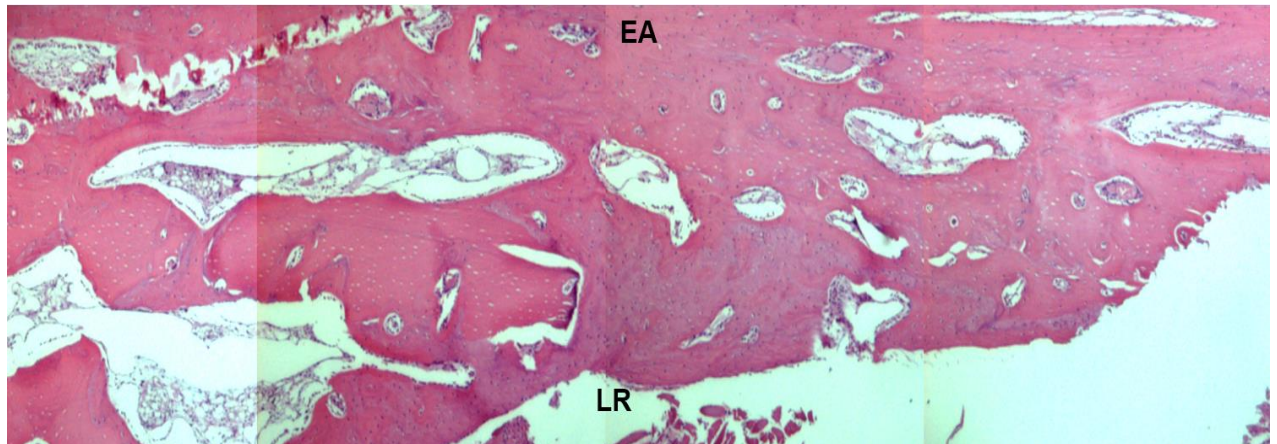


ON: tecido ósseo neoformado

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

No Grupo Piezo constata-se EA incorporado ao LR, vascularizado, com propagação de tecido conjuntivo celularizado ao longo da interface EA/LR, e predomínio de células vitais e sem vitalidade em todas as regiões, diferentemente dos Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório, que apresentavam áreas de proliferação celular ausente (Figura 33).

**Figura 33 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo aos 60 dias, aumento de 40x**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Ao aumento de 100x, nota-se que o Grupo Rotatório Piezo mostra comparência preponderante de osteócitos vitais, seguido por ostécitos de laguna vazia, e por fim, osteoclasto (Figura 31).

Na análise histológica de aumento 100x, o Grupo Piezo apontou maior propagação de osteócitos vitais, e raros osteoclastos (Figura 34).

**Figura 34 - Ilustração da análise histológica Grupo Piezo aos 60 dias, aumento de 100x**



ON: tecido ósseo neoformado

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

## **3.2 Análise Histométrica**

### **3.2.1 Análise Histométrica por Mensuração de Áreas**

Aos 15 dias a formação óssea na interface dos enxertos com o leito receptor foi semelhante entre os quatro grupos, não havendo diferença estatística, embora o grupo Piezo Rotatório tenha obtido a menor média do grupo (Gráfico 1).

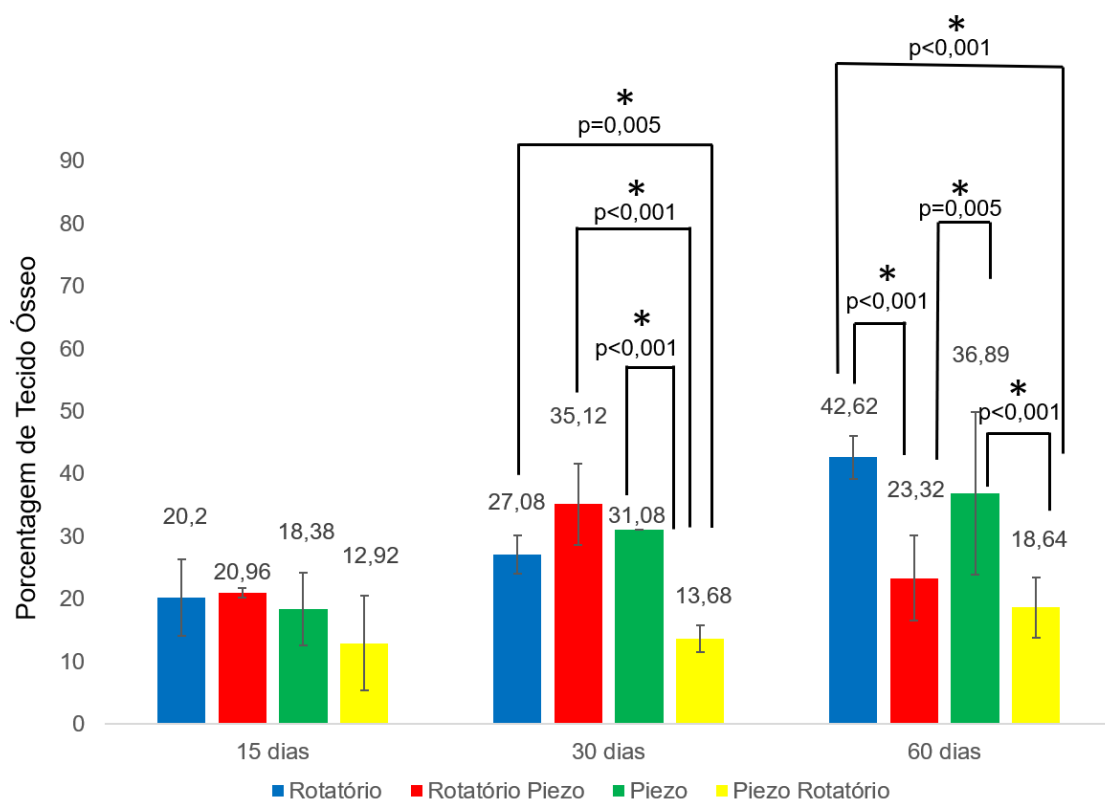
No período de 30 dias, houve um aumento das médias de formação de tecido ósseo em todos grupos em relação ao período de 15 dias, menos evidenciado no grupo Piezo rotatório, o que gerou diferença estatística neste grupo em relação aos outros três Grupos Rotatório ( $p=0,005$ ), Rotatório Piezo ( $p<0,001$ ), e Piezo ( $p<0,001$ ) (Gráfico 1).

Nos resultados de 60 dias, todos os grupos mostraram crescente porcentagem de neoformação óssea em comparação aos períodos iniciais, exceto, o Grupo Rotatório Piezo, que apresentou queda da porcentagem em relação ao período de 30 dias (Figura 35). Além disso, o período de 60 dias demonstra melhores resultados nos grupos Rotatório e Piezo que se sobressaem em relação



aos grupos Piezo Rotatório ( $p<0,001$ ) e Rotatório Piezo ( $p=0,005$ ). A interpretação dos dados, leva a crer que, o Grupo Rotatório obteve melhor desempenho quanto a neoformação de tecido ósseo (Gráfico 1).

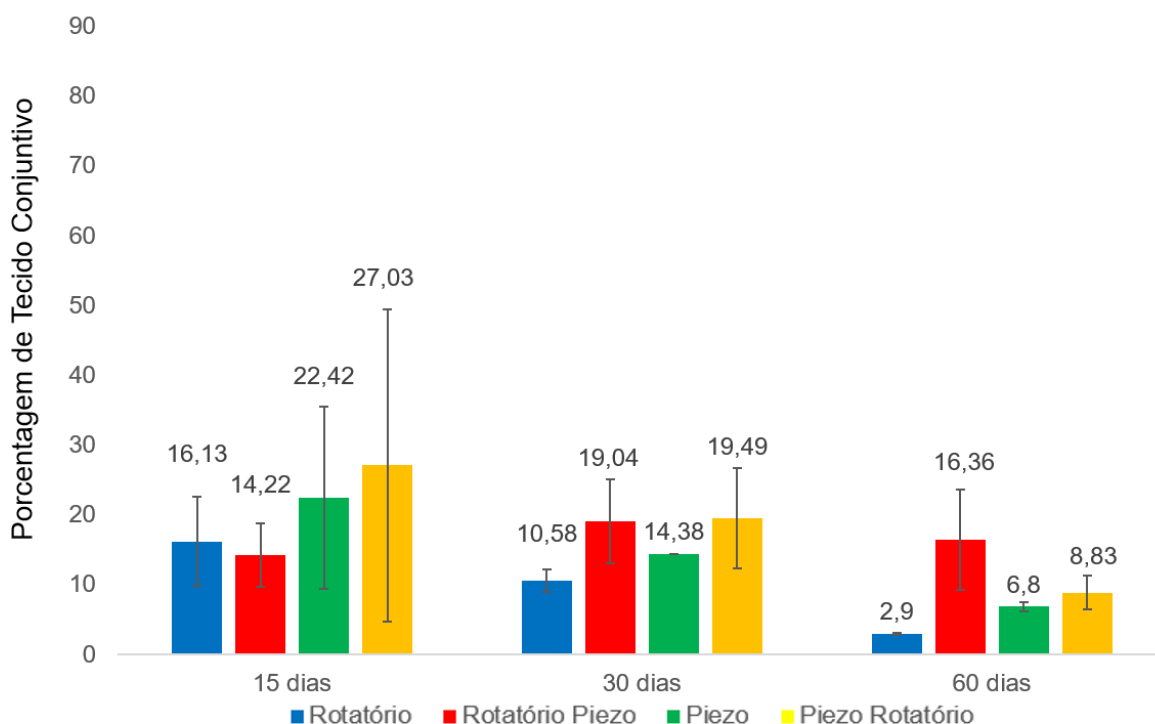
**Gráfico 1 - Comparação da porcentagem de formação óssea entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Quando comparadas as médias de formação de tecido conjuntivo entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, em seus três tempos operatórios, não foi observada diferença estatística (Figura 36). Observou-se uma tendência de diminuição de tecido conjuntivo na decorrência dos períodos operatórios (Figura 36). O Grupo Rotatório Piezo, foi o grupo que apresentou maior quantidade de tecido conjuntivo aos 60 dias, sugerindo dificuldade no processo de remodelação óssea (Gráfico 2).

**Gráfico 2 - Comparação da percentagem de formação de tecido conjuntivo entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

### 3.2.2 Análise Histométrica por Contagem de Células

Aos 15 dias observa-se que, os Grupos Rotatório e Piezo apresentaram maior número de osteócitos (Gráfico 3). Sendo que, o Grupo Piezo demonstrou melhores resultados, pois, deteve de diferença estatísticas em relação aos Grupos Rotatório Piezo ( $p=0,0041$ ) e Piezo Rotatório ( $p=0,0041$ ), diferente do Grupo Rotatório (Gráfico 3).

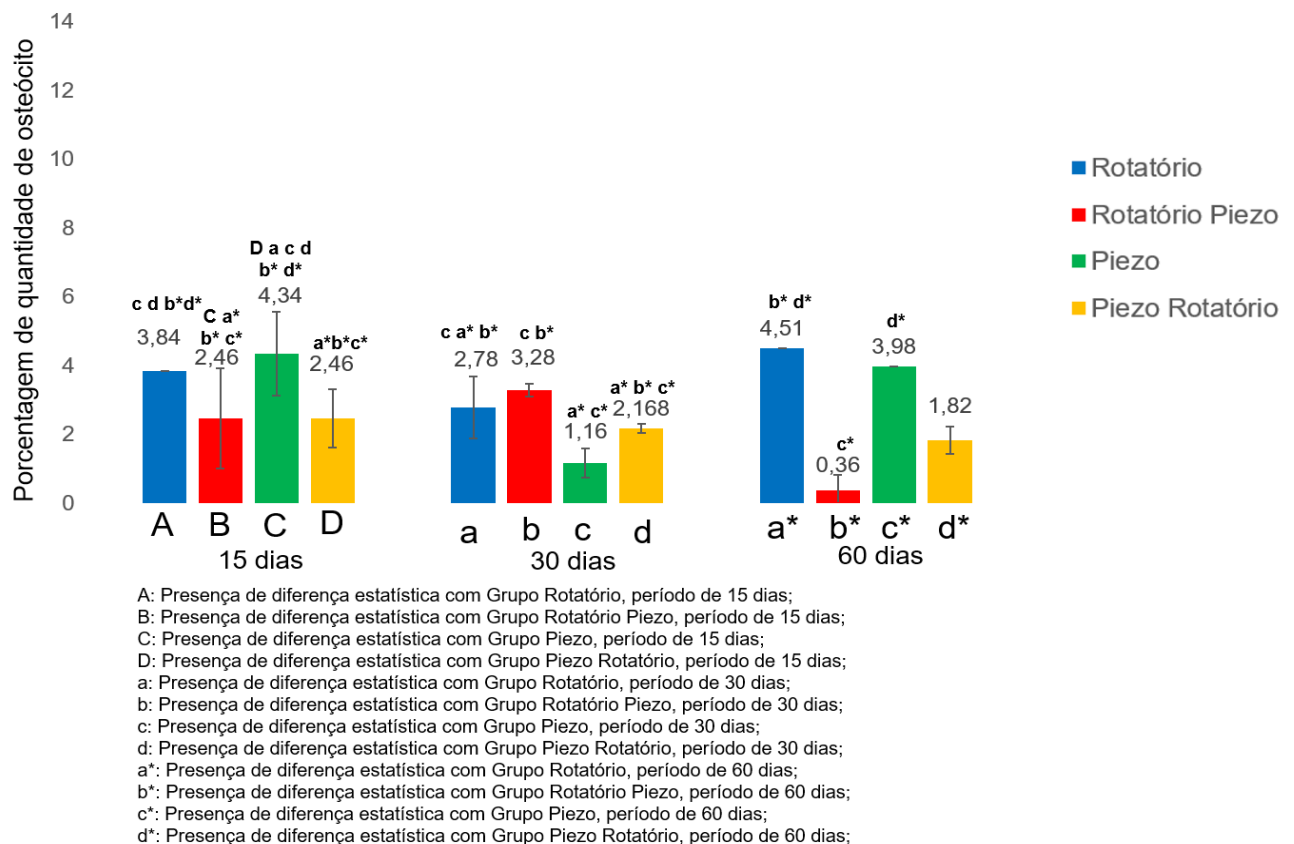
Aos 30 dias, observa-se uma diminuição na expressão de osteócitos nos Grupos Rotatório, Piezo Rotatório, e, principalmente, no Grupo Piezo, visto que, foi o único grupo a apontar diferença estatística entre os períodos de 15 e 30 dias ( $p<0,0001$ ) (Gráfico 3). O Grupo Rotatório Piezo obteve maior expressão de osteócitos do período, mesmo demonstrando diferença estatística apenas com o Grupo Piezo ( $p=0,0007$ ) (Gráfico 3).

Aos 60 dias, verifica-se novamente a superioridade do aumento dos osteócitos nos Grupos Rotatório e Piezo, e a diminuição nos Grupos Rotatório Piezo

e Piezo Rotatório (Gráfico 3). Desta vez, o Grupo Rotatório desponta com melhores resultados, pois além de, exibir maior expressão de osteócitos em comparação ao Grupo Piezo, exibiu diferença estatística entre os Grupos Rotatório Piezo ( $p<0,0001$ ) e Grupo Piezo Rotatório ( $p<0,0001$ ), já o Grupo Piezo demonstrou diferença estatística apenas entre o Grupo Piezo Rotatório ( $p=0,0005$ ) (Gráfico 3).

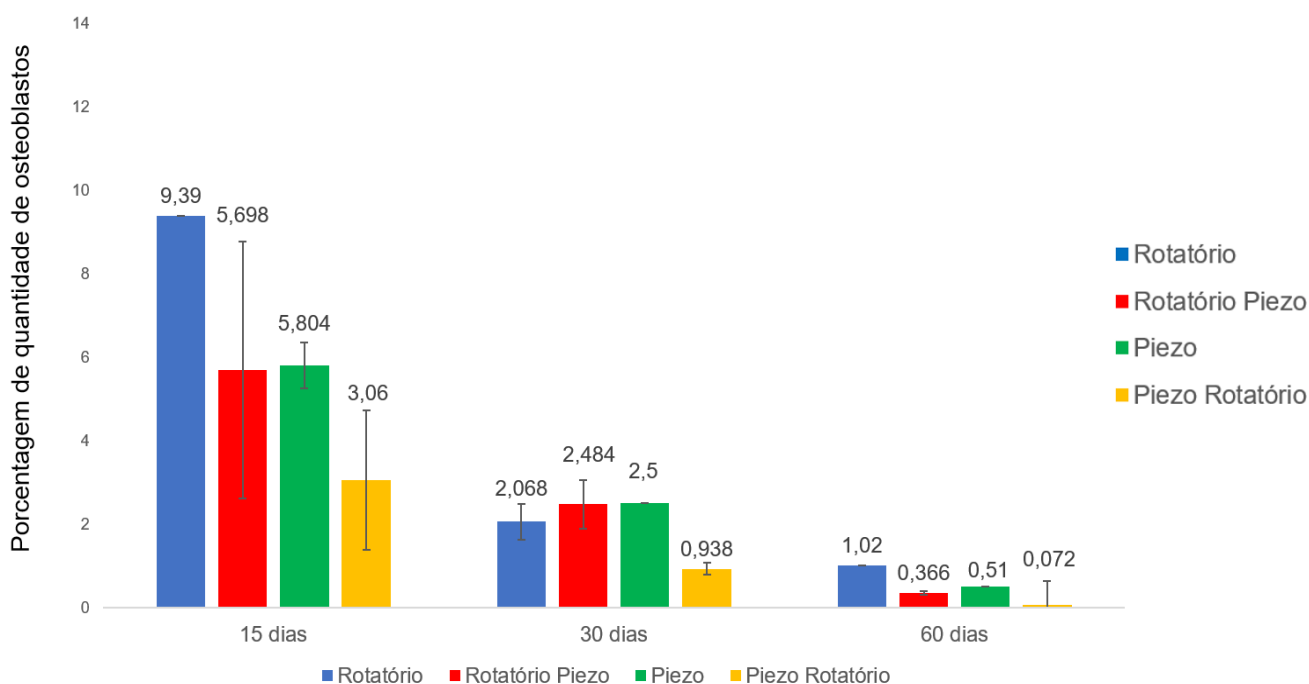
Com base nestes dados, supõe-se que, os Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório exibiram de menor processo de remodelação óssea, uma vez que, obtiveram melhores resultados apenas no período de 30 dias, apresentando considerável redução aos 60 dias. E, apesar dos Grupos Rotatório e Piezo apresentarem quantidades semelhantes de osteócitos, o Grupo Rotatório deteve de melhores resultados aos 30 e 60 dias, apontando um processo de remodelação óssea mais favorável.

**Gráfico 3 - Comparação da porcentagem da quantidade osteócitos entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Quando comparada as médias de quantidade de osteoblastos presente entre os grupos, não houve diferença estatística entre os períodos de análise (Gráfico 4), onde, a quantidade média de osteoblastos diminuiu progressivamente entre os períodos, em todos os grupos, quando comparados (Gráfico 4). Maiores quantidades de osteoblastos foram encontradas no Grupo Rotatório aos 15 e 60 dias, levando a crer, que a remodelação foi potencializada neste grupo, em comparação aos outros (Gráfico 4). Enquanto, o Grupo Piezo Rotatório demonstrou menores quantidades de osteoblastos em todos os períodos de análise, indicando uma remodelação óssea desfavorável (Gráfico 4).

**Gráfico 4 - Comparação da porcentagem da quantidade osteoblastos entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Quanto a quantificação de osteoclastos, houve maior proliferação destas células no período de 15 dias (Gráfico 5). Neste período, o Grupo Rotatório Piezo mostrou maior quantidade de osteoclastos, seguido pelo Grupo Piezo Rotatório, não havendo diferença estatística entre os grupos neste tempo de análise (Gráfico 5).

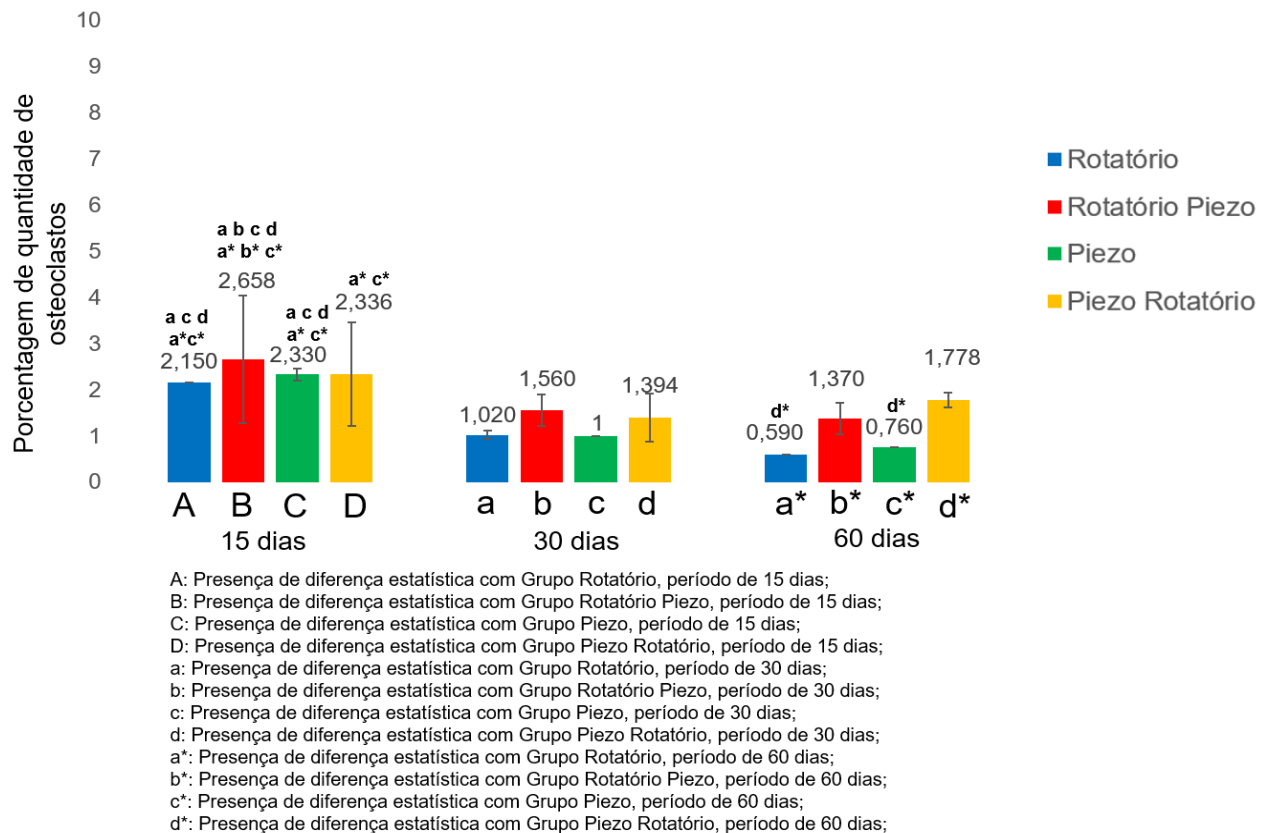
Aos 30 dias, observa-se considerável diminuição dos osteoclastos em todos os grupos em relação ao período de 15 dias, havendo diferença estatística intragrupos entre os Grupos Rotatório ( $p=0,152$ ), Grupo Rotatório Piezo ( $p=0,0006$ ), e Grupo Piezo ( $p=0,0019$ ) (Gráfico 5). Seguindo o padrão do tempo de análise de 15 dias, o Grupo Rotatório Piezo foi o grupo que demonstrou maior expressão de osteoclastos, seguido pelo Grupo Piezo Rotatório, não apresentando diferença estatística entre os grupos do período (Gráfico 5).

No período de 60 dias, a diminuição dos osteoclastos nos grupos é contínua, exibindo diferença estatística com o período de 15 dias, nos Grupo Rotatório ( $p=0,0001$ ), Grupo Rotatório Piezo ( $p<0,0001$ ), e Grupo Piezo ( $p=0,0001$ ) (Gráfico 5). Mais uma vez, os Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório, obtiveram maiores índices de osteoclastos, entretanto, neste período, o Grupo Piezo Rotatório que apontou maior proliferação de osteoclastos, tendo diferença estatística com os Grupos Rotatório ( $p=0,0008$ ) e Piezo ( $p=0,005$ ) (Gráfico 5).

A interpretação destes resultados, leva a crer que, os Grupos Rotatório e Piezo, demonstraram menor proliferação de osteoclastos, o que, resultou em melhores resultados em relação ao remodelamento ósseo, como foi observado nas análises acima. Os Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório apresentaram resultados semelhantes, obtendo maior expressão de osteoclastos nos três tempos de análise, porém, com o Grupo Piezo Rotatório exibiu maiores índices de osteoclastos aos 60 dias, com isso, acredita-se que este grupo apresentou menor neoformação óssea.



**Gráfico 5 - Comparação da porcentagem da quantidade osteoclastos entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



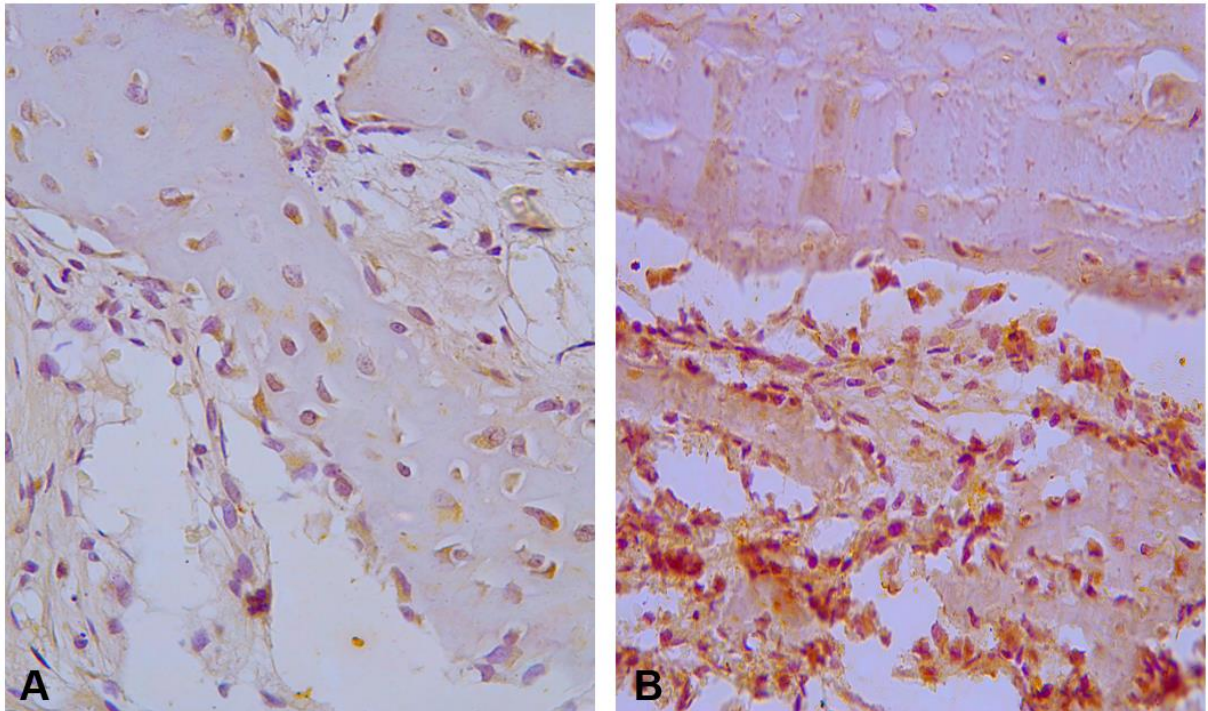
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

### 3.3 Análise Imunoistoquímica

#### 3.3.1 Imunomarcção à Osteocalcina (OCN)

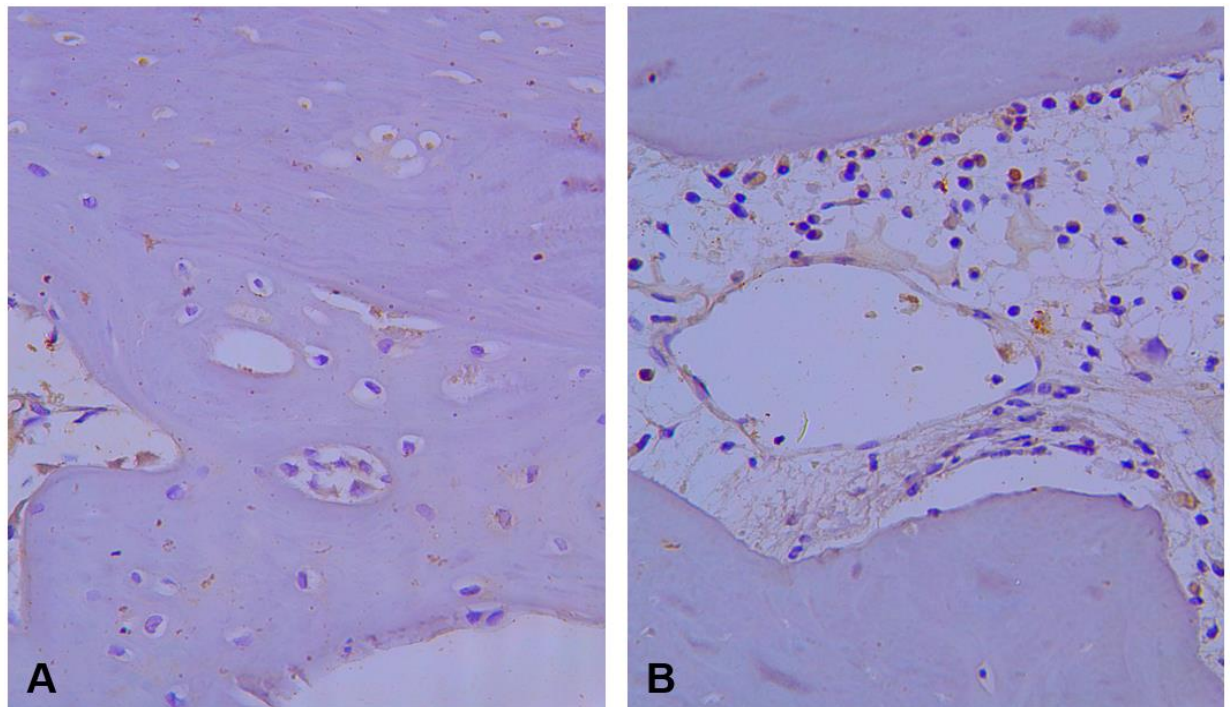
A osteocalcina mostrou-se marcada de forma moderada tanto em células da linhagem osteoblástica, como também na matriz óssea mineralizada aos 15 dias pós-operatórios nos Grupos Rotatório e Rotatório Piezo (Figura 35 - A e B). Aos 30 dias, a marcação mostrou-se de moderada a intensa, apresentando células marcadas, além de extensas áreas com marcação positiva no tecido ósseo da região de interesse no Grupo Rotatório, diferente ao encontrado no Grupo Rotatório Piezo (Figura 36 – A e B).

**Figura 35 - Imunomarcacão OCN aos 15 dias Grupo Rotatório (A); Imunomarcacão OCN aos 15 dias Grupo Rotatório Piezo (B)**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

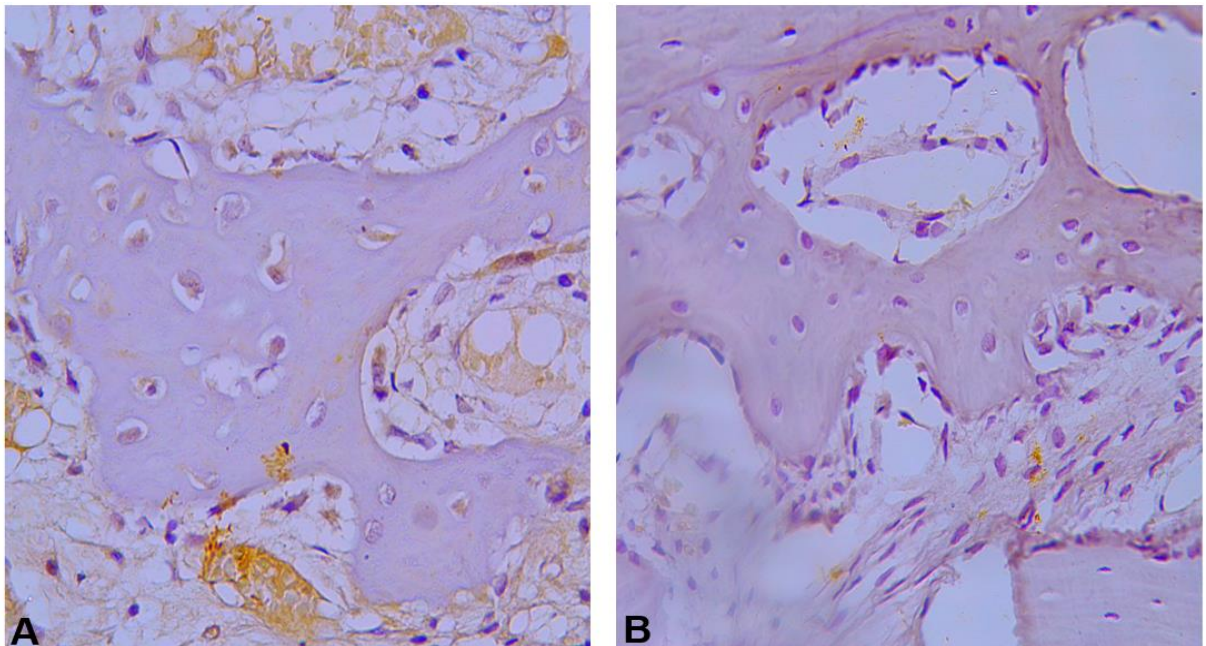
**Figura 36 - Imunomarcacão OCN aos 30 dias Grupo Rotatório (A); Imunomarcacão OCN aos 30 dias Grupo Rotatório Piezo (B)**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

No Grupo Piezo, observou-se marcação moderada de OCN tanto em células como na matriz mineralizada nos períodos de 15 e 30 dias (Figura 37 (A) e Figura 38 (A)), já o Grupo Piezo Rotatório apresentou baixa marcação nos períodos de 15 e 30 dias (Figura 37 (B) e Figura 38 (B)).

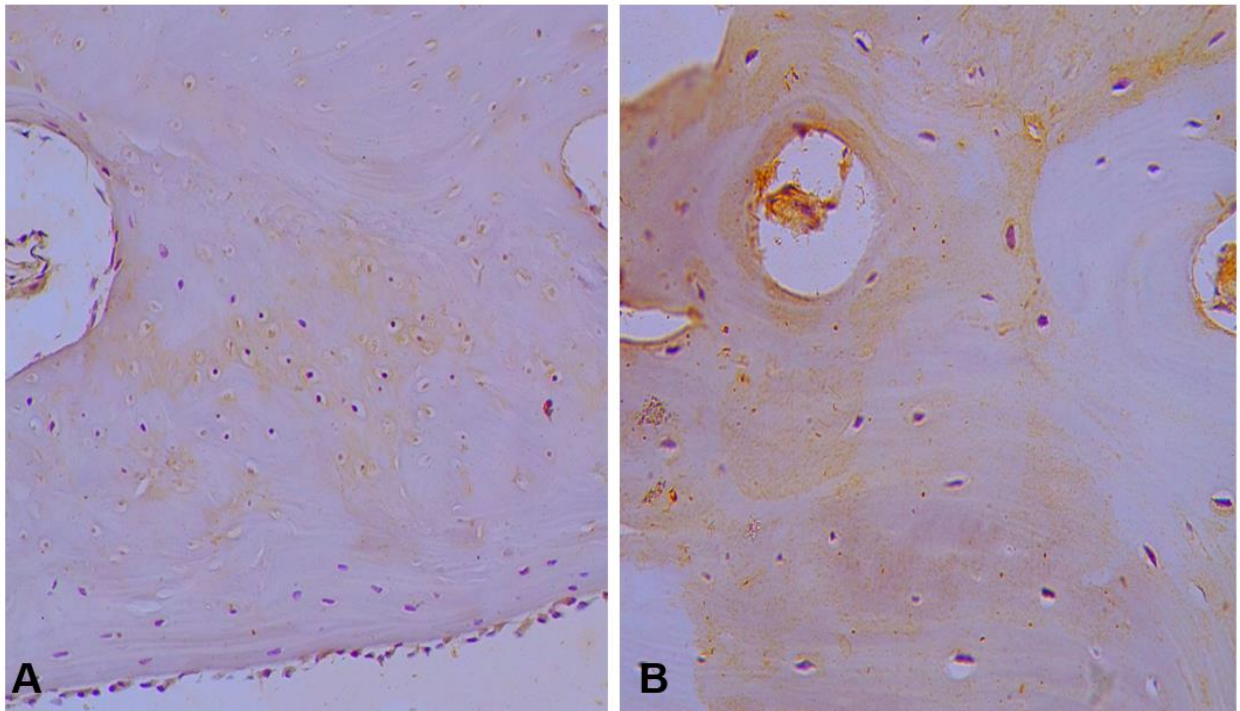
**Figura 37- Imunomarcacão OCN aos 15 dias Grupo Piezo (A); Imunomarcacão OCN aos 15 dias Grupo Piezo Rotatório (B)**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024



**Figura 38- Imunomarcação OCN aos 30 dias Grupo Piezo (A); Imunomarcação OCN aos 30 dias Grupo Piezo Rotatório (B)**

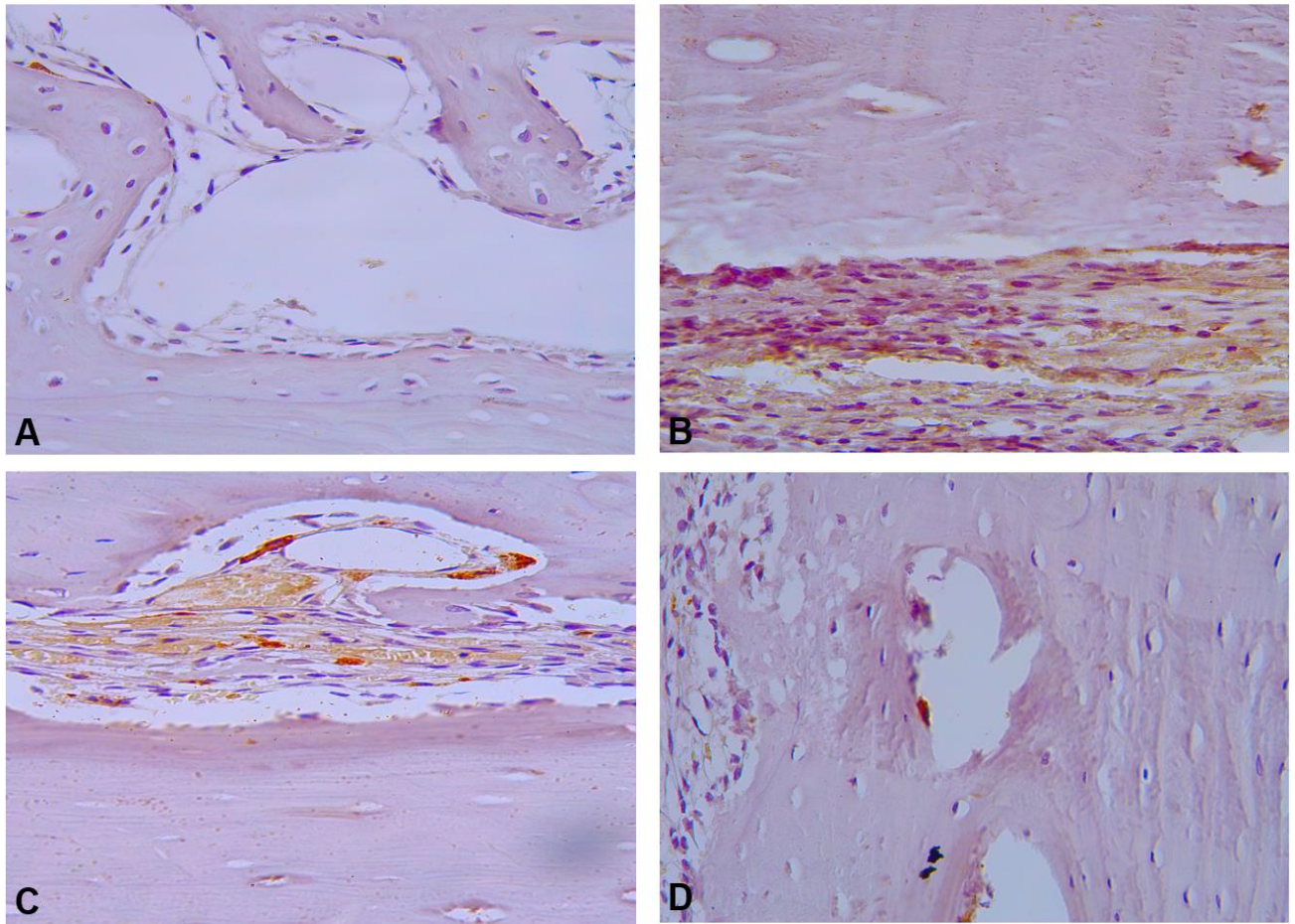


Fonte: Elaborada pela autora, 2024

### **3.3.2 Imunomarcação à Enzima Lisossômica Fosfatase Ácida Resistente a Tartarato (TRAP)**

A TRAP, marcação que caracteriza osteoclastos em atividade, mostrou-se marcada de forma moderada aos 15 como aos 30 dias, em ambos os grupos experimentais (Figura 39 e Figura 40).

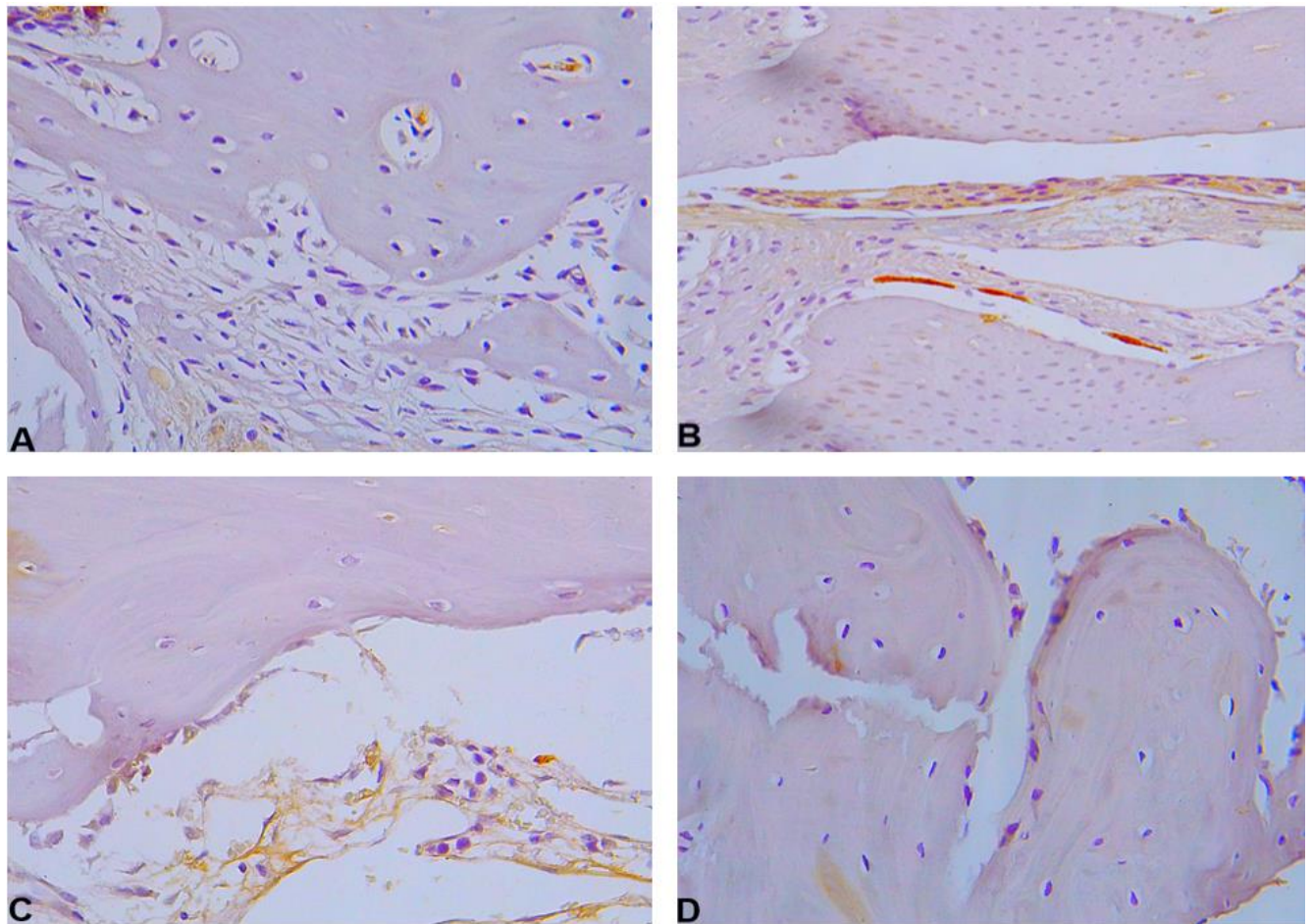
**Figura 39 -** Imunomarcação TRAP aos 15 dias Grupo Rotatório (A); Imunomarcação TRAP aos 15 dias Grupo Rotatório Piezo (B); Imunomarcação TRAP aos 15 dias Grupo Piezo (C); Imunomarcação TRAP aos 15 dias Grupo Piezo Rotatório (D)



Fonte: Elaborada pela autora, 2024



**Figura 40 - Imunomarcação TRAP aos 30 dias Grupo Rotatório (A); Imunomarcação TRAP aos 30 dias Grupo Rotatório Piezo (B); Imunomarcação TRAP aos 30 dias Grupo Piezo (C); Imunomarcação TRAP aos 30 dias Grupo Piezo Rotatório (D)**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

### 3.4 Análise Microtomográfica

Na análise de volume ósseo (BV), aos 15 dias, o Grupo Rotatório demonstrou maior média de volume ósseo, seguido pelo Grupo Piezo Rotatório (Figura 46). Onde, o Grupo Rotatório apresentou diferença estatística entre os Grupos Rotatório Piezo ( $p < 0,0001$ ), Piezo ( $p < 0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p < 0,0001$ ) (Figura 46), e o Grupo Piezo Rotatório exibiu diferença estatística entre os Grupos Rotatório Piezo ( $p < 0,0001$ ) e Piezo ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 6).

No período de 30 dias, o volume ósseo do Grupo Piezo Rotatório sofre uma queda, apresentando o pior resultado do tempo de análise (Gráfico 6). O Grupo Rotatório, segue sendo o grupo com maior média de volume ósseo, demonstrando diferença estatística com os Grupos Rotatório Piezo ( $p < 0,0001$ ), Piezo ( $p < 0,0001$ ) e

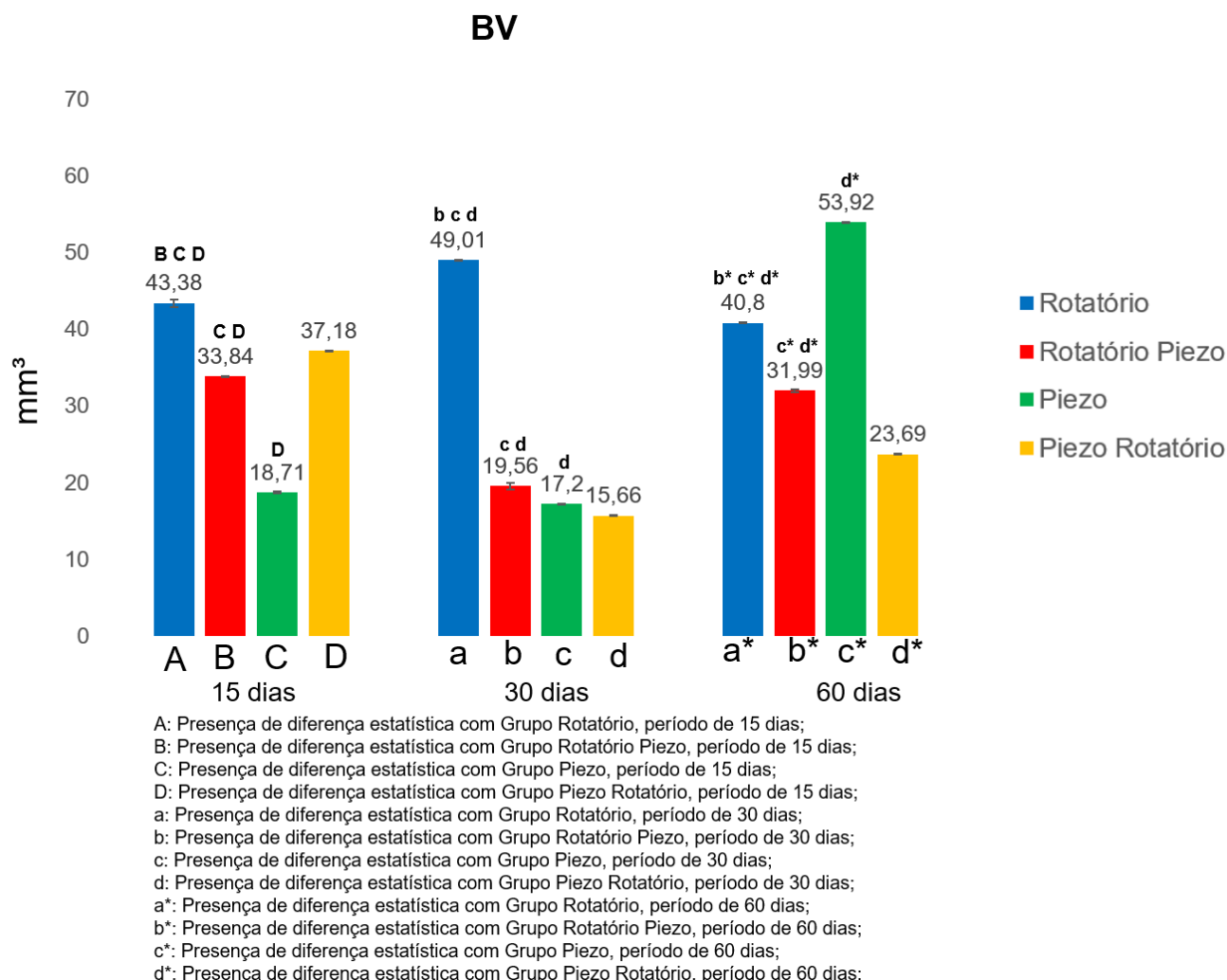


Piezo Rotatório ( $p<0,0001$ ) (Gráfico 6). Os Grupos Rotatório Piezo e Piezo, vem em seguida com os maiores resultados, mesmo estando bem abaixo do padrão do Grupo Rotatório (Gráfico 6). O Grupo Rotatório Piezo apontou diferença estatística com o Grupo Piezo ( $p<0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p<0,0001$ ), já o Grupo Piezo teve diferença estatística apenas com o Grupo Piezo Rotatório ( $p<0,0001$ ) (Gráfico 6).

Aos 60 dias, o Grupo Piezo apresentou maior média de volume ósseo neoformado, com diferença estatística em relação aos Grupos Rotatório ( $p<0,0001$ ), Rotatório Piezo ( $p<0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p<0,0001$ ) (Gráfico 6). O Grupo Rotatório exibe uma diminuição de volume ósseo em relação ao período de 30 dias, mesmo assim demonstra alta média de volume ósseo neoformado, com diferença estatística entre os Grupos Rotatório Piezo ( $p<0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p<0,0001$ ) (Gráfico 6). Na retaguarda, com menores médias de volume ósseo neoformado, os Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório, onde o Grupo Rotatório Piezo apresenta diferença estatística com o Grupo Piezo Rotatório ( $p<0,0001$ ) (Gráfico 6).

Com isso entende-se que o Grupo Piezo apresentou melhores resultados frente a neoformação de tecido ósseo, já que aos 60 dias obteve de maior média de volume ósseo, seguido pelo Grupo Rotatório, que demonstrou os melhores índices de volume ósseo aos 15 e 30 dias, e manteve boa porcentagem de volume ósseo aos 60 dias. E o Grupo Piezo Rotatório apresentou piores resultados em relação a neoformação óssea, apesar de, que, aos 15 dias demonstrar bons resultados, suas médias ósseas foram as menores entre os grupos nos períodos de 15 e 30 dias.

**Gráfico 6 - Quantificação de volume ósseo (BV) entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

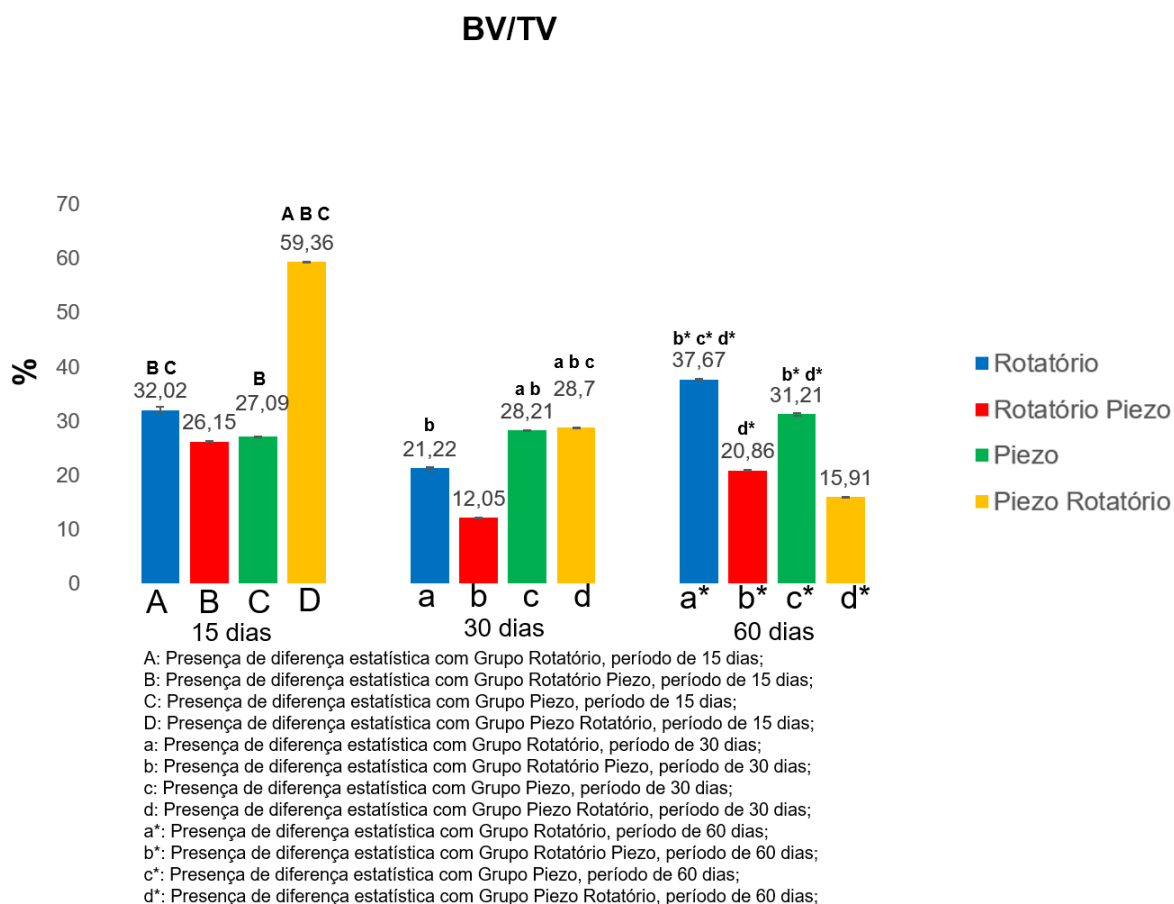
A análise das médias de volume ósseo (BV/TV), mostrou que aos 15 dias o Grupo Piezo Rotatório obteve maior porcentagem de BV/TV, exibindo diferença estatística com os Grupos Rotatório ( $p < 0,0001$ ), Rotatório Piezo ( $p < 0,0001$ ) e Piezo ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 7), seguido pelos Grupo Rotatório, com diferença estatística com os Grupos Rotatório Piezo ( $p < 0,0001$ ) e Piezo ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 7); Grupo Piezo com diferença estatística com Grupo Rotatório Piezo ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 7); e Grupo Rotatório Piezo (Gráfico 7).

No período de 30 dias, todos os grupos apresentaram diminuição da média de BV/TV, exceto o Grupo Piezo, que demonstrou leve aumento de sua média, exibindo diferença estatística com os Grupos Rotatório ( $p < 0,0001$ ) e Rotatório Piezo

( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 7). Entretanto, o Grupo Piezo Rotatório ainda manteve a maior média entre os grupos, apontando diferença estatística com os Grupos Rotatório ( $p < 0,0001$ ), Rotatório Piezo ( $p < 0,0001$ ) e Piezo ( $p = 0,0098$ ) (Gráfico 7). O Grupo Rotatório obteve diferença estatística com o Grupo Rotatório Piezo ( $p < 0,0001$ ), que reproduziu a pior média de BV/TV.

Aos 60 dias, houve um aumento das médias de BV/TV nos grupos, com exceção do Grupo Piezo Rotatório, que teve uma diminuição de quase metade de sua média do período de 30 dias, sendo agora, o grupo com pior média de BV/TV (Gráfico 7). O Grupo Rotatório desponta com melhores média, exibindo diferença estatística com os Grupos Rotatório Piezo ( $p < 0,0001$ ), Piezo ( $p < 0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 7). Logo em seguida, o Grupo Piezo com diferença estatística com os Grupos Rotatório Piezo ( $p < 0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 7), e então, o Grupo Rotatório Piezo com diferença estatística apenas com o Grupo Piezo Rotatório ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 7).

**Gráfico 7 - Quantificação da porcentagem de volume ósseo (BV/TV) entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

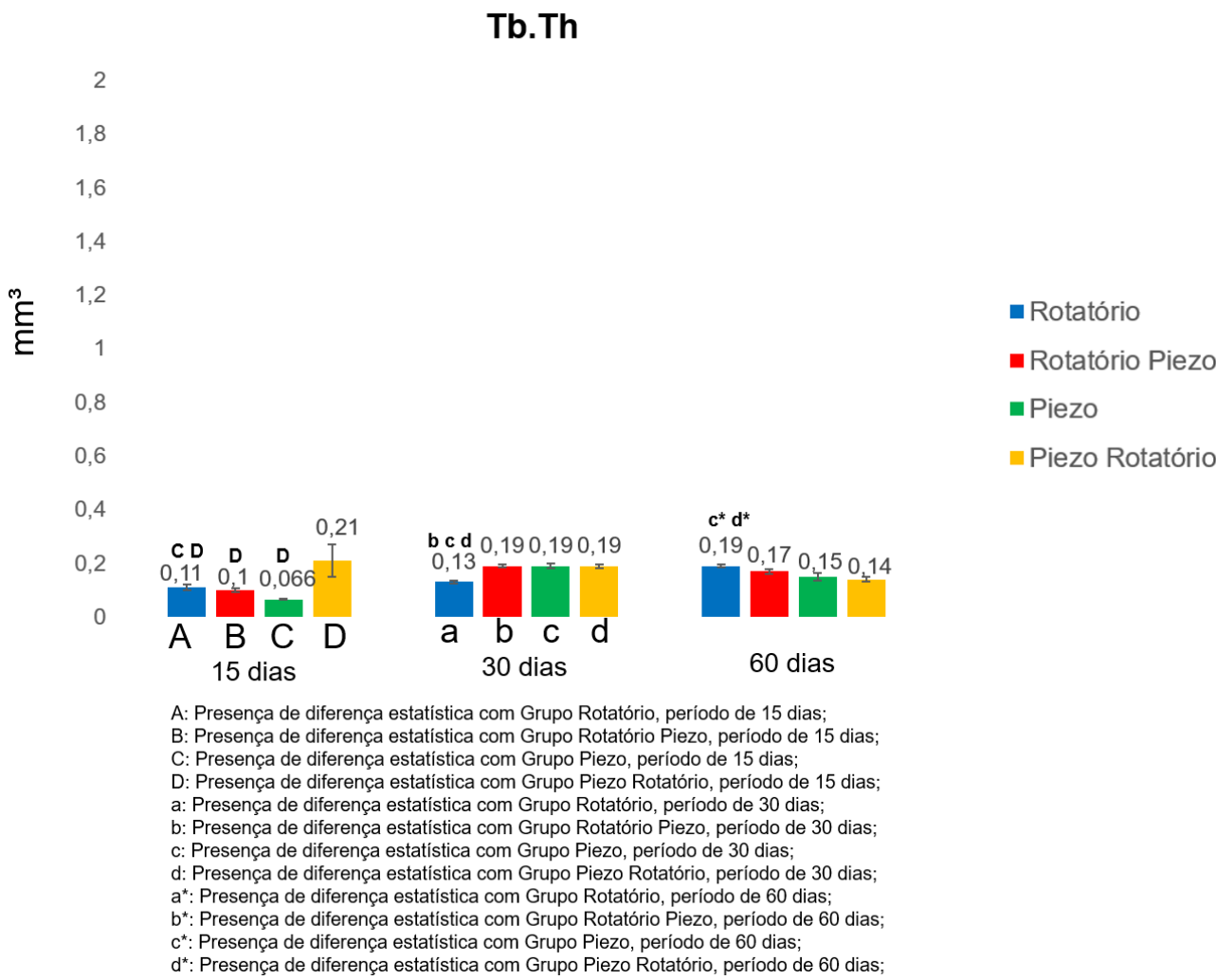
A quantificação da espessura trabecular óssea (Tb.Th), aos 15 dias, mostrou que o Grupo Piezo Rotatório obteve maior média, obtendo diferença estatística com os Grupos Rotatório ( $p < 0,0001$ ), Rotatório Piezo ( $p < 0,0001$ ) e Piezo ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 8). Os Grupos Rotatório e Rotatório Piezo, apresentaram médias semelhantes, porém, apenas o Grupo Rotatório exibiu diferença estatística com o Grupo Piezo ( $p = 0,0123$ ) (Gráfico 8). Grupo Piezo desponta com a pior média entre os grupos (Gráfico 8).

Aos 30 dias todos os grupos apresentaram aumento em suas médias, com exceção do Grupo Piezo Rotatório, que mostrou pequena queda em seus números (Gráfico 8). Grupo Rotatório manifestou diferença estatística com os Grupos Rotatório Piezo ( $p = 0,0004$ ), Piezo ( $p = 0,0004$ ) e Piezo Rotatório ( $p = 0,0004$ ), expondo a média mais baixa entre os grupos (Gráfico 8).

No período de 60 dias, o Grupo Rotatório teve um aumento de sua média de Tb.Th, tendo diferença estatística com os Grupos Piezo ( $p=0,026$ ) e Piezo Rotatório ( $p=0,0037$ ), enquanto o restante dos grupos, apresentou uma diminuição da média (Gráfico 8).

Apesar, do Grupo Rotatório não apresentar melhores médias nos tempos de análise de 15 e 30 dias, foi o único grupo que sempre demonstrou aumentos em suas médias, sendo que, aos 60 dias, exibiu melhor resultado em comparação aos outros grupos. Com estes dados, conclui-se que, o Grupo Rotatório obteve maior espessura trabecular óssea, que resulta em uma maior resistência do tecido ósseo, levando a crer, que o tecido neoformado neste grupo demonstra melhor qualidade.

**Gráfico 8 - Quantificação da espessura trabecular óssea (Tb.Th) entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024



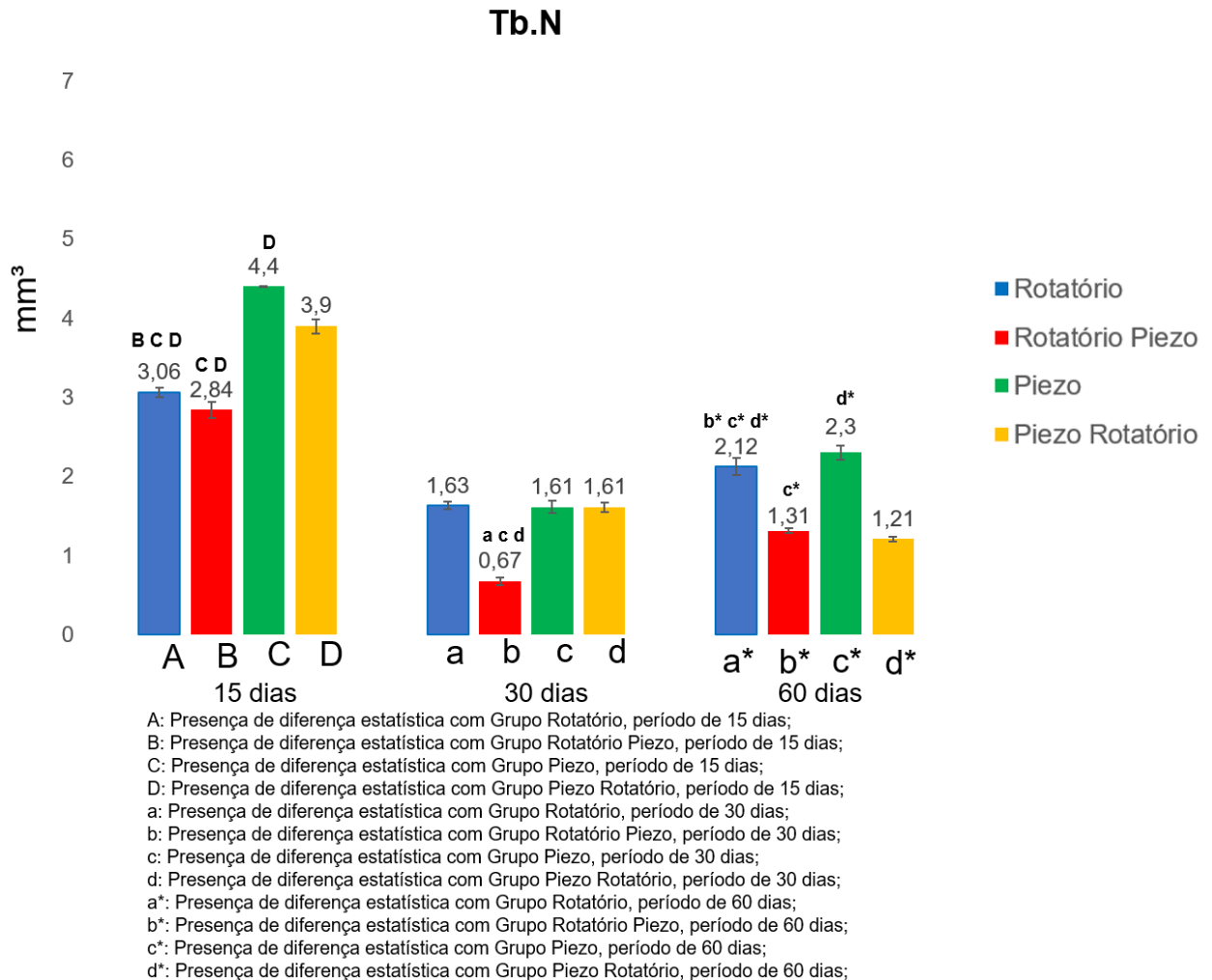
Os dados da quantificação do número de trabéculas (Tb.N), mostraram que aos 15 dias o Grupo Piezo exibiu maiores médias, e apresentou diferença estatística em comparação aos Grupos Rotatório ( $p<0,0001$ ), Rotatório Piezo ( $p<0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p<0,0001$ ) (Gráfico 9). O Grupo Piezo Rotatório também apresentou boa média, demonstrando diferença estatística com os Grupos Rotatório ( $p<0,0001$ ) e Rotatório Piezo ( $p<0,0001$ ) (Gráfico 9). Em seguida, o Grupo Rotatório obteve de diferença estatística apenas com o Grupo Rotatório Piezo ( $p=0,0005$ ), que apontou a pior média do período (Gráfico 9).

Aos 30 dias, todos os grupos manifestaram diminuição do número de trabéculas (Gráfico 9). Onde os Grupos Rotatório, Piezo e Piezo Rotatório, demonstraram resultados semelhantes, apontando diferença estatística com o Grupo Rotatório Piezo ( $p<0,0001$ ;  $p<0,0001$ ;  $p<0,0001$ ; respectivamente), apesar, do Grupo Rotatório expressar maior média (Gráfico 9).

E no tempo de análise de 60 dias, novamente, o Grupo Piezo obteve a maior média do período, tendo diferença estatística com os Grupos Rotatório ( $p=0,0046$ ), Rotatório Piezo ( $p<0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p<0,0001$ ) (Gráfico 9). O Grupo Rotatório também desponta com resultados favoráveis, exibindo diferença estatística com os Grupos Rotatório Piezo ( $p<0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p<0,0001$ ) (Gráfico 9). Por fim, se tem os Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório, apresentando as menores médias, não havendo diferença estatística entre si (Gráfico 9).

A interpretação dos dados, insinua que, como o Grupo Piezo exibiu melhores médias aos 15 e 60 dias, este grupo obteve de um reparo ósseo de melhor qualidade, uma vez que quanto maior o número de trabéculas ósseas, maior a resistência do tecido ósseo.

**Gráfico 9 - Quantificação do número de trabéculas (Tb.N) entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Na análise de espessamento entre as trabéculas (Tb.Sp), aos 15 dias, observou-se que o Grupo Rotatório Piezo apresentou maior média do período, tendo diferença estatística com os Grupos Rotatório ( $p < 0,0001$ ), Piezo ( $p < 0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 10). Seguido pelo Grupo Rotatório, apontando diferença estatística com os Grupos Piezo ( $p < 0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 10), e o Grupo Piezo que mostrou diferença estatística apenas com o Grupo Piezo Rotatório ( $p = 0,0423$ ), que demonstrou a pior média do período (Gráfico 10).

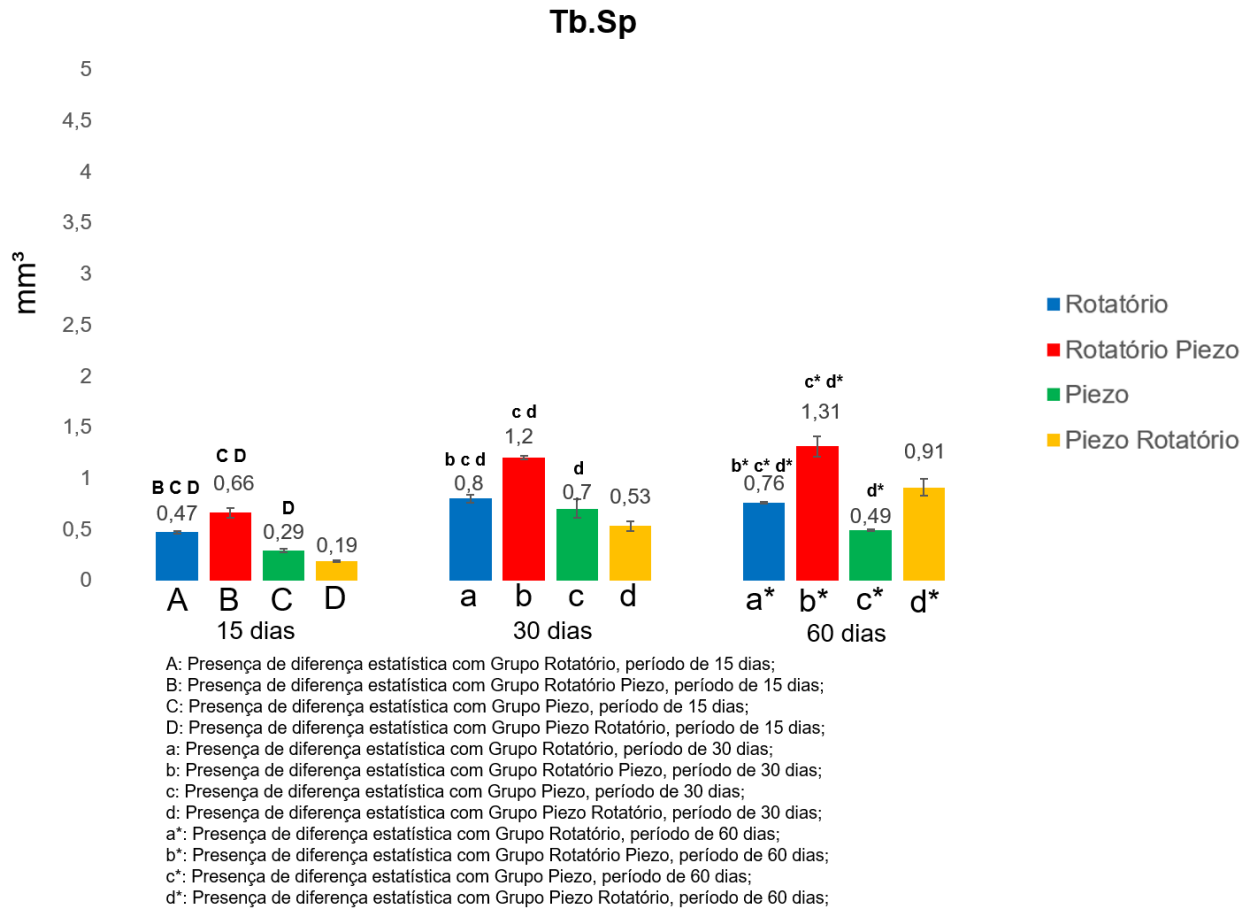
Aos 30 dias, todos os grupos exibiram aumento em suas médias, sendo o mais expressivo, o do Grupo Rotatório Piezo, além do que, apresenta diferença

estatística com os Grupos Rotatório ( $p < 0,0001$ ), Piezo ( $p = < 0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p = < 0,0001$ ) (Gráfico 10). Apesar dos Grupos Rotatório e Piezo possuírem de medias semelhantes, o Grupo Rotatório demonstra maior média e diferença estatística com os Grupos Piezo ( $p = 0,0423$ ) e Piezo Rotatório ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 10), já o Grupo Piezo mantém diferença estatística apenas com o Grupo Piezo Rotatório ( $p = 0,0002$ ) (Gráfico 10).

Aos 60 dias, os Grupos Rotatório e Piezo mostram uma queda em suas médias, onde o Grupo Piezo apresenta diferença estatística com o Grupo Rotatório ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 10). Os Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório demonstram aumento das medias, onde o Grupo Rotatório Piezo possui da maior média do período, tendo diferença estatística com os Grupos Rotatório ( $p = < 0,0001$ , Piezo ( $p < 0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 10). Já o Grupo Piezo Rotatório exibe diferença estatística com os Grupos Rotatório ( $p = 0,0011$ ) e Piezo ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 10).

A relação entre o espessamento entre as trabéculas ósseas, e a resistência do tecido ósseo, é inversamente proporcional, ou seja, quanto maior o espessamento entre as trabéculas ósseas, menor a resistência do tecido. O Grupo Rotatório possuiu as maiores médias de espessamento entre as trabéculas, em todos os períodos de análise, concluindo que o osso neoformado desse grupo é menos resistente, apresentando um reparo ósseo de menor qualidade.

**Gráfico 10 - Análise de espessamento entre as trabéculas (Tb.Sp) entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

Quanto a porosidade (Po.tot), aos 15 dias os Grupos Rotatório Piezo e Piezo possuíram resultados semelhantes, ambos mostrando diferença estatística com os Grupos Rotatório ( $p < 0,0001$ ;  $p = 0,0002$ ; respectivamente) e Piezo Rotatório ( $p < 0,0001$ ;  $p < 0,0001$ ; respectivamente) (Gráfico 11). Grupo Piezo Rotatório obteve da menor média do período, e apresentou diferença estatística com todos os Grupos, Rotatório ( $p < 0,0001$ ), Rotatório Piezo ( $p < 0,0001$ ) e Piezo ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 11).

Aos 30 dias, o Grupo Rotatório Piezo continuou apresentando a maior média de porosidade, tendo diferença estatística entre os Grupos Rotatório ( $p < 0,0001$ ), Piezo ( $p < 0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p < 0,0001$ ) (Gráfico 11). O Grupo Piezo Rotatório sofreu uma alta em sua média, quase se igualando ao Grupo Piezo (Gráfico 11). O Grupo Rotatório também exibiu alta em sua média (ficando atrás

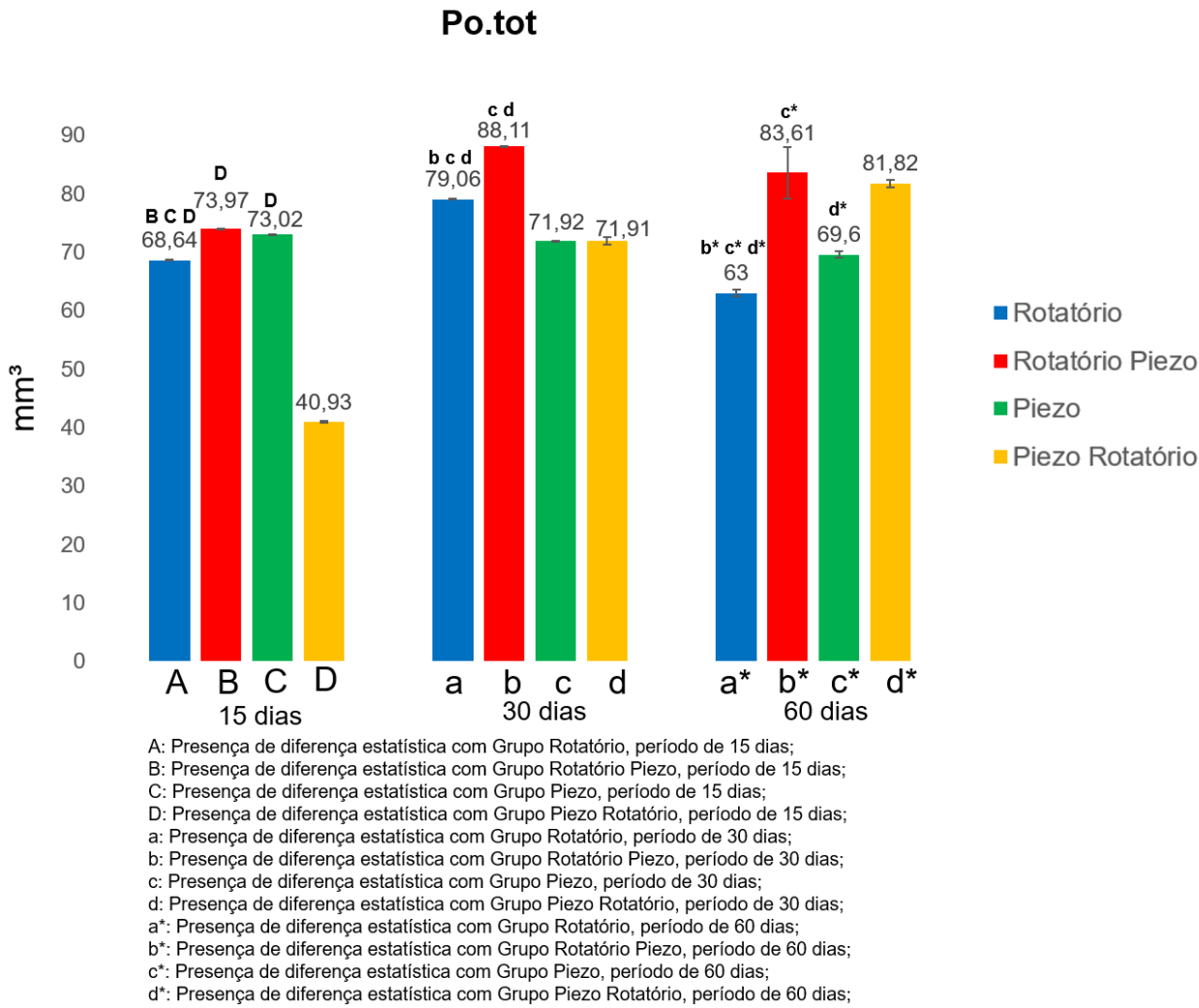
apenas do Grupo Rotatório Piezo), apontando diferença estatística com os Grupos Piezo ( $p<0,0001$ ) e Piezo Rotatório ( $p<0,0001$ ) (Gráfico 11).

No período de 60 dias, com exceção do Grupo Piezo Rotatório, todos tiveram uma queda de suas médias (Gráfico 11). Mesmo com a queda, o Grupo Rotatório Piezo manteve a maior média do período, assim como nos outros tempos de análise, mas desta vez exibiu diferença estatística apenas com os Grupos Rotatório ( $p<0,0001$ ) e Piezo ( $p<0,0001$ ) (Gráfico 11). O Grupo Piezo Rotatório também mostrou diferença estatística com os Grupos Rotatório ( $p<0,0001$ ) e Piezo ( $p<0,0001$ ) (Gráfico 11). O Grupo Piezo exibiu diferença estatística apenas com o Grupo Rotatório ( $p<0,0001$ ), que obteve menor a média do período (Gráfico 11).

O Grupo Rotatório Piezo dispôs de maiores médias em todos os tempos de análise (Gráfico 11), levando a crer, que, o tecido ósseo neoformado neste grupo teria a característica de maior fragilidade.



**Gráfico 11 - Análise de porosidade (Po.tot) entre os Grupos Rotatório, Rotatório Piezo, Piezo e Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

## 4 DISCUSSÃO

Esta pesquisa foi realizada com intuito de observar como os enxertos removidos por piezociurgia, e brocas rotatórias, incorporam nos leitos, uma vez que, o piezo passa a ser uma alternativa para preservação de estruturas nervosas, além do que, apresenta uma linha mínima de osteotomia, preservando o tecido ósseo, o que, em teoria, seria vantajoso para o volume do enxerto, principalmente, quando estes são utilizados para aumentos de espessura (horizontais).

Em pacientes não há possibilidade de fazer este estudo, já que, os enxertos são realizados com finalidade de instalar implantes. O modelo experimental em ratos, também não seria viável, visto que, a calota craniana desses animais possui área limitada<sup>76</sup>, não possuindo ossos parietais grandes o suficiente para confecção de mais de um defeito crítico com trefina de 7 mm<sup>76</sup>. Os coelhos, por outro lado, apresentam uma calota craniana mais extensa, possibilitando a remoção de 2 blocos ósseos por meio de trefina 7 mm, e dois pela piezocirurgia, que também obtinham a mesma extensão, já que, as osteotomias foram previamente padronizadas. Apesar, dos coelhos portarem uma anatomia mandibular delgada, também permitem a fixação dos enxertos ósseos.

Quando se opta pela reconstrução de rebordos atróficos, utilizando blocos ósseos da calota craniana em humanos, a trepanação deve ser restrita à tabua externa e díploe<sup>77</sup>. Os coelhos apresentam um tecido ósseo craniano mais delgado do que o humano, e, conseqüentemente, uma menor profundidade entre as corticais, o que, impossibilitou a separação das mesmas, com isso, os blocos ósseos utilizados neste estudo possuíam as duas corticais.

Torna-se interessante avaliar a integração leito/enxerto autógeno, e suas técnicas, assim como, a perfuração do leito. Pois, visando a comparação de técnicas seria possível evidenciar qual método de osteotomia otimiza o processo de reparo ósseo. Clinicamente isso acarretará em uma maior previsibilidade do procedimento de enxertia, e conseqüentemente, aumentará as taxas de sucesso do tratamento implantodôntico em pacientes que possuem rebordos atróficos.

Brocas rotatórias convencionais são usualmente mais utilizadas, e tidas como material de primeira escolha para procedimentos que envolvam osteotomia, devido sua eficácia comprovada, baixo custo e fácil manuseio, porém, o cirurgião dentista

deve estar atento, pois as brocas podem lesionar tecidos moles, vasculares e nervosos, causando iatrogenias ao paciente, além do que, a geração de calor, oriunda das rotações da broca, podem levar a danos térmicos, prejudicando o reparo ósseo<sup>44-49,78,79</sup>. Já a piezocirurgia, oferece menor risco a estruturas nobres, devido ao seu corte seletivo de tecido mineralizado<sup>50-56</sup>, mas dispõe de altos custos para a aquisição do ultrassom piezoelétrico e da manutenção de suas pontas, ademais, danos térmicos também podem ocorrer quando o instrumental piezoelétrico é utilizado, já que, a piezocirurgia detém de maior tempo para realização de osteotomias<sup>80-87</sup>.

A literatura acerca de estudos sobre a incorporação do leito/enxerto autógeno em bloco é escassa, porém existem pesquisas a respeito sobre osteotomias realizadas por diferentes técnicas, e sua relação com a otimização do reparo ósseo<sup>60,76,78,79,80-92</sup>.

Nossos resultados mostraram grande semelhança quanto ao processo de reparo ósseo entre os Grupos Rotatório e Piezo.

Na análise histométrica, onde foi mensurado a neoformação do tecido ósseo e presença de tecido conjuntivo, observou-se que o Grupo Rotatório demonstrou maior formação óssea, com menor proliferação de tecido conjuntivo, seguido pelo Grupo Piezo, não havendo diferença estatística entre estes grupos em nenhum período das duas análises. Os Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório, apresentaram menores medias de neoformação óssea, onde aos 30 dias o Grupo Piezo apresentou diferença estatística com o Grupo Rotatório ( $p=0,005$ ), Grupo Rotatório Piezo ( $p<0,001$ ), e Piezo ( $p<0,001$ ), e aos 60 dias o Grupo Rotatório Piezo apresentou diferença entre os Grupos Rotatório ( $p<0,001$ ) e Piezo ( $p=0,005$ ), o Grupo Piezo também mostrou diferença entre estes grupos ( $p<0,001$ ;  $p<0,001$ , respectivamente). Apesar do Grupo Rotatório Piezo deter da maior porcentagem de tecido ósseo aos 30 dias, ao interpretarmos os dados da análise sobre a presença de tecido conjuntivo, observamos que este foi o grupo que deteve da maior formação de tecido conjuntivo, seguido pelo Grupo Piezo Rotatório, influenciando na qualidade do reparo ósseo destes grupos. Assim como foi encontrado na literatura, quando comparado osteotomias para instalação de implantes realizadas com brocas convencionais, brocas de carbono diamantada e pontas piezoelétricas, onde não foi relatado diferença estatística entre os grupos, em relação a neoformação óssea<sup>82</sup>.

Esteves *et al.*<sup>60</sup> compararam a dinâmica da consolidação óssea após osteotomias realizadas por piezocirurgia, e brocas rotatórias convencionais, e constataram que, a análise histomorfométrica não demonstrou diferença nos períodos analisados, exceto no período de 30 dias, onde a quantidade óssea foi maior no grupo piezo, porém esta diferença desaparece aos 60 dias, comprovando que, ambos os grupos apresentaram semelhança em termos de qualidade e quantidade de ganho ósseo, assim como foi encontrado em outros estudos<sup>76,88,89</sup>.

A análise imunoistoquímica mostrou que a expressão da proteína OCN, indicadora de calcificação óssea, essencial na regulação da atividade dos osteoblastos<sup>82,90-92</sup> foi moderada aos 15 dias nos Grupos Rotatório, Rotatório Piezo e Piezo; e aos 30 dias no Grupo Piezo, expressão de moderada a intensa no período de 30 dias no Grupo Rotatório, moderada expressão da proteína OCN no Grupo Rotatório Piezo aos 30 dias; baixa expressão aos 15 e 30 dias no Grupo Piezo Rotatório. Não demonstrando, mais uma vez, grande diferença na expressão desta proteína entre os Grupos Rotatório e Piezo, mesmo com o Grupo Rotatório exibindo melhor resultado. O Grupo Rotatório Piezo desta vez mostrou melhores expressões de calcificação óssea, enquanto o Grupo Piezo Rotatório, obteve novamente, um pior resultado entre os grupos. O melhor resultado do Grupo Rotatório Piezo frente ao Grupo Piezo Rotatório, talvez se dê pelo fato do bloco de enxerto ósseo ter sido removido pela broca rotatória, como o Grupo Rotatório, que apresenta melhores resultados frente aos grupos. Esteves *et al.*<sup>60</sup> também demonstraram em sua análise imunoistoquímica que não houve diferença nas expressões de VEGF, CAS-3, OPG, RANK L e OCN, quando as osteotomias foram realizadas por piezocirurgia ou por brocas rotatórias convencionais nos períodos de análise, indicando nenhuma alteração durante a regeneração e remodelação óssea, como encontrado em nossos Grupos Rotatório e Piezo. Ponzoni *et al.*<sup>82</sup>, e Mouraret *et al.*<sup>89</sup> também evidenciaram que a expressão de OCN, foi semelhante entre os grupos piezo e brocas rotatórias. Em relação a expressão da proteína TRAP, que caracteriza osteoclastos em atividade, houve marcação moderada nos dois períodos analisados em todos os grupos.

Os resultados da quantificação celular frente a osteócitos, osteoblastos e osteoclastos, reforçam nossos achados imunoistoquímicos e histométricos de tecido ósseo neoformado. Visto que, os Grupos Rotatório e Piezo, demonstraram maiores

quantidades de osteócitos e osteoblastos, apresentando diferença estatística com os Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório, e conseqüentemente, obtiveram maior neoformação óssea, já que, estas são as principais células osteogênicas. Apesar do Grupo Rotatório expor maiores números destas células frente ao Grupo Piezo, há uma certa similaridade de resultados entre os grupos. Os Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório manifestaram maiores quantidades de osteoclastos em comparação aos Grupos Rotatório e Piezo, em todos os períodos de análise, tendo diferença estatística entre os grupos nos períodos de 30 e 60 dias, e talvez, por este fator, tenham obtido piores resultados frente ao processo de reparo ósseo, dado que, osteoclastos são responsáveis pela reabsorção do tecido ósseo.

Quanto a microtomografia computadorizada, em relação ao volume ósseo, o Grupo Rotatório mostrou maiores índices nos períodos de 15 e 30 dias, apresentando diferença estatística com os outros grupos, porém, aos 60 dias o Grupo Piezo obteve maior volume ósseo neoformado, com diferença estatística entre os grupos, já os Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório demonstraram menor volume ósseo neformado em relação aos outros dois grupos em todos os períodos de análise, confirmando mais uma vez, a superioridade de reparo dos Grupos Rotatório e Piezo. Apesar do Grupo Piezo manifestar maior volume ósseo neoformado, nos resultados da porcentagem de volume ósseo, o Grupo Rotatório ressaltou melhores índices aos 60 dias, tendo diferença estatística com todos os grupos, concluindo que este grupo obteve melhor resultado frente a neoformação de tecido ósseo, como visto na literatura<sup>76</sup>. Os Grupo Rotatório Piezo e Piezo Rotatório, não apresentaram resultados tão destoantes quando comparados aos grupos Rotatório e Piezo, aos 15 e 30 dias, porém, aos 60 dias observa-se uma queda considerável nos índices do Grupo Piezo Rotatório, o Grupo Rotatório Piezo até demonstra uma melhora em seu índice, porém muito abaixo dos Grupos Rotatório e Piezo, tendo diferença estatística entre estes grupos, resultando em uma maior reabsorção do tecido ósseo.

No que diz respeito as análises microtomográficas sobre resistência óssea, observamos que o Grupo Rotatório e Piezo, demonstraram ossos neoformados mais resistentes, visto que, na análise de espessura trabecular óssea o Grupo Rotatório deteve de melhores resultados aos 15 e 60 dias, com diferença estatística entre os Grupos Piezo e Piezo Rotatório; e relativo a análise do número de trabéculas, o

Grupo Piezo apresentou melhores resultados aos 15 e 60 dias, com diferença estatística entre os grupos nestes períodos, esta análise também nos dá um parecer sobre a resistência óssea, pois, quanto mais elevado o número de trabéculas, mais resistente será o tecido, novamente mostrando a similaridade dos Grupos Rotatório e Piezo quanto ao reparo ósseo, uma vez que ambos os grupos apresentaram maior resistência. Os Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório seguem o padrão de portarem menores índices em ambas análises, evidenciando um reparo ósseo menos resistente. Quanto ao espessamento entre as trabéculas o Grupo Rotatório Piezo atingiu maiores índices nos três períodos de análise, apresentando diferença estatística com todos os grupos, seguido pelo Grupo Piezo Rotatório, que também apresentou maiores resultados aos 30 e 60 dias, tendo diferença estatística com os Grupos Rotatório e Piezo, com isso, os Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório demonstraram neoformação óssea menos resistente e de baixa qualidade. Em relação a porosidade, mais uma vez, o Grupo Rotatório Piezo expos maiores médias em todos os períodos de análise, tendo diferença estatística aos 15 dias com os Grupos Rotatório e Piezo Rotatório, aos 30 com os Grupos Rotatório, Piezo e Piezo Rotatório, e aos 60 dias Grupos Rotatório e Piezo, salientando, que os Grupos Rotatório Piezo e Piezo Rotatório obtiveram um reparo ósseo de menor qualidade, pois, quanto maior a porosidade mais fraco e frágil o tecido ósseo neoformado.

A utilização da piezocirurgia segundo a literatura parece estar relacionada a um reparo e remodelação óssea mais favorável<sup>46,57,58</sup>. Entretanto, em nossos resultados não foi observado superioridade no que se diz respeito aos resultados da expressão de osteocalcina, osteócitos, osteoblastos, ou formação óssea em relação ao Grupo Rotatório. Com isso, as afirmações de que o ultrassom piezoelétrico tenha melhores propriedades osteogênicas não foram justificadas neste estudo.

O Grupo Piezo talvez não tenha alcançado os resultados previstos na literatura, devido esta pesquisa ter utilizado de um bloco ósseo cortical para realização dos enxertos autógenos em bloco, visto que Siroli *et al.*<sup>93</sup>. avaliaram o impacto da piezocirurgia na consolidação ao redor de implantes quando comparada à perfuração por brocar rotatórias, e constatou-se que, o preparo por brocas rotatórias obteve melhores resultados em osso cortical, e a piezocirurgia em osso esponjoso<sup>93</sup>.



Uma possível limitação deste estudo seria a ausência de períodos de análise mais curtos, como de 3 e 7 dias, onde seria possível examinar com maior detalhe os processos de inflamação e revascularização.

Diante dos resultados, conclui-se que, a utilização de broca rotatória e da piezocirurgia foram semelhantes quanto a integração do enxerto ósseo autógeno em bloco, enquanto, a combinação das técnicas não aparenta ser vantajosa, dado que, os Grupos Rotatorio Piezo e Piezo Rotatorio obtiveram resultados inferiores relacionados a neoformação óssea na interface leito/enxerto, e quanto sua qualidade óssea do reparo.

## REFERÊNCIAS

1. BAIJU, R. M. *et al.* Surgical management of autogenous bone block graft exposure followed by prosthetic rehabilitation of thin residual ridge. **J. Indian Soc. Periodontol.**, v. 26, n. 2, p. 186-191, Mar. 2022. DOI: 10.4103/jisp.jisp\_125\_21.
2. STERN, A.; BARZANI, G. Autogenous bone harvest for implant reconstruction. **Dent. Clin. North Am.**, v. 59, n. 2, p. 409-420, Jan. 2015. DOI: 10.1016/j.cden.2014.10.011.
3. NKENKE, E.; NEUKAM, F. W. Autogenous bone harvesting and grafting in advanced jaw resorption: morbidity, resorption and implant survival. **Eur. J. Oral Implantol.**, v. 7, suppl 2, p. S203-S217, 2014.
4. NKENKE, E. *et al.* Morbidity of harvesting of retromolar bone grafts: a prospective study. **Clin. Oral Implants Res.**, v. 13, n. 5, p. 514-521, Oct. 2002. DOI: 10.1034/j.1600-0501.2002.130511.x.
5. JIMI, E. *et al.* The current and future therapies of bone regeneration to repair bone defects. **Int. J. Dent.**, v. 2012, Mar. 2012. DOI: 10.1155/2012/148261.
6. DONKIEWICZ, P. *et al.* Survival rates of dental implants in autogenous and allogeneic bone blocks: a systematic review. **Medicina**, v. 57, n. 12, p. 1388, Dec. 2021. DOI: 10.3390/medicina57121388
7. ORSINI, G. *et al.* Surface analysis of machined versus sandblasted and acid-etched titanium implants. **Int. J. Oral Maxillofac. Implants**, v. 15, n. 6, p. 779-784, Dec. 2000.
8. RENOUEARD, F.; NISAND, D. Short implants in the severely resorbed maxilla: a 2-year retrospective clinical study. **Clin. Implant Dent. Relat. Res.**, v. 7, p. s104-s110, 2005. DOI: 10.1111/j.1708-8208.2005.tb00082.x.
9. KNÖFLER, W. *et al.* Retrospective analysis of 10,000 implants from insertion up to 20 years: analysis of implantations using augmentative procedures. **Int. J. Implant Dent.**, v. 2, n. 1, p. 1-10, Dec. 2016. DOI: 10.1186/s40729-016-0061-3.
10. MIYAMOTO, I. *et al.* Alveolar ridge reconstruction with titanium mesh and autogenous particulate bone graft: computed tomography-based evaluations of augmented bone quality and quantity. **Clin. Implant Dent. Relat. Res.**, v. 14, n. 2, p. 304-311, Apr. 2012. DOI: 10.1111/j.1708-8208.2009.00257.x.
11. JEMT, T.; LEKHOLM, U. Single implants and buccal bone grafts in the anterior maxilla: Measurements of buccal crestal contours in a 6-year prospective clinical study. **Clin. Implant Dent. Relat. Res.**, v. 7, n. 3, p. 127-135, 2005. DOI: 10.1111/j.1708-8208.2005.tb00056.x.
12. CHIAPASCO, M. *et al.* Alveolar distraction osteogenesis vs. vertical guided bone regeneration for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a 1–3-year

prospective study on humans. **Clin. Oral Implants Res.**, v. 15, n. 1, p. 82-95, Feb. 2004. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2004.00999.x

13. TAKAHASHI, T. *et al.* Long-term follow-up of dental implants placed in a grafted alveolar cleft: evaluation of alveolar bone height. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 105, n. 3, p. 297-302, Mar. 2008. DOI: 10.1016/j.tripleo.2007.07.005.

14. MERLI, M.; MIGANI, M.; ESPOSITO, M. Vertical ridge augmentation with autogenous bone grafts: resorbable barriers supported by osteosynthesis plates versus titanium-reinforced barriers. A preliminary report of a blinded, randomized controlled clinical trial. **Int. J. Oral Maxillofac. Implants**, v. 22, n. 3, p. 373-382, May/Jun. 2007.

15. GUOQIANG, M. A.; CHAOAN, W. U.; SHAO, M. Simultaneous implant placement with autogenous onlay bone grafts: a systematic review and meta-analysis. **Int. J. Implant Dent.**, v. 7, n. 1, p. 1-11, Apr. 2021. DOI: 10.1186/s40729-021-00311-4.

16. ELNAYEF, B. *et al.* The fate of lateral ridge augmentation: a systematic review and meta-analysis. **Int. J. Oral Maxillofac. Implants**, v. 33, n. 3, p. 622-635, May 2018. DOI: 10.11607/jomi.6290.

17. TOLEDANO-SERRABONA, J. *et al.* Alveolar distraction osteogenesis for dental implant treatments of the vertical bone atrophy: a systematic review. **Med Ora, Patol Oral Cir Bucal.**, v. 24, n. 1, p. e70-e75, Jan 2019. DOI: 10.4317/medoral.22750.

18. CLEMENTINI, M. *et al.* Success rate of dental implants inserted in autologous bone graft regenerated areas: a systematic review. **Oral Implantol.**, v. 4, n. 3-4, p. 3-10, Apr 2011.

19. JANJUA, O.S. *et al.* Autogenous tooth bone grafts for repair and regeneration of maxillofacial defects: a narrative review. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 19, n. 6, p. 3690, Mar. 2022. DOI: 10.3390/ijerph19063690.

20. GOYAL, S. *et al.* Comparative bone graft evaluation for dental implant success: an evidence-based review. **J. Long Term Eff. Med. Implants**, v. 31, n. 3, p. 33-44, 2021. DOI:10.1615/JLongTermEffMedImplants.2021038292.

21. KLOSS, F. R.; OFFERMANN, V.; KLOSS- BRANDSTÄTTER, A. Comparison of allogeneic and autogenous bone grafts for augmentation of alveolar ridge defects: a 12-month retrospective radiographic evaluation. **Clin. Oral Implants Res.**, v. 29, n. 11, p. 1163-1175, Nov. 2018. DOI: 10.1111/clr.13380.

22. BOYAN, B. D. *et al.* Osteoinductive ability of human allograft formulations. **J Periodontol.**, v. 77, n. 9, p. 1555- 1563, Sep. 2006. DOI: 10.1902/jop.2006.060019.

23. BIGHAM, A. S. *et al.* Xenogenic demineralized bone matrix and fresh autogenous cortical bone effects on experimental bone healing: radiological,

histopathological and biomechanical evaluation. **J. Orthop. Traumatol.**, v. 9, n. 2, p. 73- 80, Jun. 2008. DOI: 10.1007/s10195-008-0006-6.

24. MAH, J. *et al.* The efficacy of various alloplastic bone grafts on the healing of rat calvarial defects. **Eur. J. Orthod.**, v. 26, n. 5, p. 475-482, Oct. 2004. DOI: 10.1093/ejo/26.5.475.

25. ALBREKTSSON, T.; JOHANSSON, C. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. **Eur. Spine J.**, v. 10, n. 2, p. S96-S101, Oct. 2001. DOI: 10.1007/s005860100282.

26. MENDOZA-AZPUR, G. *et al.* Horizontal ridge augmentation with guided bone regeneration using particulate xenogenic bone substitutes with or without autogenous block grafts: a randomized controlled trial. **Clin. Implant Dent. Relat. Res.**, v. 21, n. 4, p. 521-530, Aug. 2019. DOI: 10.1111/cid.12740.

27. HAMEED, M. H. *et al.* Vertical ridge gain with various bone augmentation techniques: a systematic review and meta-analysis. **J. Prosthodont.**, v. 28, n. 4, p. 421-427, Apr. 2019. DOI: 10.1111/jopr.13028.

28. KHOURY, F.; KHOURY, C. Mandibular bone block grafts: diagnosis, instrumentation, harvesting techniques and surgical procedures. *In*: KHOURY, F.; ANTOUN, H.; MISSIKA, P. (Eds.). **Bone augmentation in oral implantology**. Berlin: Quintessence, 2007. p. 115-212.

29. CARVALHO, P. S. P. *et al.* Enxerto autógeno: da biologia aos acidentes e transtornos pós-operatórios. *In*: QUERIDO, M. R. M.; FAN, Y. L. **Implantes osseointegrados**. São Paulo: Artes Médicas, 2004. p.161-180.

30. MIRON, R. J. *et al.* Osteogenic potential of autogenous bone grafts harvested with four different surgical techniques. **J. Dent. Res.**, v. 90, n. 12, p. 1428-1433, Dec. 2011. DOI: 10.1177/0022034511422718.

31. SCHEERLINCK, L. M. E. *et al.* Donor site complications in bone grafting: comparison of iliac crest, calvarial, and mandibular ramus bone. **Int. J. Oral Maxillofac. Implants**, v. 28, n. 1, p. 222-227, Jan./Feb. 2013. DOI: 10.11607/jomi.2603.

32. REISSMANN, D. R. *et al.* Impact of donor site for bone graft harvesting for dental implants on health-related and oral health-related quality of life. **Clin Oral Implants Res.**, v. 24, n. 6, p. 698-705, Jun. 2013. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2012.02464.x.

33. REISSMANN, D. R.; POXLEITNER, P.; HEYDECKE, G. Location, intensity, and experience of pain after intra-oral versus extra-oral bone graft harvesting for dental implants. **J. Dent.**, v. 79, p. 102-106, Dec. 2018. DOI: 10.1016/j.jdent.2018.10.011.

34. KIM, Y. K. *et al.* Bone grafts using autogenous tooth blocks: a case series. **Implant Dent.**, v. 22, n. 6, p. 584-589, Dec. 2013. DOI: 10.1097/ID.0000000000000011.

35. KIM, Y. K. *et al.* Analysis of the inorganic component of autogenous tooth bone graft material. **J. Nanosci. Nanotechnol.**, v. 11, n. 8, p. 7442-7445, Aug. 2011. DOI: 10.1166/jnn.2011.4857.
36. SHAHNASERI, S. *et al.* Comparison of autogenous bone graft and tissue-engineered bone graft in alveolar cleft defects in canine animal models using digital radiography. **Indian J. Dent. Res.**, v. 31, n. 1, p. 118, Jan./Feb. 2020. DOI: 10.4103/ijdr.IJDR\_156\_18.
37. AGHALOO, T. L. *et al.* Bone augmentation of the edentulous maxilla for implant placement: a systematic review. **Int. J. Oral Maxillofac. Implants**, v. 31, suppl., p. S19-S30, 2016. DOI: 10.11607/jomi.16suppl.g1.
38. SCHMITT, C. M. *et al.* Histological results after maxillary sinus augmentation with Straumann® BoneCeramic, Bio-Oss®, Puros®, and autologous bone: a randomized controlled clinical trial. **Clin. Oral Implants Res.**, v. 24, n. 5, p. 576-585, May 2013. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2012.02431.x.
39. SANTOS, P. L. *et al.* Bone substitutes for peri-implant defects of postextraction implants. **Int J Biomater.**, v. 2013, Dec 2013. DOI: 10.1155/2013/307136.
40. KIM, Y. K. *et al.* Bone grafts using autogenous tooth blocks: a case series. **Implant Denti.**, v. 22, n. 6, p. 584-589, Dec. 2013. DOI: 10.1097/ID.000000000000011.
41. KANG, Y. H. *et al.* Stability of simultaneously placed dental implants with autologous bone grafts harvested from the iliac crest or intraoral jaw bone. **BMC Oral Health**, v. 15, n. 1, p. 1-11, Dec. 2015. DOI: 10.1186/s12903-015-0156-x.
42. PEÑARROCHA-DIAGO, M. *et al.* Localized lateral alveolar ridge augmentation with block bone grafts: simultaneous versus delayed implant placement: a clinical and radiographic retrospective study. **Int. J. Oral Maxillofac. Implants**, v. 28, n. 3, p. 846-853, May/Jun. 2013. DOI: 10.11607/jomi.2964.
43. CARVALHO, P. S. P. *et al.* Enxerto autógeno: da biologia aos acidentes e transtornos pós-operatórios. In: QUERIDO, M. R. M; FAN, Y. L. **Implantes osseointegrados**. São Paulo: Artes Médicas, 2004. p. 161-180.
44. CHIRIAC, G. *et al.* Autogenous bone chips: influence of a new piezoelectric device (Piezosurgery®) on chip morphology, cell viability and differentiation. **J. Clin. Periodontol.**, v. 32, n. 9, p. 994-999, Sep. 2005. DOI: 10.1111/j.1600-051X.2005.00809.x.
45. SPRINGER, I. N. G *et al.* Particulated bone grafts—effectiveness of bone cell supply. **Clin. Oral Implants Res.**, v. 15, n. 2, p. 205-212, Apr. 2004. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2004.00976.x.
46. SENDYK, D. I. *et al.* Conventional drilling versus piezosurgery for implant site preparation: a meta-analysis. **J. Oral Implantol.**, v. 44, n. 5, p. 400-405, Out. 2018. DOI: 10.1563/aaid-joi-D-17-00091.

47. BAKER, J. A. *et al.* Piezoelectric vs. conventional implant site preparation: ex vivo implant primary stability. **Clin. Oral Implants Res.**, v. 23, n. 4, p. 433-437, Apr. 2012. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2011.02286.x.
48. YANG, B. E; GIROD, S. Efficacy of bone healing in calvarial defects using piezoelectric surgical instruments. **J. Craniofac. Surg.**, v. 25, n. 1, p. 149-153, Jan. 2014. DOI: 10.1097/SCS.0000000000000382.
49. HOBKIRK, J. A.; RUSINIAK, K. Metallic contamination of bone during drilling procedures. **J. Oral Surg.**, v. 36, n. 5, p. 356-360, May 1978.
50. PEREIRA, C. C. S. *et al.* Piezosurgery applied to implant dentistry: clinical and biological aspects. **J. Oral Implantol.**, v. 40, n. S1, p. 401-408, Jul. 2014. DOI: 10.1563/AAID-JOI-D-11-00196.
51. EGGERS, G. *et al.* Piezosurgery®: an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. **Br. J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 42, n. 5, p. 451-453, Oct. 2004. DOI: 10.1016/j.bjoms.2004.04.006.
52. SCHALLER, B. J. *et al.* Piezoelectric bone surgery: a revolutionary technique for minimally invasive surgery in cranial base and spinal surgery? Technical note. **Neurosurg.**, v. 57, suppl. 4, p. E410, Oct. 2005. DOI: 10.1227/01.neu.0000176700.77461.c9.
53. VERCELLOTTI, T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. **Minerva Stomatol.**, v. 53, n. 5, p. 207-214, May 2004.
54. HOIGNE, D. J. *et al.* Piezoelectric osteotomy in hand surgery: first experiences with a new technique. **BMC Musculoskelet. Disord.**, v. 7, n. 1, p. 1-4, Apr. 2006. DOI: 10.1186/1471-2474-7-36.
55. VERCELLOTTI, T. *et al.* Osseous response following resective therapy with piezosurgery. **Int. J. Periodontics Restorative Dent.**, v. 25, n. 6, p. 543-549, Dec. 2005.
56. FLEMMIG, T. F. *et al.* Working parameters of a sonic scaler influencing root substance removal in vitro. **Clin. Oral Investig.**, v. 1, n. 2, p. 55-60, Jun. 1997. DOI: 10.1007/s007840050011.
57. PRETI, G. *et al.* Cytokines and growth factors involved in the osseointegration of oral titanium implants positioned using piezoelectric bone surgery versus a drill technique: a pilot study in minipigs. **J. Periodontol.**, v. 78, n. 4, p. 716-722, Apr. 2007. DOI: 10.1902/jop.2007.060285.
58. ÁVILA KFOURI, F. *et al.* Piezoelectric osteotomy for the placement of titanium implants in rabbits: histomorphometry study. **Clin. Oral Implants Res.**, v. 25, n. 10, p. 1182-1188, Oct. 2014. DOI: 10.1111/clr.12229.



59. SALAMI, A. *et al.* Piezosurgery® in the excision of middle-ear tumors: effects on mineralized and non-mineralized tissues. **Med. Sci. Monit.**, v. 13, n. 12, p. 125-129, Dec. 2007.
60. ESTEVES, J. C. *et al.* Dynamics of bone healing after osteotomy with piezosurgery or conventional drilling—histomorphometrical, immunohistochemical, and molecular analysis. **J. Transl. Med.**, v. 11, n. 1, p. 1-13, Sep. 2013. DOI: 10.1186/1479-5876-11-221.
61. MA, L. *et al.* Healing of osteotomy sites applying either piezosurgery or two conventional saw blades: a pilot study in rabbits. **Int. Orthop.**, v. 37, p. 1597-1603, Aug. 2013. DOI: 10.1007/s00264-013-1908-3.
62. BERENGO, M. *et al.* Histomorphometric evaluation of bone grafts harvested by different methods. **Minerva Stomatol.**, v. 55, n. 4, p. 189-198, Apr. 2006.
63. ŞİMŞEK, S. *et al.* Histomorphometric evaluation of bone formation in peri-implant defects treated with different regeneration techniques: an experimental study in a rabbit model. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 74, n. 9, p. 1757- 1764, Sep. 2016. DOI: 10.1016/j.joms.2016.05.026.
64. ROBERTS, W. E. Fisiologia, metabolismo e biomecânica do osso. *In*: MISCH, C. E.; PASOLINI, I. J. **Implantes dentais contemporâneos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 557-598.
65. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Medicamentos utilizados nos protocolos de pesquisas CEUA Unesp Araçatuba**. Disponível em: [https://www.foa.unesp.br/Home/pesquisa/comissoes/comissaodeeticanosodeanimais/tabela-medicamentos-para-uso-em-animais\\_ceua.pdf](https://www.foa.unesp.br/Home/pesquisa/comissoes/comissaodeeticanosodeanimais/tabela-medicamentos-para-uso-em-animais_ceua.pdf). Acesso em: 15 maio 2024.
66. QUEIROZ, T. P. *et al.* Commercially pure titanium implants with surfaces modified by laser beam with and without chemical deposition of apatite. Biomechanical and topographical analysis in rabbits. **Clin. Oral Implants Res.**, v. 24, n. 8, p. 896- 903, Aug. 2013. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2012.02471
67. SOUZA, F. A. *et al.* Comparative in vivo study of commercially pure Ti implants with surfaces modified by laser with and without silicate deposition: biomechanical and scanning electron microscopy analysis. **J. Biomed. Mater Res. B Appl. Biomater.**, v. 101, n. 1, p. 76-84, Jan. 2013. DOI: 10.1002/jbm.b.32818.
68. FREIRE, A. R. *et al.* Histometric analysis of bone repair in bone-implant interface using a polylactic/polyglycolic acid copolymer associated with implants in rabbit tibia. **J. Oral Implantol.**, v. 38, n. S1, p. 449-457, Sep. 2012. DOI: 10.1563/AAID-JOI-D-10-00102.
69. ROCHA, F. S. *et al.* Effect of different storage media on the regenerative potential of autogenous bone grafts: a histomorphometrical analysis in rabbits. **J. Oral Implantol.**, v. 39, n. 6, p. 635-642, Dec. 2013. DOI: 10.1563/AAID-JOI-D-11-00020.

70. SASKA, S. *et al.* Fixation of autogenous bone grafts with ethyl-cyanoacrylate glue or titanium screws in the calvaria of rabbits. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 38, n. 2, p. 180-186, Feb. 2009. DOI: 10.1016/j.ijom.2008.12.004.
71. PELEGRINE, A. A. *et al.* The comparative analysis of homologous fresh frozen bone and autogenous bone graft, associated or not with autogenous bone marrow, in rabbit calvaria: a clinical and histomorphometric study. **Cell Tissue Bank.**, v. 12, p. 171-184, Aug. 2011. DOI: 10.1007/s10561-010-9178-4
72. BIGUETTI, C. C. *et al.* Medication-related osteonecrosis of the jaws after tooth extraction in senescent female mice treated with zoledronic acid: Microtomographic, histological and immunohistochemical characterization. **PLoS One.**, v. 14, n. 6, p. e0214173, Jun. 2019. DOI: 10.1371/journal.pone.0214173.
73. BIGUETTI, C. C. *et al.* Oral implant osseointegration model in C57Bl/6 mice: microtomographic, histological, histomorphometric and molecular characterization. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 26, p. e20170601, Jun. 2018. DOI: 10.1590/1678-7757-2017-0601.
74. GARBIN JUNIOR, E. A. *et al.* Potential of autogenous or fresh-frozen allogeneic bone block grafts for bone remodelling: a histological, histometrical, and immunohistochemical analysis in rabbits. **Br. J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 55, n. 6, p. 589-593, Jul. 2017. DOI: 10.1016/j.bjoms.2017.03.004.
75. PEDROSA-JUNIOR, W. F. *et al.* Immunohistochemical, tomographic and histological study on onlay bone graft remodeling. Part II: calvarial bone. **Clin. Oral Implants Res.**, v. 20, n. 11, p. 1254-1264, Nov. 2009. DOI:10.1111/j.1600-0501.2009.01747.x.
76. SENOS, R.; HANKENSON, K. D. Calvaria critical-size defects in rats using piezoelectric equipment: A comparison with the classic trephine. **Injury**, v. 51, n. 7, p. 1509-1514, May 2020. DOI: 10.1016/j.injury.2020.04.041.
77. CARVALHO, P. S. P. *et al.* Maxillary reconstruction using calvarial bone grafts. Technique and operator difficulties. **Implant News**, v. 3, p. 572-577, 2006.
78. LIU, J. *et al.* Piezosurgery vs conventional rotary instrument in the third molar surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **J. Dent. Sci.**, v. 13, n. 4, p. 342-349, Aug. 2018. doi: 10.1016/j.jds.2016.09.006.
79. KERAWALA, C. J. *et al.* The effects of operator technique and bur design on temperature during osseous preparation for osteosynthesis self-tapping screws. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 88, n. 2, p. 145-150, Aug. 1999.
80. OTAKE, Y. *et al.* Experimental comparison of the performance of cutting bone and soft tissue between piezosurgery and conventional rotary instruments. **Sci. Rep.**, v. 8, n. 1, p. 17154, Nov. 2018. DOI: 10.1038/s41598-018-35295-6.
81. RULLO, R. *et al.* Piezoelectric device vs. conventional rotative instruments in impacted third molar surgery: relationships between surgical difficulty and

postoperative pain with histological evaluations. **J. CranioMaxillofac. Surg.**, v. 41, n. 2, p. e33-e38, Mar. 2013. DOI: 10.1016/j.jcms.2012.07.007.

82. PONZONI, D. *et al.* Evaluation of immediate cell viability and repair of osteotomies for implants using drills and piezosurgery. A randomized, prospective, and controlled rabbit study. **Clin. Implant Dent. Relat. Res.**, v. 22, n. 3, p. 250-260, Jun. 2020. DOI: 10.1111/cid.12907.

83. GOYAL, M. *et al.* Comparative evaluation of surgical outcome after removal of impacted mandibular third molars using a Piezotome or a conventional handpiece: a prospective study. **Br. J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 50, n. 6, p. 556-561, Sep. 2012. DOI: 10.1016/j.bjoms.2011.10.010.

84. PIERSANTI, L. *et al.* Piezosurgery or conventional rotatory instruments for inferior third molar extractions? **J. Oral. Maxillofac. Surg.**, v. 72, n. 9, p. 1647-1652, Sep. 2014. doi: 10.1016/j.joms.2014.04.032.

85. BEZIAT, J. L *et al.* Ultrasonic osteotomy as a new technique in craniomaxillofacial surgery. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 36, n. 6, p. 493-500, Jun. 2007. DOI: 10.1016/j.ijom.2007.01.012.

86. MISTRY, F. K.; HEGDE, N. D.; HEGDE, M. N. Postsurgical consequences in lower third molar surgical extraction using micromotor and piezosurgery. **Ann. Maxillofac. Surg.**, v. 6, n. 2, p. 251, Jul./Dec. 2016. DOI: 10.4103/2231-0746.200334.

87. MANTOVANI, E. *et al.* A split-mouth randomized clinical trial to evaluate the performance of piezosurgery compared with traditional technique in lower wisdom tooth removal. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 72, n. 10, p. 1890-1897, Out 2014. DOI: 10.1016/j.joms.2014.05.002.

88. TOSUN, E. *et al.* Effects of piezoelectric surgery on bone regeneration following distraction osteogenesis of mandible. **J. Craniofac. Surg.**, v. 28, n. 1, p. 74-78, Jan. 2017. DOI: 10.1097/SCS.00000000000003213.

89. MOURARET, S. *et al.* Cell viability after osteotomy and bone harvesting: comparison of piezoelectric surgery and conventional bur. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 43, n. 8, p. 966-971, Aug. 2014. DOI: 10.1016/j.ijom.2013.11.018.

90. LIEBERMAN, J. R. *et al.* The role of growth factors in the repair of bone: biology and clinical applications. **J. Bone Joint Surg. Am.**, v. 84, n. 6, p. 1032-1044, Jun. 2002. DOI:10.2106/00004623-200206000-00022.

91. RAMMELT, S. *et al.* Osteocalcin enhances bone remodeling around hydroxyapatite/collagen composites. **J. Biomed. Mater. Res. A.**, v. 73, n. 3, p. 284-294, Jun. 2005. DOI: 10.1002/jbm.a.30263.

92. THORWARTH, M. *et al.* Expression of bone matrix proteins during de novo bone formation using a bovine collagen and platelet-rich plasma (prp): an

immunohistochemical analysis. **Biomaterials**, v. 26, n. 15, p. 2575-2584, May 2005. DOI:10.1016/j.biomaterials.2004.07.041

93. SIROLI, M. *et al.* Influence of piezosurgery on bone healing around titanium implants: a histological study in rats. **Braz. Dent. J.**, v. 27, p. 278-283, May/Jun. 2016. DOI: 10.1590/0103-6440201600161.

## ANEXOS

### ANEXO A – 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 **"Avaliação da integração do enxerto autógeno removido por brocas convencionais e por instrumental piezoelétrico. Estudo em coelhos"**, Processo FOA nº 00447-2019, sob responsabilidade de Daniela Ponzoni apresenta um protocolo experimental de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal e sua execução foi aprovada pela CEUA em 25 de Junho de 2019.

**VALIDADE DESTE CERTIFICADO:** 11 de Março de 2021.

**DATA DA SUBMISSÃO DO RELATÓRIO FINAL:** até 11 de Abril de 2021.

#### CERTIFICATE

We certify that the study entitled **"Evaluation of integration of the autogenous graft removed by conventional drills and by piezoelectric instruments. In rabbits"**, Protocol FOA nº 00447-2019, under the supervision of Daniela Ponzoni presents an experimental protocol in accordance with the Ethical Principles of Animal Experimentation and its implementation was approved by CEUA on June 25, 2019.

**VALIDITY OF THIS CERTIFICATE:** March 11, 2021.

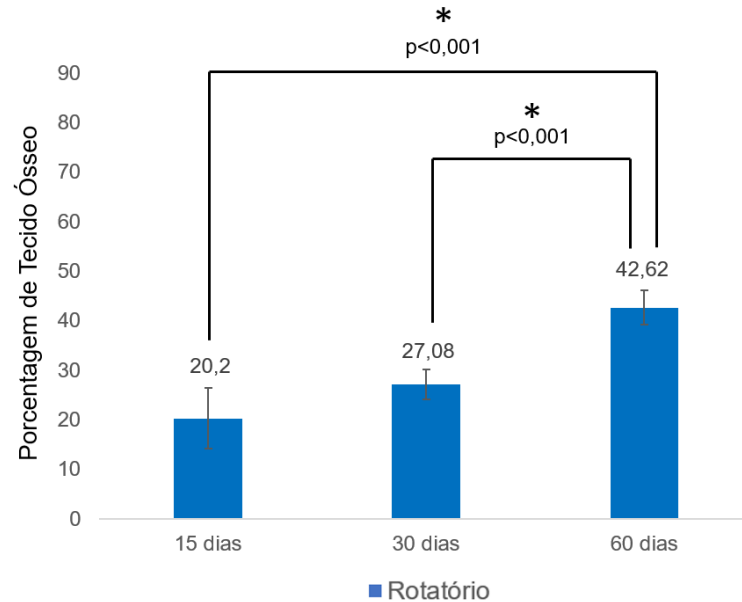
**DATE OF SUBMISSION OF THE FINAL REPORT:** April 11, 2021.

  
**Prof. Ass. Dr. Leonardo Perez Faverani**  
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

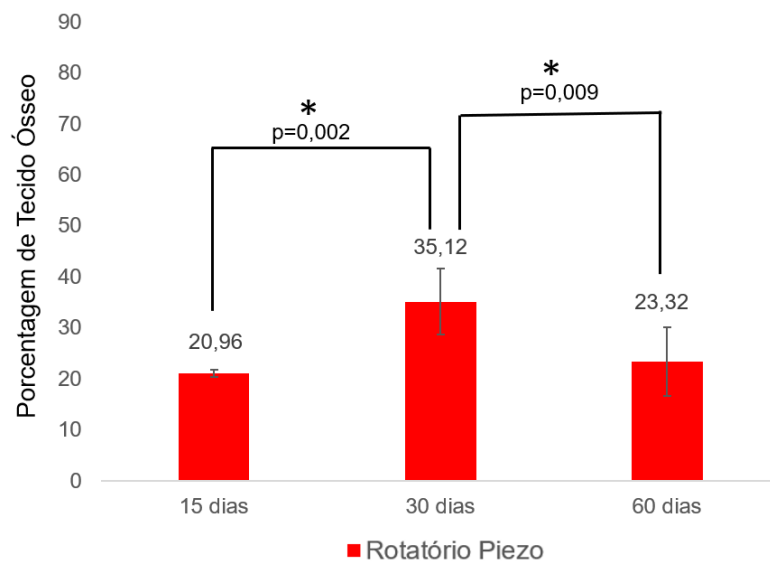
## ANEXO B – Gráficos Complementares

**Gráfico 1 - Porcentagem de formação óssea no Grupo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

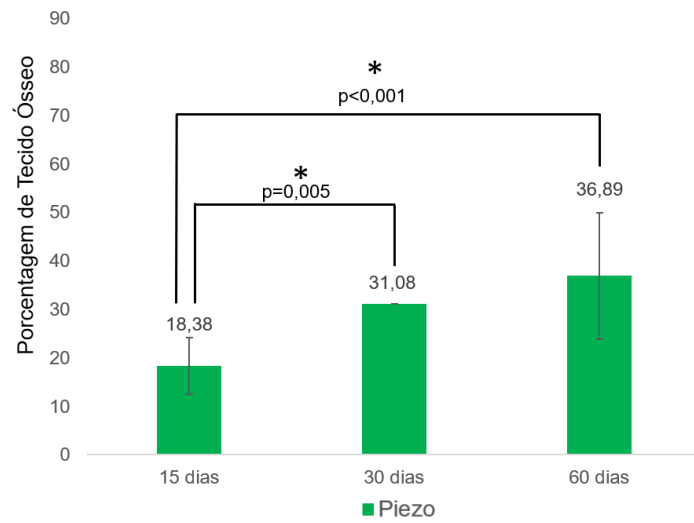
**Gráfico 2 - Porcentagem de formação óssea no Grupo Rotatório Piezo, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

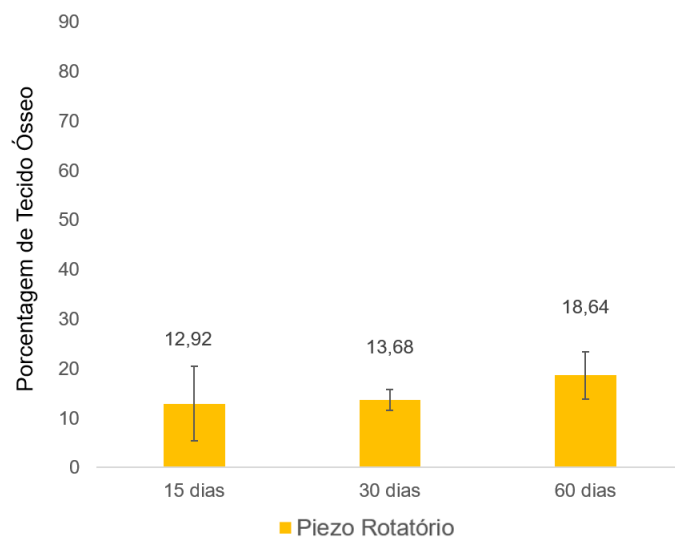


**Gráfico 3 - Porcentagem de formação óssea no Grupo Piezo, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



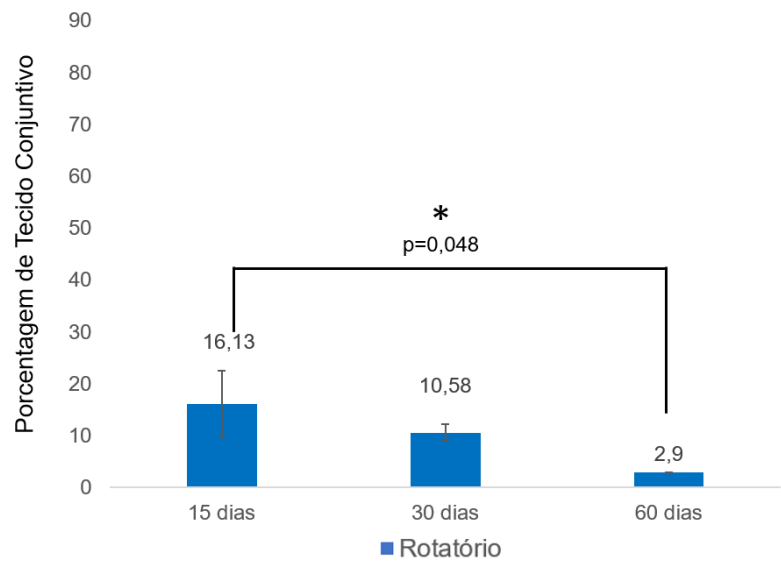
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 4 - Porcentagem de formação óssea no Grupo Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



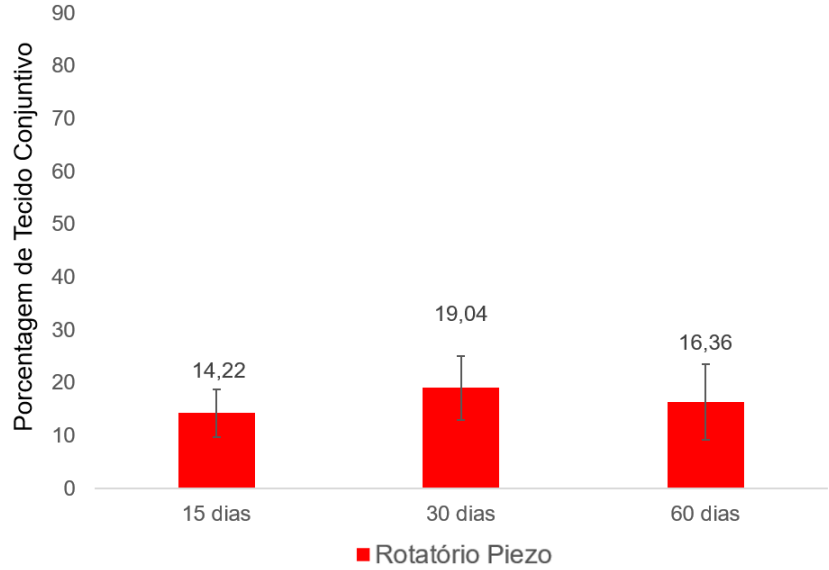
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 5 - Porcentagem de formação de tecido conjuntivo no Grupo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



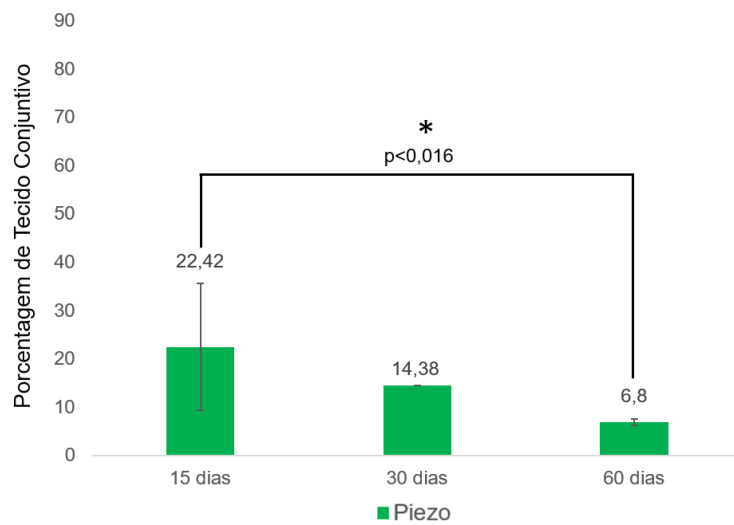
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 6 - Porcentagem de formação de tecido conjuntivo no Grupo Rotatório Piezo, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



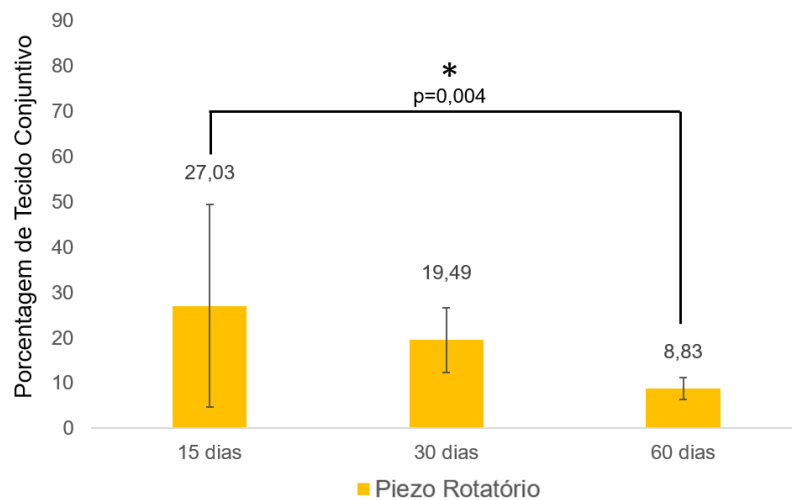
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 7 - Porcentagem de formação de tecido conjuntivo no Grupo Piezo, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



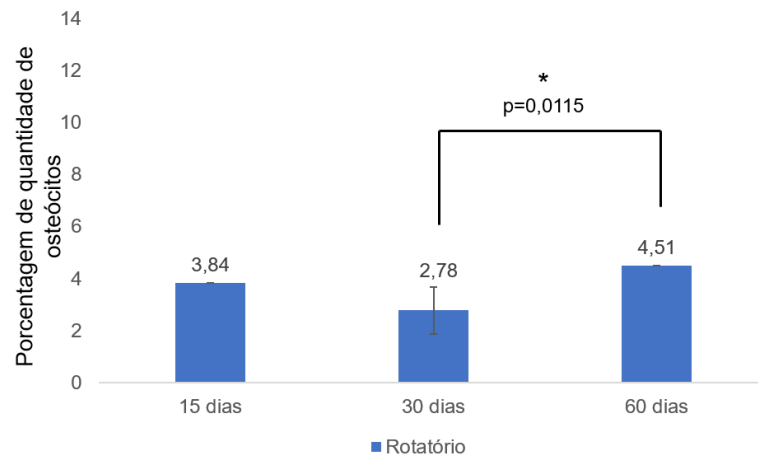
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 8 - Porcentagem de formação de tecido conjuntivo no Grupo Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



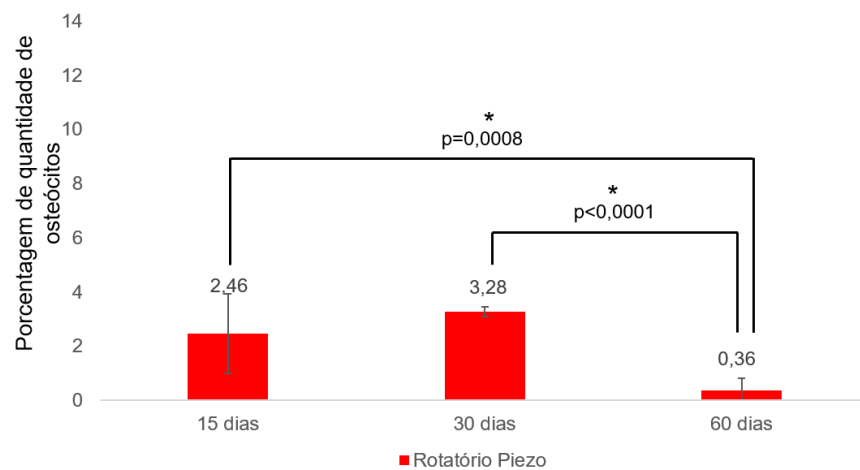
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 9 - Porcentagem da quantidade osteócitos presente no Grupo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



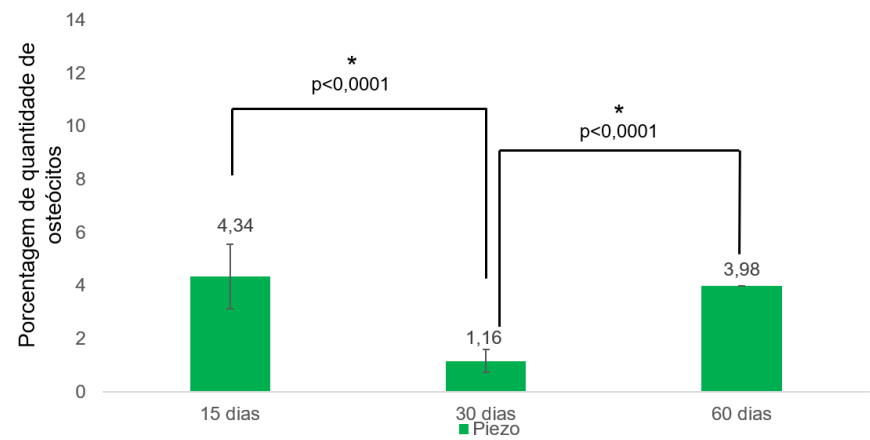
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 10 - Porcentagem da quantidade osteócitos presente no Grupo Rotatório Piezo, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



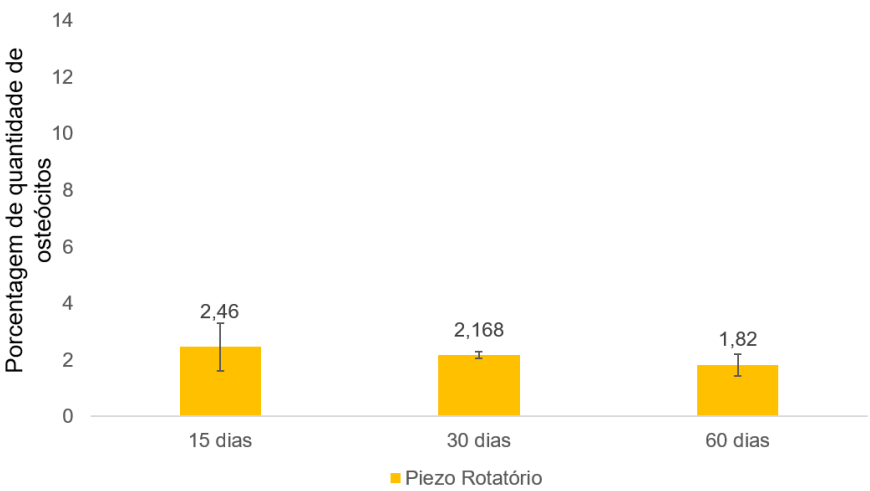
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 11 - Porcentagem da quantidade osteócitos presente no Grupo Piezo, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



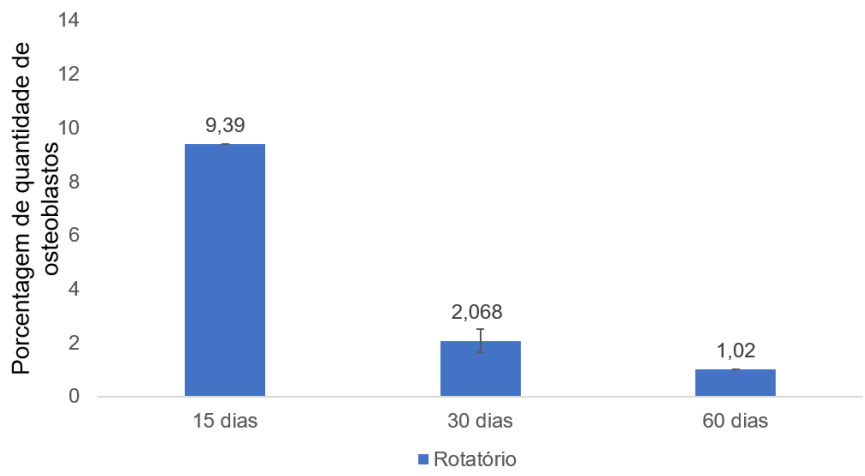
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 12 - Porcentagem da quantidade osteócitos presente no Grupo Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



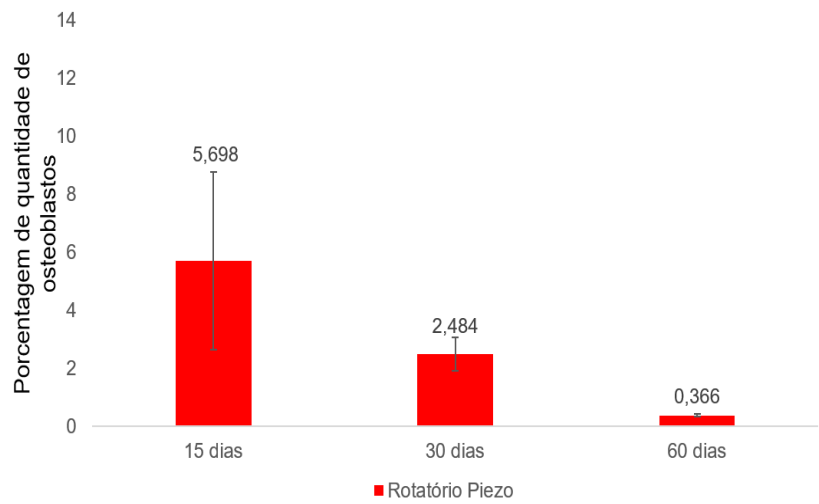
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 13 - Porcentagem da quantidade osteoblastos presentes no Grupo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

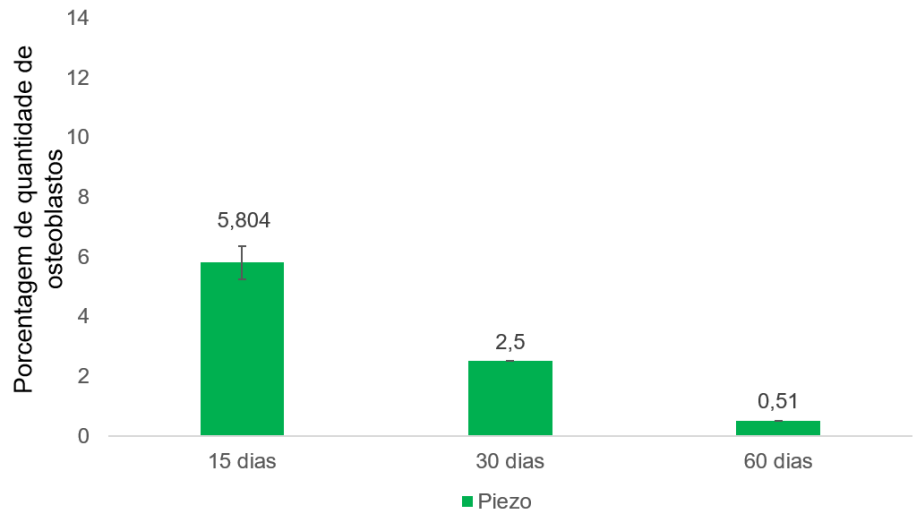
**Gráfico 14 - Porcentagem da quantidade osteoblastos presentes no Grupo Rotatório Piezo, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

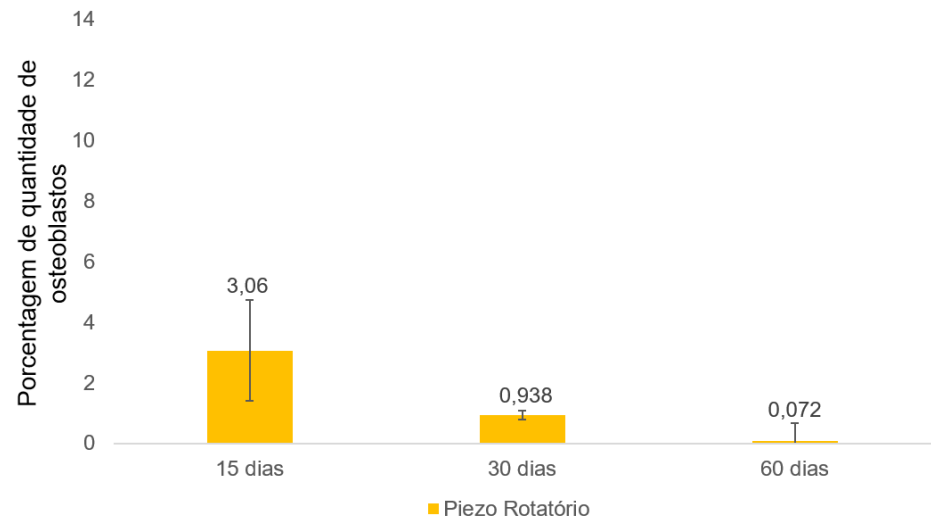


**Gráfico 15 - Porcentagem da quantidade osteoblastos presentes no Grupo Piezo, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



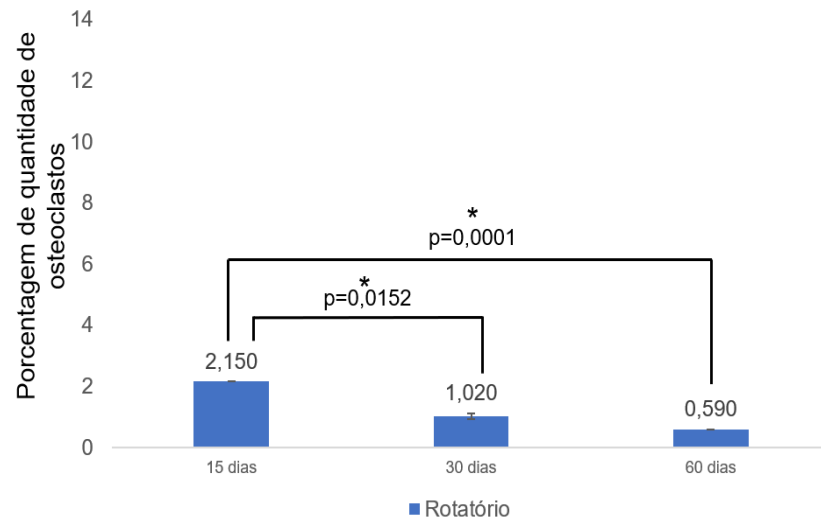
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 16 - Porcentagem da quantidade osteoblastos presentes no Grupo Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



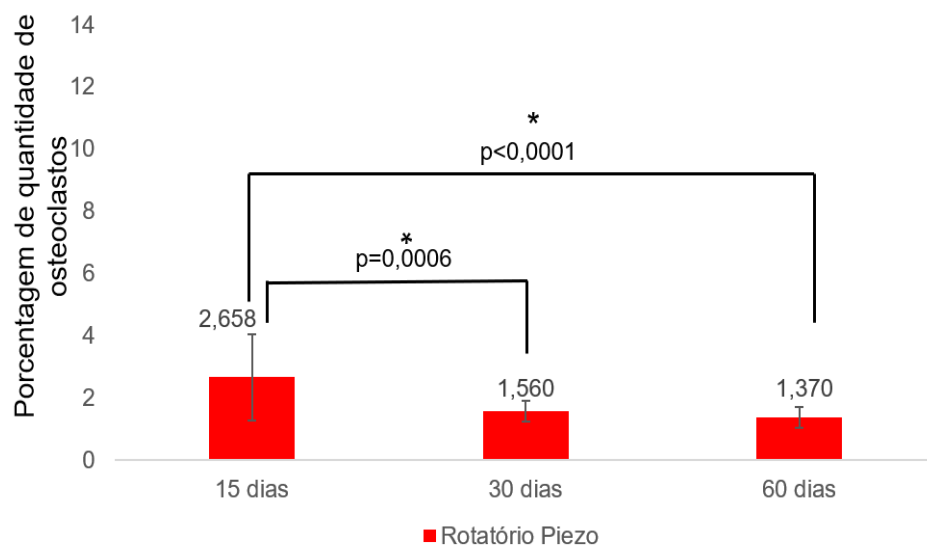
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 17 - Porcentagem da quantidade osteoclastos presentes no Grupo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



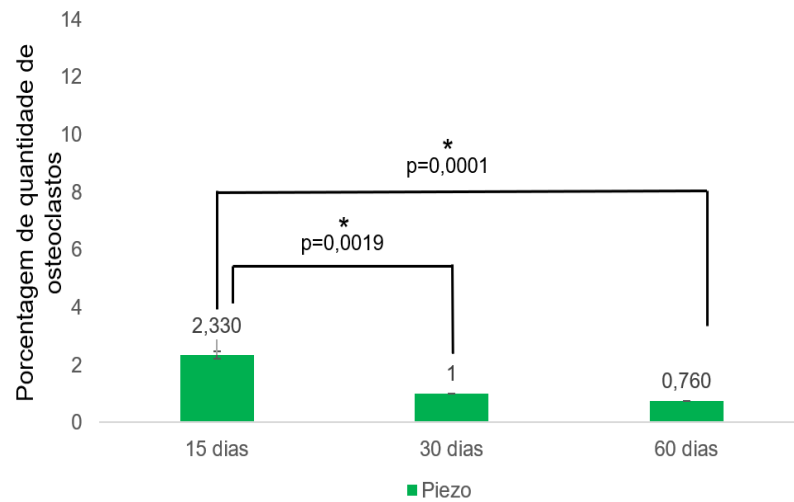
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 18 - Porcentagem da quantidade osteoclastos presentes no Grupo Rotatório Piezo, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



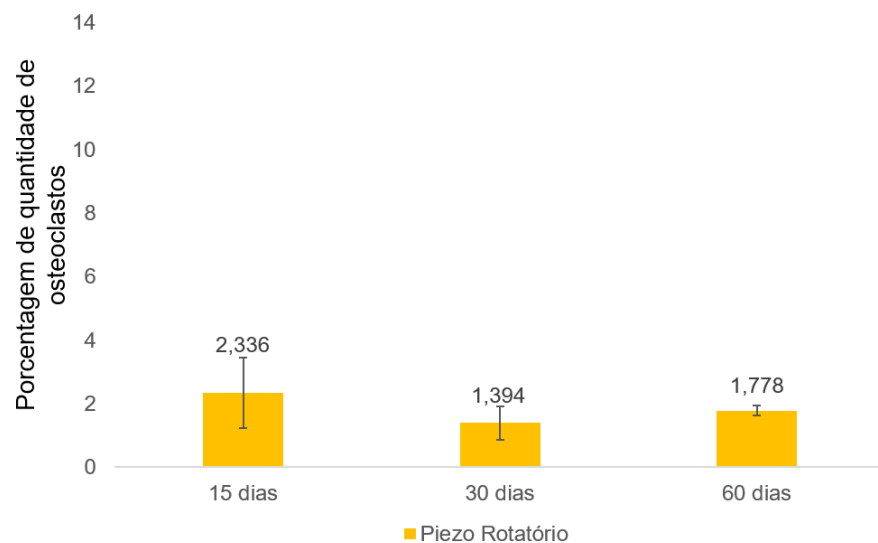
Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 19- Porcentagem da quantidade osteoclastos presentes no Grupo Piezo, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Gráfico 20 - Porcentagem da quantidade osteoclastos presentes no Grupo Piezo Rotatório, nos períodos de 15,30 e 60 dias**



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

## ANEXO C – Tabelas Complementares

**Tabela 1 - Média das porcentagens, e Desvio Padrão dos grupos em relação a quantificação da área de tecido ósseo**

| Média das porcentagens, e Desvio Padrão dos grupos em relação a quantificação da área de tecido ósseo |       |      |         |       |      |         |       |       |         |       |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---------|-------|------|---------|-------|-------|---------|-------|------|
| RT                                                                                                    | %     | DP   | RT PZ   | %     | DP   | PZ      | %     | DP    | PZ RT   | %     | DP   |
| 15 dias                                                                                               | 20,2  | 6,13 | 15 dias | 20,96 | 0,71 | 15 dias | 18,38 | 5,86  | 15 dias | 12,92 | 7,59 |
| 30 dias                                                                                               | 27,08 | 3,08 | 30 dias | 35,12 | 6,55 | 30 dias | 31,08 | 0     | 30 dias | 13,68 | 2,16 |
| 60 dias                                                                                               | 42,62 | 3,43 | 60 dias | 23,32 | 6,8  | 60 dias | 36,89 | 13,04 | 60 dias | 18,64 | 4,8  |

LEGENDA: RT– Rotatório, RT PZ – Rotatório Piezo, PZ – Piezo, PZ RT – Rotatório Piezo, DP – Desvio Padrão

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Tabela 2 - Média das porcentagens, e Desvio Padrão dos grupos em relação a quantificação da área de tecido conjuntivo**

| Média das porcentagens, e Desvio Padrão dos grupos em relação a quantificação da área de tecido conjuntivo |       |      |         |       |      |         |       |       |         |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---------|-------|------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
| RT                                                                                                         | %     | DP   | RT PZ   | %     | DP   | PZ      | %     | DP    | PZ RT   | %     | DP    |
| 15 dias                                                                                                    | 16,13 | 6,39 | 15 dias | 14,22 | 4,56 | 15 dias | 22,42 | 13,08 | 15 dias | 27,03 | 22,39 |
| 30 dias                                                                                                    | 10,58 | 1,62 | 30 dias | 19,04 | 6,05 | 30 dias | 14,38 | 0     | 30 dias | 19,49 | 7,19  |
| 60 dias                                                                                                    | 2,9   | 0,13 | 60 dias | 16,36 | 7,17 | 60 dias | 6,8   | 0,66  | 60 dias | 8,83  | 2,43  |

LEGENDA: RT– Rotatório, RT PZ – Rotatório Piezo, PZ – Piezo, PZ RT – Rotatório Piezo, DP – Desvio Padrão

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Tabela 3 - Média das porcentagens, e Desvio Padrão dos grupos em relação a quantificação celular de osteócitos**

| Média das porcentagens, e DV dos grupos em relação a quantificação de osteócitos |      |     |         |      |      |         |      |      |         |       |      |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|-----|---------|------|------|---------|------|------|---------|-------|------|
| RT                                                                               | %    | DV  | RT PZ   | %    | DV   | PZ      | %    | DV   | PZ RT   | %     | DV   |
| 15 dias                                                                          | 3,84 | 0   | 15 dias | 2,46 | 1,46 | 15 dias | 4,34 | 1,21 | 15 dias | 2,46  | 0,84 |
| 30 dias                                                                          | 2,78 | 0,9 | 30 dias | 3,28 | 0,18 | 30 dias | 1,16 | 0,43 | 30 dias | 2,168 | 0,13 |
| 60 dias                                                                          | 4,51 | 0   | 60 dias | 0,36 | 0,45 | 60 dias | 3,98 | 0    | 60 dias | 1,82  | 0,39 |

LEGENDA: RT– Rotatório, RT PZ – Rotatório Piezo, PZ – Piezo, PZ RT – Rotatório Piezo, DP – Desvio Padrão

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Tabela 4 - Média das porcentagens, e Desvio Padrão dos grupos em relação a quantificação celular de osteoblastos**

| Média das porcentagens, e DV dos grupos em relação a quantificação de osteoblastos |       |       |         |       |       |         |       |       |         |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
| RT                                                                                 | %     | DP    | RT PZ   | %     | DP    | PZ      | %     | DP    | PZ RT   | %     | DP    |
| 15 dias                                                                            | 9,39  | 0     | 15 dias | 5,698 | 3,076 | 15 dias | 5,804 | 0,553 | 15 dias | 3,06  | 1,67  |
| 30 dias                                                                            | 2,068 | 0,431 | 30 dias | 2,484 | 0,584 | 30 dias | 2,5   | 0     | 30 dias | 0,938 | 0,147 |
| 60 dias                                                                            | 1,02  | 0     | 60 dias | 0,366 | 0,044 | 60 dias | 0,51  | 0     | 60 dias | 0,072 | 0,58  |

LEGENDA: RT– Rotatório, RT PZ – Rotatório Piezo, PZ – Piezo, PZ RT – Rotatório Piezo, DP – Desvio Padrão

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Tabela 5 - Média das porcentagens, e Desvio Padrão dos grupos em relação a quantificação celular de osteoclastos**

| Média das porcentagens, e DV dos grupos em relação a quantificação de osteoclastos |       |       |         |       |       |         |       |       |         |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
| RT                                                                                 | %     | DP    | RT PZ   | %     | DP    | PZ      | %     | DP    | PZ RT   | %     | DP    |
| 15 dias                                                                            | 2,150 | 0     | 15 dias | 2,658 | 1,381 | 15 dias | 2,330 | 0,133 | 15 dias | 2,336 | 1,121 |
| 30 dias                                                                            | 1,020 | 0,097 | 30 dias | 1,560 | 0,338 | 30 dias | 1     | 0     | 30 dias | 1,394 | 0,522 |
| 60 dias                                                                            | 0,590 | 0     | 60 dias | 1,370 | 0,342 | 60 dias | 0,760 | 0     | 60 dias | 1,778 | 0,156 |

LEGENDA: RT– Rotatório, RT PZ – Rotatório Piezo, PZ – Piezo, PZ RT – Rotatório Piezo, DP – Desvio Padrão

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Tabela 6 - Média das porcentagens, e Desvio Padrão dos grupos em relação a quantificação de volume ósseo (BV).**

| Média das porcentagens, e DV dos grupos em relação a quantificação do volume ósseo (BV) |       |      |         |       |      |         |       |      |         |       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---------|-------|------|---------|-------|------|---------|-------|-------|
| RT                                                                                      | %     | DP   | RT PZ   | %     | DP   | PZ      | %     | DP   | PZ RT   | %     | DP    |
| 15 dias                                                                                 | 43,38 | 0,46 | 15 dias | 33,84 | 0,05 | 15 dias | 18,71 | 0,1  | 15 dias | 37,18 | 0,045 |
| 30 dias                                                                                 | 49,01 | 0,08 | 30 dias | 19,56 | 0,44 | 30 dias | 17,2  | 0,08 | 30 dias | 15,66 | 0,06  |
| 60 dias                                                                                 | 40,8  | 0,06 | 60 dias | 31,99 | 0,22 | 60 dias | 53,92 | 0,08 | 60 dias | 23,69 | 0,09  |

LEGENDA: RT– Rotatório, RT PZ – Rotatório Piezo, PZ – Piezo, PZ RT – Rotatório Piezo, DP – Desvio Padrão

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Tabela 7 - Média das porcentagens, e Desvio Padrão dos grupos em relação a quantificação da porcentagem de volume ósseo (BV/TV)**

| Média das porcentagens, e DV dos grupos em relação a quantificação do volume ósseo (BV) |       |      |         |       |      |         |       |      |         |       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---------|-------|------|---------|-------|------|---------|-------|-------|
| RT                                                                                      | %     | DP   | RT PZ   | %     | DP   | PZ      | %     | DP   | PZ RT   | %     | DP    |
| 15 dias                                                                                 | 32,02 | 0,6  | 15 dias | 26,15 | 0,1  | 15 dias | 27,09 | 0,05 | 15 dias | 59,36 | 0,1   |
| 30 dias                                                                                 | 21,22 | 0,22 | 30 dias | 12,05 | 0,07 | 30 dias | 28,21 | 0,06 | 30 dias | 28,7  | 0,015 |
| 60 dias                                                                                 | 37,67 | 0,09 | 60 dias | 20,86 | 0,09 | 60 dias | 31,21 | 0,22 | 60 dias | 15,91 | 0,09  |

LEGENDA: RT– Rotatório, RT PZ – Rotatório Piezo, PZ – Piezo, PZ RT – Rotatório Piezo, DP – Desvio Padrão

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Tabela 8 - Média das porcentagens, e Desvio Padrão dos grupos em relação a quantificação da espessura trabecular óssea (Tb.Th)**

| Média das porcentagens, e DV dos grupos em relação a quantificação da espessura trabecular óssea (Tb.Th) |      |       |         |      |       |         |       |       |         |      |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|---------|------|-------|---------|-------|-------|---------|------|-------|
| RT                                                                                                       | %    | DP    | RT PZ   | %    | DP    | PZ      | %     | DP    | PZ RT   | %    | DP    |
| 15 dias                                                                                                  | 0,11 | 0,01  | 15 dias | 0,1  | 0,007 | 15 dias | 0,066 | 0,003 | 15 dias | 0,21 | 0,06  |
| 30 dias                                                                                                  | 0,13 | 0,006 | 30 dias | 0,19 | 0,006 | 30 dias | 0,19  | 0,008 | 30 dias | 0,19 | 0,007 |
| 60 dias                                                                                                  | 0,19 | 0,006 | 60 dias | 0,17 | 0,009 | 60 dias | 0,15  | 0,014 | 60 dias | 0,14 | 0,01  |

LEGENDA: RT– Rotatório, RT PZ – Rotatório Piezo, PZ – Piezo, PZ RT – Rotatório Piezo, DP – Desvio Padrão

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Tabela 9 - Média das porcentagens, e Desvio Padrão dos grupos em relação a quantificação do número de trabéculas (Tb.N)**

| Média das porcentagens, e DV dos grupos em relação a quantificação do número de trabéculas (Tb.N) |      |      |         |      |      |         |      |      |         |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|---------|------|------|---------|------|------|---------|------|------|
| RT                                                                                                | %    | DP   | RT PZ   | %    | DP   | PZ      | %    | DP   | PZ RT   | %    | DP   |
| 15 dias                                                                                           | 3,06 | 0,06 | 15 dias | 2,84 | 0,1  | 15 dias | 4,4  | 0,01 | 15 dias | 3,9  | 0,09 |
| 30 dias                                                                                           | 1,63 | 0,05 | 30 dias | 0,67 | 0,05 | 30 dias | 1,61 | 0,08 | 30 dias | 1,61 | 0,06 |
| 60 dias                                                                                           | 2,12 | 0,11 | 60 dias | 1,31 | 0,03 | 60 dias | 2,3  | 0,09 | 60 dias | 1,21 | 0,03 |

LEGENDA: RT– Rotatório, RT PZ – Rotatório Piezo, PZ – Piezo, PZ RT – Rotatório Piezo, DP – Desvio Padrão

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Tabela 10 - Média das porcentagens, e Desvio Padrão dos grupos em relação a quantificação do espessamento entre as trabéculas (Tb.Sp).**

| Média das porcentagens, e DV dos grupos em relação a quantificação do espessamento entre as trabéculas (Tb.Sp) |      |       |         |      |       |         |      |       |         |      |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|---------|------|-------|---------|------|-------|---------|------|-------|
| RT                                                                                                             | %    | DP    | RT PZ   | %    | DP    | PZ      | %    | DP    | PZ RT   | %    | DP    |
| 15 dias                                                                                                        | 0,47 | 0,013 | 15 dias | 0,66 | 0,045 | 15 dias | 0,29 | 0,015 | 15 dias | 0,19 | 0,008 |
| 30 dias                                                                                                        | 0,8  | 0,037 | 30 dias | 1,2  | 0,02  | 30 dias | 0,7  | 0,09  | 30 dias | 0,53 | 0,05  |
| 60 dias                                                                                                        | 0,76 | 0,008 | 60 dias | 1,31 | 0,1   | 60 dias | 0,49 | 0,008 | 60 dias | 0,91 | 0,08  |

LEGENDA: RT– Rotatório, RT PZ – Rotatório Piezo, PZ – Piezo, PZ RT – Rotatório Piezo, DP – Desvio Padrão

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

**Tabela 11 - Média das porcentagens, e Desvio Padrão dos grupos em relação a quantificação da porosidade (Po.tot)**

| Média das porcentagens, e DV dos grupos em relação a quantificação da porosidade (Po.tot) |       |      |         |       |      |         |       |      |         |       |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---------|-------|------|---------|-------|------|---------|-------|-------|
| RT                                                                                        | %     | DP   | RT PZ   | %     | DP   | PZ      | %     | DP   | PZ RT   | %     | DP    |
| 15 dias                                                                                   | 68,64 | 0,06 | 15 dias | 73,97 | 0,02 | 15 dias | 73,02 | 0,07 | 15 dias | 40,93 | 0,19  |
| 30 dias                                                                                   | 79,06 | 0,07 | 30 dias | 88,11 | 0,1  | 30 dias | 71,92 | 0,08 | 30 dias | 71,91 | 0,61  |
| 60 dias                                                                                   | 63    | 0,58 | 60 dias | 83,61 | 4,38 | 60 dias | 69,6  | 0,51 | 60 dias | 81,82 | 0,647 |

LEGENDA: RT– Rotatório, RT PZ – Rotatório Piezo, PZ – Piezo, PZ RT – Rotatório Piezo, DP – Desvio Padrão

Fonte: Elaborada pela autora, 2024