

## **Metodologia da engenharia em estudo ortodôntico de fixação do arco extrabucal**

**Amanda Nicole de Oliveira(CTI), Jorge Vicente Lopes(CTI), Leonardo M. R.  
Machado(CTI)**

{anoliveira,jvlsilva, leonardo.machado}@cti.gov.br

**‘Laboratório aberto de impressão 3D– LAPRINT**

**CTI Renato Archer – Campinas/SP**

**Abstract.** This article aims to show orthodontic techniques when a computational modeling is done for the construction of a maxillofacial prosthesis with recurrent congenital reparations to an oral cancer, with the refinement of a healthy maxilla and the affected. The process was composed of an overlap to demarcate the lesion, repair the parts affected by the cut that was made for the purpose of reproducing the lesion, and making the mucosa. From the results obtained, it is perceived that the Rhinoceros has qualitative results aimed at the manufacture of prostheses, having efficient results.

**Resumo.** Este artigo busca mostrar técnicas de ortodontia ao ser feita uma modelagem computacional para a construção de uma prótese bucomaxilofacial com reparações congênitas recorrentes a um cancer oral, com o refinamento de uma maxila saudável e a afetada. O processo foi composto por uma sobreposição para demarcar o lesão, reparar as partes afetadas pelo corte que foi feito com a finalidade da reprodução da lesão, e fazer a mucosa. Pelos resultados obtidos percebe-se que o programa Rhinoceros tem resultados qualitativos voltados para fabricação de próteses, tendo resultados eficientes.

**Palavras-chave:** BioCAD, Modelagem 3D, Tecnologias Tridimensionais

### **1. Introdução**

Os método de modelagem computacional de estrutura Anatômica 3D aplicado em casos médicos, e principalmente na área odontológica,utiliza de ferramentas como

o Blender, Rhinoceros,e Magics, ferramentas estes modelos de softwares para desenho assistido por computador (CAD) [1],estas ferramentas têm como função auxiliar os profissionais na correções de enfermidades ou acidentes traumatológicos, também servindo de apoio para geração de biomodelos para análise pelo método de elementos finitos (FEA) [2].

O software Rhinoceros é utilizado para a criação de geometrias complexas e orgânicas para a reconstruções ou moldagens médicas, ou odontológicas, as técnicas convencionais para a utilização da modelagem CAD não são suficientes quando utilizado para estudos relacionado a estruturas orgânicas, sendo necessário o uso de um conjunto de conceitos específicos, o BioCAD, podendo construir modelos biomiméticos

a partir do sistema CAD de uma forma muito versátil, pois alia a capacidade de modificação da modelagem com referenciais anatômicos que validam o modelo como um biomodelo para análise [3].

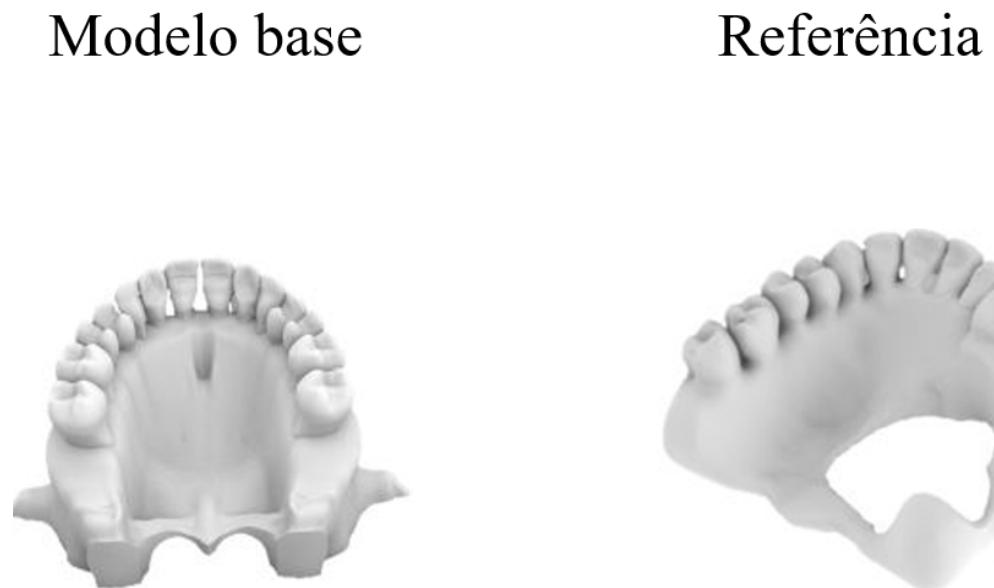
A aplicação da modelagem BioCAD, é a junção de técnica de engenharia e medicina utilizando marcos atômicos, sendo capaz de criar modelos preditivos e qualitativos, sobre uma distribuição de tensões quando aliada com novas malhas e análise de Elementos Finitos[4].

O método de elementos finitos na área Odontológica tem como destaque inúmeras especialidades encontrada na Ortodontia, aderindo técnica e utilizando até hoje, com ferramentas computacionais e comportamento biomecânico, fabricando um modelo no CAD, e inserido no programa de elementos finitos, que é utilizado para malhar e atribuir as propriedades mecânicas e condições de interface no modelo, essa mitologia vai ser aplicada em uma maxila lesionada que se moldará sobre uma maxila saudável [5].

## 2. Materiais e métodos

### 2.1. Modelagem computacional

A metodologia utilizada para a reconstrução da maxila lesionada foi o *software Rhinoceros 7* com ele foi feita uma sobreposição na maxila saudável com a maxila lesionada para moldar o tumor na maxila saudável para a sua reconstrução (Figura 1).

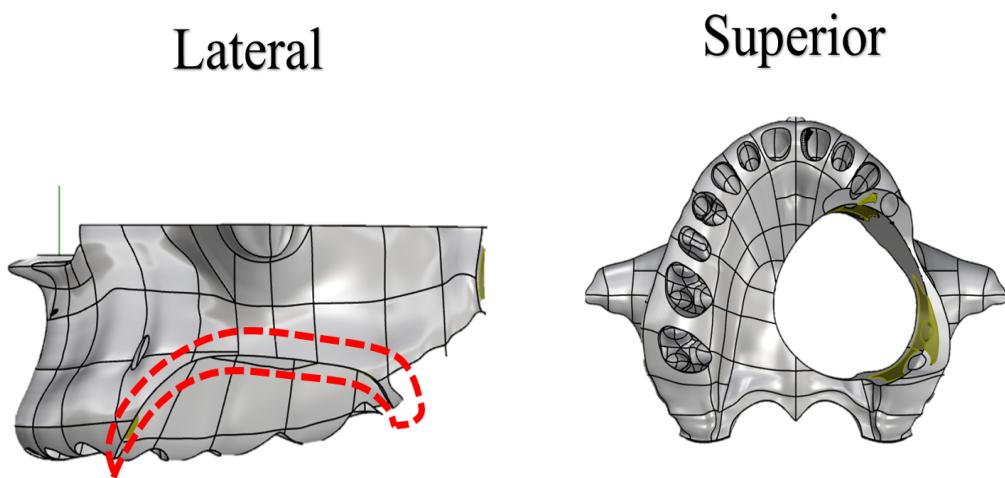


**Figura 1: imagem dos modelos das maxilas, saudável e lesionada. Fonte: Autoral**

## 2.2. Desenvolvimento da lesão palatina

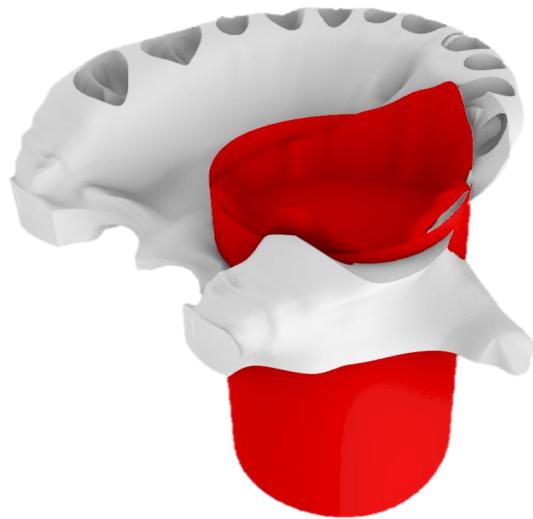
Para gerar uma sobreposição mais precisa foi necessário ser feito um *Orient 3Pt* que faz com que o modelo de referência se sobreponha ao modelo base dando ênfase à lesão, para que esta fosse demarcada.

A lesão foi subdividida em duas etapas, a lesão superior que corresponde a porção do palato e a lesão lateral que afeta a crista maxilar, pois não tinha como ser feita a lesão em uma só ferramenta, conforme a Figura 2



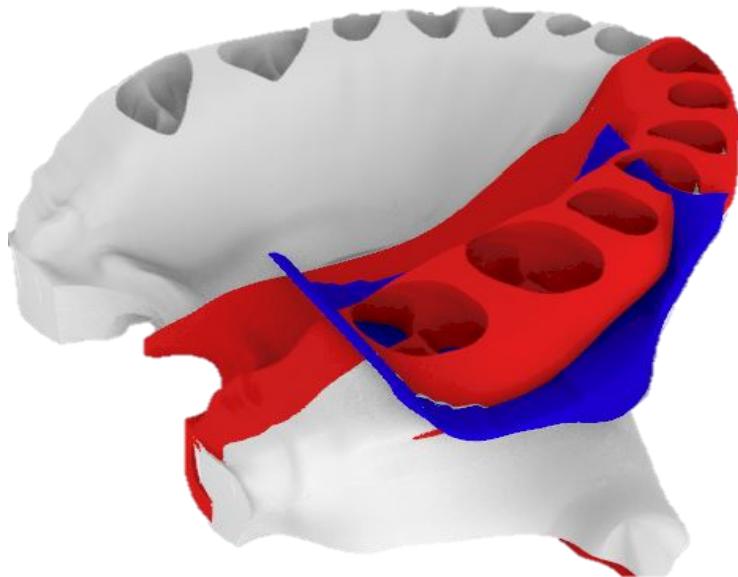
**Figura 2: Referenciamento das porções lateral e superior da lesão . Fonte: Autoral**

Para gerar a lesão desejada, através da sobreposição dos modelos foi utilizada a ferramenta *Drape*. O *Drape* é utilizado para geração de uma superfície com o negativo do modelo desejado no caso, o referencial da lesão, para orientar o corte do modelo base, desta forma mantendo a fidelidade dos detalhes anatômicos da lesão, como ilustrado na Figura 3.



**Figura 3: Utilização da ferramenta Drape para reprodução da lesão. Fonte:Authoral**

Após gerar a reprodução da lesão na parte superior do modelo, iniciamos a lesão lateral com a ferramenta *CutPlane*, separando ambas as partes do modelo, de modo que se possa realizar a reprodução do perfil de corte lateral da lesão, conforme a Figura 4.



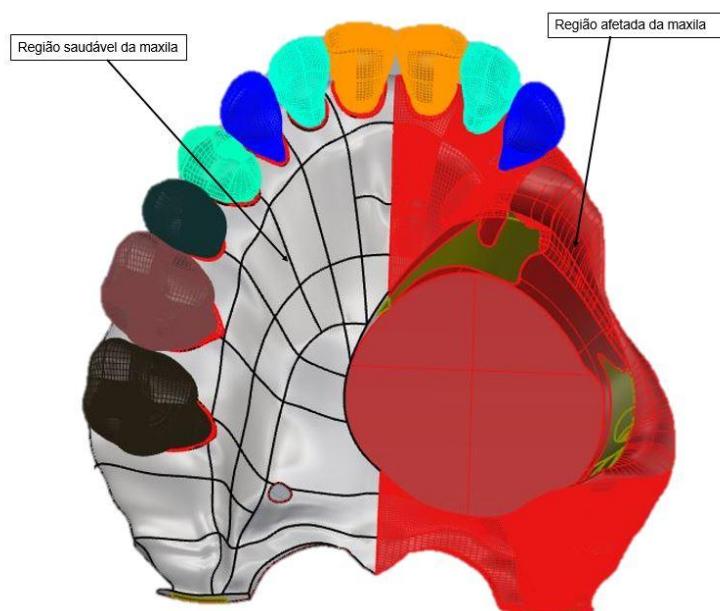
**Figura 4: Demonstrativo do corte lateral. Fonte:Authoral**

Para obter os cortes da lesão foi necessário utilizar operações Booleanas, com os referenciais anteriormente citados, com isso foi possível obter a totalidade da lesão desejada, porém devido as intersecções e demais detalhes do modelo, optou-se por refinar o acabamento das regiões de corte.

Para a realização de acabamento foi necessário ser feito um refinamento no alvéolo afetado pelo corte, foi utilizado o comando *Untrim*, para desfazer a porção restante do alvéolo, logo após na parte lateral foram criadas linhas de referência para orientar o comando Sweep 2, que serve para a geração de superfície seguindo uma linha de referência através de perfis gerados pelos *CutPlane*, interpolando linhas que representam fatias do perfil da maxila.

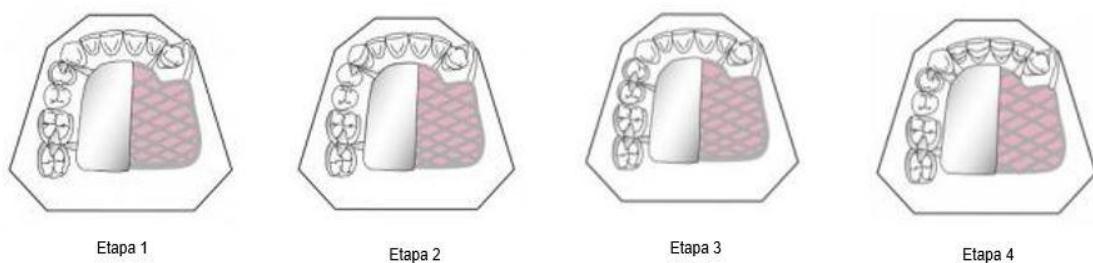
### 3. Resultados e Discussões

Através das etapas posteriormente descritas foi obtido o modelo ósseo da maxila afetada, como descrito na Figura 5, este modelo servirá de base para a criação da gengiva e posteriormente das próteses parciais envolvidas no estudo de elementos finitos.



**Figura 5: Vista em perspectiva da maxila gerada . Fonte: Autoral**

Para a finalização do modelo deve ser efetuada a mucosa, com a finalidade de gerar um modelo das próteses parciais para a simulações futuras, tendo como função substituir a maxila afetada como os protótipos como se vê na Figura 6.



**Figura 6: Tipos de fixação a serem testados para prótese parcial . Fonte: Autoral**

#### 4. Conclusão

Observando os resultados obtidos, nota-se que os métodos da engenharia BioCAD podem ser aplicados em casos na área da saúde, com ênfase na odontologia gerando simulações e prótese conforme o caso relatado que foi desenvolvido com a finalidade de substituir a área afetada do paciente, com uma reconstrução parcial maxilar sobre a área lesionada.

Contudo foi possível concluir que o programa Rhinoceros é eficaz para o problema proposto, trazendo ótimos resultados, com precisão, tendo com que o resultado voltado ao paciente seja satisfatório.

#### 5. Agradecimentos

Agradeço ao orientador Jorge Vicente Lopes da Silva pelas oportunidades de trabalho e discussões, mostrando-se sempre solícito e compreensivo. Agradeço também ao, Leonardo M. R. Machado pela atenção e paciência para orientar neste período de grandes descobertas que estão contribuindo para a minha formação profissional e pessoal. Reconheço a dedicação da Marcilia Guimarães, que mesmo não sendo minha coordenadora, me auxiliou em momentos cruciais que garantiram bons resultados em minha pesquisa e ao restante da equipe pelos auxílios na pesquisa e troca de experiências. Sou grata ao CNPQ e ao CTI pela oportunidade da bolsa de IC e a infraestrutura disponível.

#### 6. Referências

- [1] SANTOS, Clayton Eduardo dos. **Modelagem computacional de estruturas anatômicas em 3D e simulação de suas imagens radiográficas**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- [2] NACEUR, Ines Ben et al. Finite element modeling of superelastic nickel–titanium orthodontic wires. *Journal of biomechanics*, v. 47, n. 15, p. 3630-3638, 2014.
- [3] Bertol, L. S. (2008). Contribuição ao estudo da prototipagem rápida, digitalização tridimensional e seleção de materiais no design de implantes personalizados.
- [4] Noritomi, P.Y. Introdução ao Método dos Elementos Finitos para Aplicação em Bioengenharia. Campinas, 2005. 30 slides. Documento Eletrônico.
- [5] Brito, J. V. C., Garcia, D. C., da Silva Crispim, S., de Matos, J. D. M., & de Figueiredo, V. M. G. (2017). APLICAÇÃO DE ELEMENTOS FINITOS NA ODONTOLOGIA: UMA REVISÃO DE LITERATURA. *Journal of Dentistry & Public Health (inactive/archive only)*, 8(3), 90-93.