



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ODONTOLÓGICA

ALIANE DA SILVA BEZERRA

DESENHO DE COROAS UNITÁRIAS SOBRE IMPLANTE EM REGIÃO
ANTERIOR POR INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.

Natal/RN

2024

ALIANE DA SILVA BEZERRA

DESENHO DE COROAS UNITÁRIAS SOBRE IMPLANTE EM REGIÃO
ANTERIOR POR INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.

Área de Concentração:

Clínicas Odontológicas

Linha de Pesquisa:

Tecnologias aplicadas à prática e ao ensino da Odontologia

Orientadora:

Profa. Dra. Patricia dos Santos Calderon

Natal/RN

2024

RESUMO

A inteligência artificial (IA) apresenta potencial para modernizar o fluxo digital da Odontologia. Sua aplicação em prótese dentária pode melhorar significativamente a eficiência, precisão e qualidade dos processos envolvidos na criação e adaptação de trabalhos protéticos. O presente estudo tem por objetivo avaliar a aplicabilidade do algoritmo de IA no desenho de coroas unitárias sobre implante na região anterior. O treinamento das redes adversárias generativas Condicionais (GANs Condicionais) será realizado em duas etapas: Para a primeira etapa serão utilizados modelos dentários superiores obtidos de 100 participantes elegíveis. Esses modelos serão divididos em modelos originais e processados. Em seguida, serão emparelhados e randomizados em conjuntos de treinamento (80%), validação (15%) e teste (5%). Na fase de teste os modelos de dentes gerados por IA (n=35), serão comparados com modelos originais (n=35), quanto a morfologia, posição e relação maxilomandibular no software Geomagic (Geomagic Studio 2013; 3D Systems Inc). Para a segunda etapa serão usados 100 modelos digitais com pilar do tipo munhão na região anterior da maxila, também divididos em conjuntos de treinamento (80%), validação (15%) e teste (5%). O teste da GAN será realizado com 5 modelos com a coroa sobre implante gerada por IA e comparados quanto a morfologia, posição e relação maxilomandibular no software Geomagic com coroas desenhadas pelo software CAD (n=5). Para análise dos dados serão usados o teste de Kolmogorov-Smirnov, o teste One-way ANOVA e pós-teste de Tukey HSD com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Como resultados, espera-se que esse novo fluxo de trabalho baseado em inteligência artificial abrevie o trabalho laboratorial, bem como forneça coroas sobre implante biomiméticas e de melhor ajuste para as diferentes situações clínicas.

Palavras-chave: Prótese dentária fixada por implante, Inteligência Artificial, CAD-CAM

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	5
2	OBJETIVOS.....	7
2.1	Objetivo geral.....	7
2.2	Objetivos específicos.....	7
3	HIPÓTESES	7
4	METODOLOGIA.....	8
4.1	Desenho do estudo.....	8
4.2	Implicações éticas.....	8
4.3	Local e população estudada.....	8
4.4	Tamanho da amostra.....	9
4.5	Delineamento da pesquisa.....	9
4.5.1	Obtenção e preparação dos modelos dentários digitais	9
4.5.2	Primeira etapa de treinamento e validação do algoritmo.....	10
4.5.3	Segunda etapa de treinamento e validação do algoritmo	11
4.6	Variáveis do estudo.....	13
4.6.1	Avaliação da morfologia	13
4.6.2	Avaliação da posição 3D.....	14
4.6.3	Relação maxilomandibular	14
4.7	Análise estatística.....	15
5	RESULTADOS E IMPACTOS ESPERADOS	16
6	CRONOGRAMA	17
7	ORÇAMENTO	18
8	REFERÊNCIAS	19
9	ANEXO	21

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos, o tratamento protético evoluiu significativamente com a implementação da tecnologia de design auxiliado por computador (CAD). O surgimento dessa tecnologia revolucionou ao introduzir modelos dentais digitais, permitindo aos técnicos selecionarem o modelo ideal a partir de uma biblioteca de morfologia adaptada à posição específica do dente que requer restauração (Chen et al, 2024). A adesão do CAD resultou em melhorias notáveis, aumentando tanto a eficiência quanto a precisão no processo de design protético (Spitznagel et al, 2018). No entanto, esse método digital ainda apresenta variações, exigem tempo, técnicos habilidosos e bem treinados (Chen et al., 2022; Chau et al., 2022).

Para impulsionar avanços tecnológicos, a inteligência artificial (IA) está se tornando cada vez mais popular (Bernauer et al, 2021). A IA, um ramo da ciência da computação, simula processos de pensamento humano, aprendizagem e armazenamento de conhecimento, criando softwares e máquinas capazes de realizar tarefas antes restritas à inteligência humana (Lerner et al., 2020; Spezzia, 2022; Chau et al., 2022). Um subcampo inovador da IA são as redes adversárias generativas (GANs) que utilizam duas redes neurais: uma geradora, que cria novos dados, e uma discriminadora, que avalia a autenticidade desses dados em comparação aos dados reais (Goodfellow et al., 2014). Esse processo competitivo contínuo melhora a qualidade dos dados gerados, resultando em imagens cada vez mais precisas e detalhadas (Hwang et al., 2019).

As GANs têm aplicações promissoras na odontologia reabilitadora (Khanagar et al, 2021). Tian et al. (2021) foram pioneiros no uso de um modelo GAN para a criação de contornos gengivais personalizados para dentes perdidos. Outros estudos têm aplicado a rede generativa para aprender as características dos dentes de uma arcada dentária e com isso, resolver um problema fundamental na odontologia reabilitadora, a fabricação de próteses dentárias biomiméticas. Os achados desses estudos evidenciam a viabilidade e aplicabilidade dessa tecnologia no projeto de próteses biomiméticas únicas. (Tian et al, 2022; Ding et al, 2023; Chen et al, 2024; Chau et al, 2024).

Diante disso, a IA generativa emerge como uma tendência para aprimorar o processo de desenho automatizado de restaurações protéticas. Com a capacidade de

projetar modelos virtuais precisos, os erros no processo de design e fabricação de próteses são minimizados, resultando em melhores resultados clínicos. Até onde sabemos, atualmente não há pesquisas que tenham proposto uma abordagem baseada em GANs para desenho de coroas implantossuportadas. Portanto, o estudo proposto visa avaliar a aplicabilidade de um algoritmo de inteligência artificial no desenho de coroas unitárias sobre implante na região anterior.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a aplicabilidade do algoritmo de inteligência artificial no desenho de coroas unitárias sobre implante na região anterior.

2.2 Objetivos Específicos

-

- Avaliar a morfologia, posição 3D e a relação maxilomandibular das coroas unitárias sobre implante geradas por inteligência artificial.
- Comparar a morfologia, posição 3D e relação maxilomandibular entre as coroas geradas por inteligência artificial e coroas unitárias sobre implante desenhadas pelo técnico de laboratório por meio do software CAD do sistema CAD/CAM.
- Comparar o tempo necessário para a realização do desenho das coroas por meio de inteligência artificial e pelo técnico de laboratório.

3 HIPÓTESES

H0: A precisão das coroas implantossuportadas geradas por inteligência artificial será semelhante as coroas unitárias sobre implante desenhadas pelo técnico de laboratório por meio do software CAD do sistema CAD/CAM.

H1: A precisão das coroas implantossuportadas geradas por inteligência artificial será superior quando comparadas às coroas desenhadas pelo técnico em prótese através do software CAD do sistema CAD/CAM.

H0: A inteligência artificial não será capaz de otimizar o tempo de confecção de uma coroa sobre implante em região anterior.

H2: A inteligência artificial será capaz de otimizar o tempo de confecção de uma coroa sobre implante em região anterior.

4 METODOLOGIA

4.1 Desenho do estudo

Para contemplar os objetivos propostos trata-se de um estudo observacional prospectivo.

4.2 Implicações Éticas

Os procedimentos para a realização deste estudo respeitarão as diretrizes e normas que regulamentam as pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pela Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo será submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa de Seres Humanos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (CEP/UFRN). Assim que for obtida a aprovação será registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC). Todos os participantes da primeira etapa da pesquisa serão informados sobre os objetivos do estudo e assinarão um Termo de Consentimento livre e esclarecido (TCLE). A segunda etapa da pesquisa, dispensará o TCLE, por se tratar de uma análise retrospectiva com modelos dentários digitais de um banco de dados do laboratório em prótese dentária LTN. Serão aplicadas medidas de anonimização dos dados de modo a proteger a identidade dos pacientes em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

4.3 Local e população estudada

As etapas da pesquisa serão conduzidas no Departamento de Odontologia (DOD); Departamento de Engenharia de Computação e Automação (DCA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e no laboratório de prótese dentária LTN, em Natal-RN. Para a obtenção dos modelos digitais para a primeira etapa de treinamento do algoritmo de inteligência artificial serão selecionados nas clínicas integradas do Departamento de Odontologia da UFRN participantes com os seguintes critérios de elegibilidade: indivíduos maiores de 18 anos, com oclusão estável, com todos os dentes

anteriores superiores e inferiores alinhados e hígidos ou com restaurações de face única que não alterem sua morfologia. Para a segunda etapa do treinamento serão selecionados no banco de dados do Laboratório em prótese dentária LTN modelos com pilar do tipo munhão na região anterior da maxila e seus respectivos modelos antagonistas. Serão excluídos indivíduos com ausência de dentes anteriores, em tratamento ortodôntico ou com migração dentária patológica decorrente de doença periodontal.

4.4 Caracterização da amostra

O número de dados de treinamento necessário para treinar uma rede GAN pode variar significativamente dependendo da complexidade do problema, da arquitetura da rede e da qualidade dos dados. Por se tratar de uma tecnologia inovadora, em constante ascensão, será realizado um estudo piloto especificamente para essa pesquisa, onde serão selecionados 200 participantes, sendo 100 participantes para cada etapa de treinamento. Os resultados preliminares serão utilizados para realização do cálculo para definição do tamanho e poder da amostra final, levando-se em consideração um nível de confiança de 95% e estimativa de poder de amostra de 80%.

4.5 Delineamento da pesquisa

4.5.1 Obtenção e preparação dos modelos dentários digitais

Serão selecionados Cem participantes, dos quais serão obtidos duzentos modelos digitais da arcada completa (100 modelos superiores e 100 modelos inferiores) e relações oclusais para a primeira etapa de treinamento do algoritmo de inteligência artificial. Inicialmente será realizada a moldagem dos arcos superior e inferior com hidrocoloide irreversível (Alginate, Hydrogum; Zhermack) e moldeiras de estoque (Tecnodent Indústria e Comércio). Em seguida, após desinfecção do molde com hipoclorito de sódio 1% (Asfer Indústria química LTDA), os modelos serão confeccionados em gesso especial tipo IV (Durone, Dentsply Indústria e Comércio LTDA) usando a proporção de pó e água recomendada pelo fabricante.

Os modelos obtidos serão anonimizados, numerados de 1 a 100 e escaneados por meio de um scanner de bancada (Autoscan-DS-EX, Shining 3D Tech Co, China) e imagens digitalizadas (arquivos em STL – *Standard Tessellation Language*) serão obtidas. No software Autodesk Meshmixer (versão 3.5 para Windows) cada modelo superior em STL será ajustado quanto a posição 3D, para que todos os modelos sejam salvos na mesma posição e em seguida, serão recortados permanecendo apenas a parte da gengiva próxima aos dentes. Realizados os ajustes nos modelos digitais, estes serão salvos e em seguida originaram seis novos modelos (cada modelo com um dente anterior ausente) simulando um dente perdido. Os modelos com ausência simulada de dentes serão designados como modelos processados, enquanto aqueles com arcos originais serão designados como modelos originais. A remoção dos dentes também será realizada manualmente no software Autodesk Meshmixer (versão 3.5 para Windows). No final teremos 100 modelos dentários superiores originais e 600 modelos dentários superiores processados, totalizando 700 modelos dentários digitais superiores.

4.5.2 Primeira etapa de treinamento e validação do algoritmo

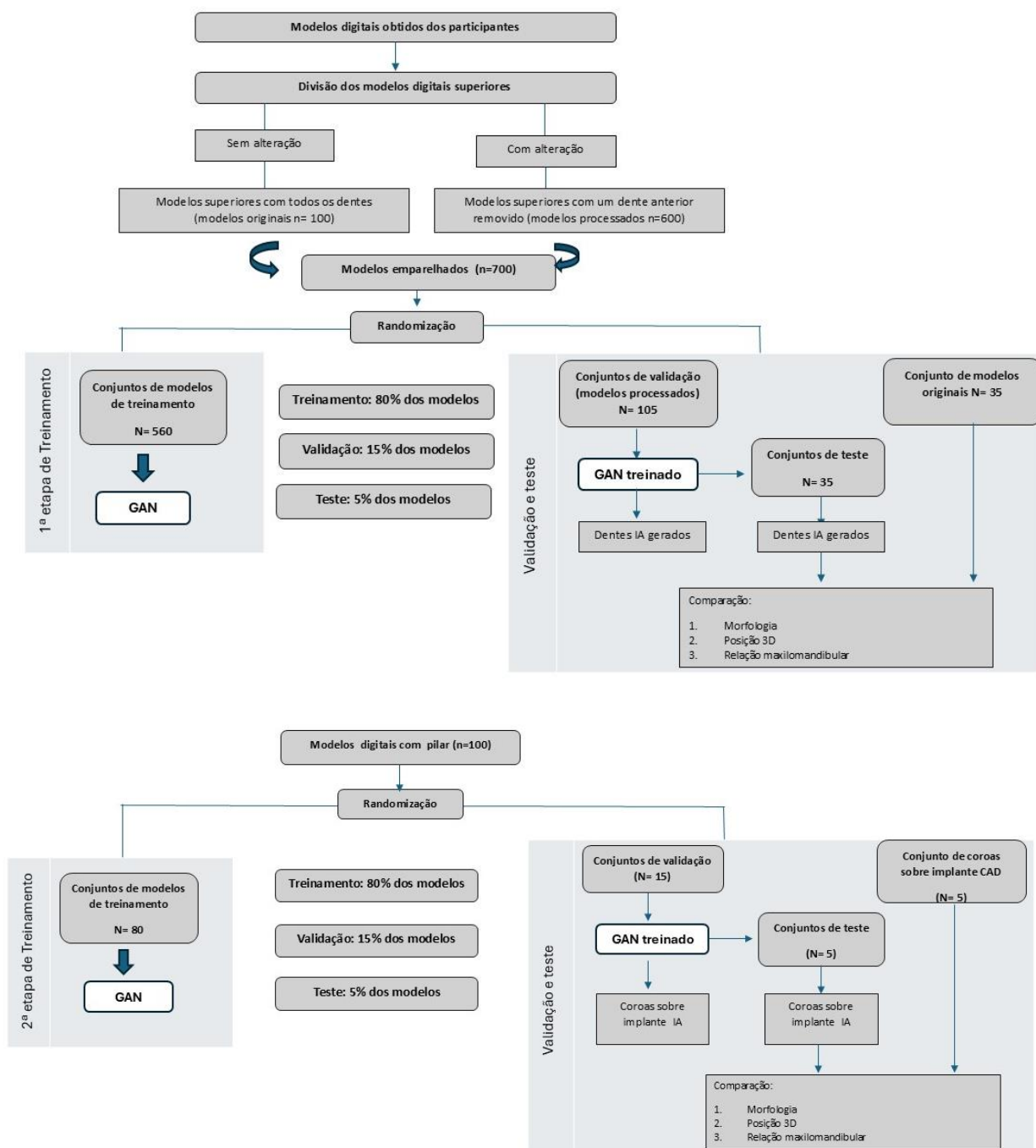
Para as etapas de treinamento do algoritmo de inteligência artificial, apenas os modelos dentários digitais superiores serão utilizados, uma vez que as características dos dentes remanescentes de uma arcada podem ser suficientes para a previsão de um único dente perdido. Os modelos de dentes coletados da maxila serão divididos aleatoriamente em conjuntos de treinamento (80%), validação (15%) e teste (5%). Dessa forma, o treinamento da rede GAN será com 560 modelos incluindo modelos originais e processados, os quais serão inseridos em uma Rede Adversária Generativa Condicional (GAN Condicional) para aprender a anatomia e relação entre os dentes individuais (dentes anteriores superiores) e o resto da dentição.

A validação da rede GAN será realizada com 105 modelos processados os quais serão escolhidos aleatoriamente, e o teste será realizado com 35 modelos processados também escolhidos aleatoriamente, os quais serão comparados no software Geomagic (Geomagic Studio 2013; 3D Systems Inc) com 35 modelos superiores originais quanto a morfologia, posição 3D e relação maxilomandibular. (Figura 1)

4.5.3 Segunda etapa de treinamento e validação do algoritmo

Para esta etapa do treinamento serão disponibilizados pelo Laboratório de prótese dentária-LTN modelos dentários digitais com pilar do tipo munhão na região anterior da maxila e seus respectivos modelos antagonistas (modelos inferiores) de 100 indivíduos, os quais serão anonimizados e numerados de 1 a 100. Dessa forma, com o algoritmo previamente treinado e capaz de projetar diferentes anatomias dentárias de elementos anteriores da maxila será importado esses modelos dentários digitais com pilar do tipo munhão para que o algoritmo seja treinado para projetar uma coroa unitária sobre implante. Esses modelos serão divididos aleatoriamente em conjuntos de treinamento (80%), validação (15%) e teste (5%). Dessa forma, a segunda etapa de treinamento será realizada com 80 modelos digitais. A validação será com 15 modelos e por fim o teste será com 5 modelos com coroas sobre implante geradas por inteligência artificial, as quais serão comparadas quanto a morfologia, posição 3D e relação maxilomandibular no software Geomagic (Geomagic Studio 2013; 3D Systems Inc) com coroas unitárias sobre implante na região anterior da maxila (n=5) desenhadas pelo técnico por meio do software CAD com auxílio de uma biblioteca virtual. (Figura 1)

Figura 1 – Fluxograma das etapas de treinamento do algoritmo de IA



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.6 Variáveis do estudo

Na tabela 1 estão descritas as variáveis que serão analisadas no estudo.

Tabela 1: Descrição das variáveis dependentes e independentes a serem analisadas no estudo. Natal/RN, 2024.

Variável Independente Primária	Classificação	Instrumento de medida
Tipo de Dente	Categórica nominal	1. Dente por inteligência artificial 2. Dente original
Variável Independente Secundária	Classificação	Instrumento de medida
Tipo de Coroa	Categórica nominal	1. Coroa sobre implante por inteligência artificial 2. Coroa sobre implante CAD
Variáveis Dependentes	Classificação	Categoria/escala de medida
Avaliação da morfologia	Quantitativa continua	Volume/área em mm
Avaliação da posição 3D na arcada	Quantitativa continua	Deslocamento em mm
Avaliação da relação maxilomandibular	Quantitativa continua	Área média de contato oclusal (mm²) Número médio de pontos de contato oclusal
Tempo	Quantitativa continua	Tempo (minutos)

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.6.1 Avaliação da Morfologia

Os modelos dentários superiores originais e os modelos com dentes anteriores da maxila gerados por IA serão importados para software Geomagic (Geomagic Studio 2013; 3D Systems Inc) para comparação do grau de discrepância. O conjunto de dentes naturais anteriores da maxila será definido como referência, e os dentes gerados pela IA

serão sobrepostos usando um algoritmo de melhor ajuste e comparadas aos pares com a coroa do dente natural. Para análise das coroas implantossuportadas geradas por IA, o conjunto de coroas CAD desenhadas pelo técnico em laboratório será definido como referência. Áreas irrelevantes (gengiva) serão cortadas e apenas as superfícies dentárias serão preservadas para eliminar erros durante a comparação. A função de medição 3D será usada para comparar e calcular as discrepâncias entre as diferentes comparações. Para avaliar o grau de discrepância será utilizada a análise de desvio, os valores de desvio médio positivo, desvio médio negativo e raiz média quadrada serão registrados.

4.6.2 Avaliação da Posição 3D

O centro (e sua coordenada) do dente anterior gerado pela IA e do dente anterior original será determinado pelo software Geomagic (Geomagic Studio 2013; 3D Systems Inc). Utilizando os dentes adjacentes como área de referência para melhor sobreposição, os contornos vestibular e lingual serão comparados aos pares, e suas diferenças serão observadas tanto visualmente quanto em HD. A mesma análise será realizada na coroa implantossuportada gerada pela IA e a coroa desenhada pelo técnico em laboratório.

4.6.3 Relação maxilomandibular

Os dados digitais serão comparados aos pares, o primeiro conjunto de pares serão: modelos com dentes anteriores gerados por IA + modelos superiores originais, e respectivos modelos antagonistas, o segundo conjunto será: modelos com coroa implantossuportada gerada por IA + modelos com coroa desenhada pelo técnico, e os respectivos modelos antagonistas serão importados para software de processamento de dados 3D (Geomagic Studio 2013; 3D Systems Inc) para medir o número e área do ponto de contato. O método de papel articulado virtual com espessura de 100 µm será adotado para determinar os contatos virtuais. Operações booleanas serão realizadas para manter as partes de interseção da dentição superior e inferior. O software será instruído a realizar movimentos excursivos simulados de protrusão e lateralidade da mandíbula para determinar se há alguma interferência oclusal.

4.7 Análise estatística

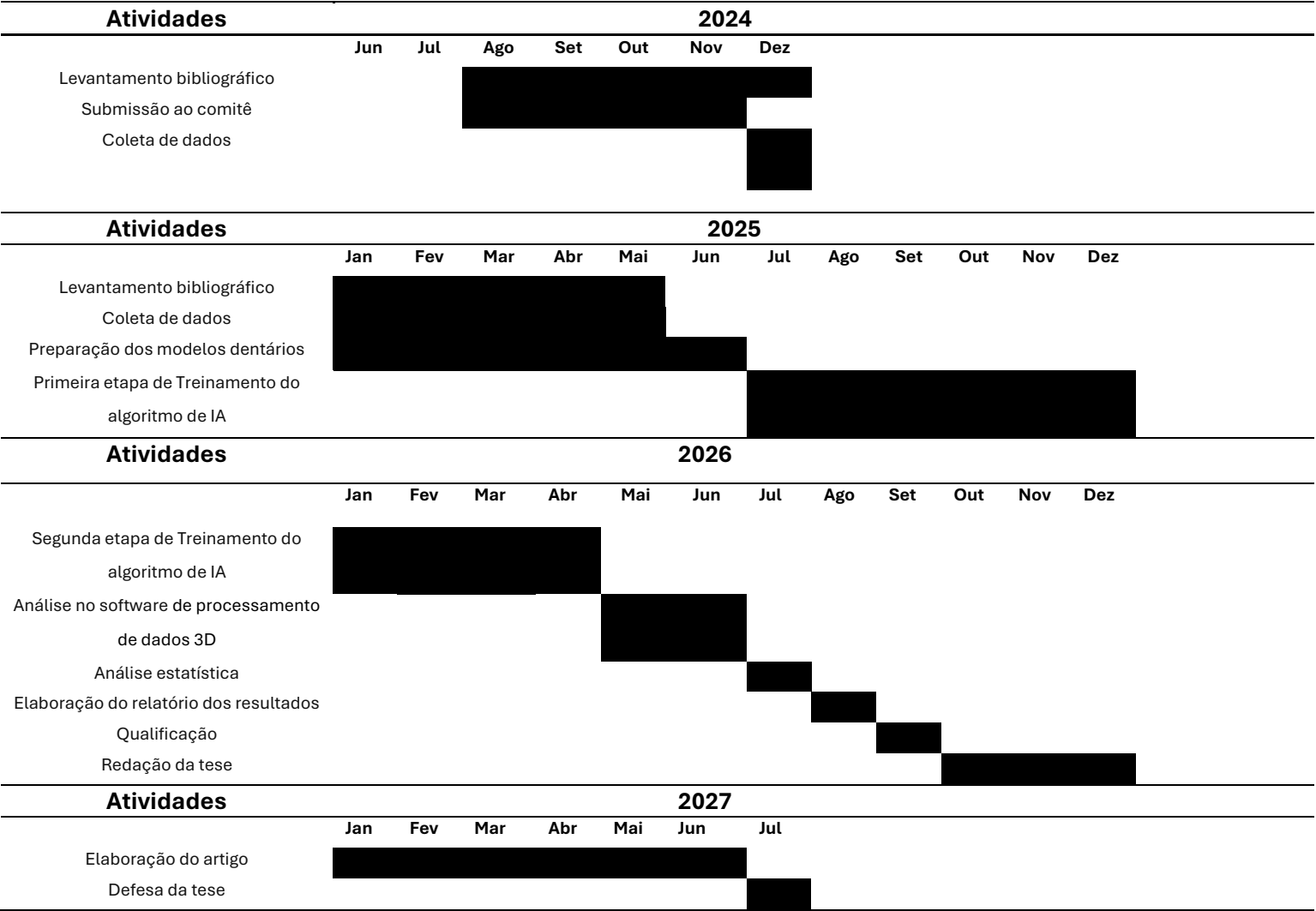
O processamento e a análise dos dados serão realizados com o auxílio de software estatístico (SPSS versão 20.0 para Windows). O teste de Kolmogorov-Smirnov será utilizado para avaliar a normalidade da distribuição dos dados para todas as variáveis. As diferenças entre os grupos serão avaliadas com o teste One-way ANOVA e pós-teste de Tukey HSD. Um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$) será estabelecido para todas as análises.

5 RESULTADOS E IMPACTOS ESPERADOS

A partir da realização desse estudo espera-se que os resultados forneçam um algoritmo de inteligência artificial capaz de aprender diferentes anatomias dentárias e a relação posicional entre os dentes de vários indivíduos e com isso projetar coroas unitárias implantossuportadas biomiméticas em região anterior da maxila plausíveis para diferentes condições clínicas. Pretende-se também realizar futuramente um ensaio clínico para verificar o comportamento clínico e biológico dessas coroas a longo prazo.

Ademais, a possibilidade de instalação de próteses fabricadas com inteligência artificial é uma proposta inovadora que representará importante impacto socioeconômico. Dessa maneira, permitirá a reabilitação dos pacientes com rapidez e custo reduzido, melhorando a acessibilidade e a satisfação do paciente, além de estabelecer novos padrões de qualidade e eficiência na reabilitação protética. Além disso, a perspectiva de obter uma patente do algoritmo de inteligência artificial pode incentivar empresas e instituições a investirem mais em pesquisa e desenvolvimento, promovendo a inovação tecnológica.

6 CRONOGRAMA



7 ORÇAMENTO

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	TOTAL
Luvas	5	cx (100und)	R\$ 20,00	R\$ 100,00
Babador descartável	5	pct (50und)	R\$ 23,40	R\$ 117,00
Gaze (pacote)	5	pct	R\$ 12,00	R\$ 60,00
Hipoclorito de sódio a 1%	2	L	R\$ 4,00	R\$ 8,00
Máscara de proteção - Tripla barreira	6	cx (50und)	R\$ 7,25	R\$ 43,50
Touca descartável	3	cx (100und)	R\$ 10,00	R\$ 30,00
Hidrocoloide irreversível (Alginato, Hydrogum; Zhermack)	20	pct (453g)	R\$ 89,99	R\$ 1.799,80
Gesso especial tipo IV (Durone, Dentsply Indústria e Comércio LTDA)	15	pct (1kg)	R\$ 19,99	R\$ 299,85
Silicone de Condensação Perfil-Coltene (Pasta base e catalisadora)	3	Kit	R\$ 268,90	R\$ 806,70
TOTAL				R\$ 3.264,85

8 REFERÊNCIAS

1. BERNAUER SA, ZITZMANN NU, JODA T. The use and performance of artificial intelligence in prosthodontics: A systematic review. *Sensors*. 2021;21:6628. <https://doi.org/10.3390/s21196628>.
2. CHAU RCW, CHONG M, THU KM, et al. Artificial intelligence-designed single molar dental prostheses: a protocol of prospective experimental study. *Plos One*. 2022; 17(6):1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268535>.
3. CHAU RCW, HSUNG RTC, MCCGRATH C et al. Accuracy of artificial intelligence-designed single-molar dental prostheses: A feasibility study. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2024; 131(6): 1111-1117. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.12.004>.
4. CHEN D, YU MQ, LI QJ, et al. Precise tooth design using deep learning-based templates. *Journal of Dentistry*. 2024; 144: 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.104971>
5. CHEN Y, LEE JKY, KWONG G, POWEHN P, TSOI JKH. Morphology and fracture behavior of lithium disilicate dental crowns designed by human and knowledge-based AI. *J Mech Behav Biomedical Mater*. 2022; 131(1): 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2022.105256>.
6. CHO J, LEE K, SHIN E, CHOY G, DO S. How much data is needed to train a medical image deep learning system to achieve necessary high accuracy? *International Conference on Learning Representations* 2016.
7. DING H, CUI Z, MAGHAMI E, *et al*. Morphology and mechanical performance of dental crown designed by 3D-DCGAN. *Dental Materials*. 2023; 39 (3):320-332. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2023.02.001>.
8. DING H, WU J, ZHAO W, MATINLINNA JP, BURROW MF, TSOI JKH. Artificial intelligence in dentistry—A review. *Front. Dent. Med*. 2023; 4:1-13. <https://doi.org/10.3389/fdmed.2023.1085251>.
9. GOODFELLOW I, POUGET-ABADIE J, MIRZA M, et al. Generative Adversarial Nets. In *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2014; 27: 2672-2680. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1406.2661>.
10. HWANG JJ, JUNG YH, CHO BH, HEO MS. An overview of learning depth in the field of dentistry. *Imaging Sci Dent*. 2019; 49 (1):1-7. <https://doi.org/10.5624/isd.2019.49.1.1>.

11. KHANAGAR SB, AL-EHAIDEB A, MAGANUR PC et al. Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry. A systematic review. *Journal of Dental Sciences*. 2021;16 (1):508-522. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.06.019>.
12. LERNER H, MOUHYI J, ADMAKIN O, MANGANO F. Artificial intelligence in fixed implant prosthodontics: a retrospective study of 106 implant-supported monolithic zirconia crowns inserted in the posterior jaws of 90 patients. *Bmc Oral Health*. 2020; 20 (1):1-16. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-1062-4>.
13. SPEZZIA S. Aplicabilidade da inteligência artificial em odontologia. *Revista Fluminense de Odontologia*. 2022; 1(60): 23-29. <https://doi.org/10.22409/ijosd.v1i60.52985>.
14. SPITZNAGEL FA, BOLDT J, GIERTHMUEHLEN PC. CAD/CAM Ceramic restorative materials for natural teeth, *J. Dent. Res*. 2018; 97(10): 1082-1091. <https://doi.org/10.1177/0022034518779759>.
15. TIAN S, HUANG R, LI Z, et al. A dual discriminator adversarial learning approach for dental occlusal surface reconstruction. *J. Healthc. Eng*. 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/1933617>.
16. TIAN S, WANG M, YUAN F, et al. Efficient computer-aided design of dental inlay restoration: a deep adversarial framework, *IEEE Trans. Med. Imaging*. 2021; 40 (9): 2415–2427. <https://doi.org/10.1109/TMI.2021.3077334>.

ANEXO - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ODONTOLÓGICAS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)***Esclarecimentos***

Este é um convite para você participar da pesquisa: Desenho de coroas unitárias sobre implante em região anterior por inteligência artificial que tem como pesquisador responsável Aliane da Silva Bezerra. Esta pesquisa pretende avaliar a aplicabilidade do algoritmo de inteligência artificial no desenho de coroas unitárias sobre implante na região anterior.

O motivo que nos leva a fazer este estudo surge da necessidade de aprimorar o processo de desenho de restaurações protéticas dentárias. Embora a tecnologia digital tenha agilizado o processo, ainda demandam tempo considerável para ajustes clínicos e exigem habilidade e treinamento por parte dos técnicos. A inteligência artificial emerge como uma tendência na odontologia digital automatizada, prometendo reduzir os custos de mão de obra e oferecendo potencial para se tornar uma ferramenta confiável em diversos processos odontológicos. Com o devido treinamento, a inteligência artificial pode aprender a morfologia e a posição dos dentes de um indivíduo, possibilitando a automação do projeto de coroas dentárias unitárias com base nas características específicas da dentição do paciente.

Caso decida participar será realizada uma moldagem dos arcos superior e inferior com hidrocoloide irreversível (Alginato) e moldeiras de estoque. Em seguida, serão confeccionados modelos em gesso especial tipo IV após desinfecção do molde com hipoclorito de sódio 1%. Os modelos obtidos serão anonimizados e posteriormente escaneados por meio de um scanner de bancada e imagens digitalizadas serão obtidas. Para o treinamento e validação do sistema de inteligência artificial, apenas os modelos digitais superiores serão importados, e os respectivos modelos inferiores serão utilizados para avaliação da relação maxilomandibular no software Geomagic.

Durante a realização da pesquisa poderão ocorrer eventuais desconfortos e possíveis riscos relacionados ao ato da moldagem. Dentre os possíveis desconfortos e riscos estão a ânsia de vômito ao realizar a seleção da moldeira e o próprio ato da moldagem. Esses riscos poderão ser minimizados com orientação ao paciente para inclinar a cabeça para baixo e respirar pelo

nariz, minimizando o risco de ânsia. Outro risco é o possível vazamento de dados, para o qual será tomado cuidados como anonimização dos dados coletados, não sendo utilizado qualquer forma que identifique os participantes da pesquisa ou mesmo a instituição.

Como benefícios da pesquisa você contribuirá para o desenvolvimento de um novo sistema de design automatizado baseado em inteligência artificial para desenho de coroas dentárias unitárias, promovendo dessa forma, um avanço na pesquisa odontológica ao implementar inovações tecnológicas.

Em caso de complicações ou danos à saúde que você possa ter relacionado com a pesquisa, compete ao pesquisador responsável garantir o direito à assistência integral e gratuita, que será prestada no Departamento de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, cujo responsável será a aluna de pós-graduação (nível doutorado) Aliane da Silva Bezerra.

Durante todo o período da pesquisa você poderá tirar suas dúvidas ligando para Aliane da Silva Bezerra, no setor de prótese do Departamento de Odontologia da UFRN, localizado na Av. Senador Salgado Filho 1651, através do email: alianebezerra2706@gmail.com ou telefone (84) 3215-4104 ou (84) 99440-6749.

Você tem o direito de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para você.

Os dados que você irá nos fornecer serão confidenciais e serão divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, sempre de forma anônima, não havendo divulgação de nenhum dado que possa lhe identificar. Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos.

Se você tiver algum gasto pela sua participação nessa pesquisa, este será assumido pelo pesquisador e reembolsado para você. Se você sofrer qualquer dano decorrente desta pesquisa, sendo ele imediato ou tardio, previsto ou não, você será indenizado.

Qualquer dúvida sobre a ética dessa pesquisa, você deverá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa UFRN - Lagoa Nova Campus Central (CEP Central/UFRN) - instituição que avalia a ética das pesquisas antes que elas comecem e fornece proteção aos participantes das mesmas, no telefone (84) 9.9193-6266 (WhatsApp) ou no e-mail cepufrn@reitoria.ufrn.br. Você poderá ir pessoalmente à sede do CEP, de segunda a sexta, das 08h00min às 12h00min e das 14h00min às 18h00min, localizado na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), av. Sen. Salgado Filho, 3000, bairro Lagoa Nova. Natal/RN. CEP: 59078-900. Também é possível agendar atendimento por chamada de vídeo, conforme disponibilidade da secretaria. Ou ainda terá a possibilidade de contatar a Conep, Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, através do telefone (61) 3315-5877 e do e-mail conep@saude.gov.br.

Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com você e a outra com o pesquisador responsável Aliane da Silva Bezerra.

Consentimento Livre e Esclarecido

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados nessa pesquisa, além de conhecer os riscos, desconfortos e benefícios que ela trará para mim e ter ficado ciente de todos os meus direitos, concordo em participar da pesquisa Desenho de coroas unitárias sobre implante em região anterior por inteligência artificial e autorizo a divulgação das informações por mim fornecidas em congressos e/ou publicações científicas desde que nenhum dado possa me identificar.

Natal, ____ de _____ de _____.

Assinatura do participante da pesquisa

Declaração do pesquisador responsável

Como pesquisador responsável pelo estudo Desenho de coroas unitárias sobre implante em região anterior por inteligência artificial, declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodologicamente e direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante desse estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a identidade do mesmo.

Declaro ainda estar ciente que na inobservância do compromisso ora assumido infringirei as normas e diretrizes propostas pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que regulamenta as pesquisas envolvendo o ser humano.

Natal, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável