

## Modelagem Automática CAD com Grasshopper

**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 presents an innovative approach to automatic CAD modeling using Rhinoceros software with the Grasshopper command. Automatic CAD modeling represents a significant advancement in the field of computer-aided design, enabling the creation of complex models efficiently and accurately. The use of Grasshopper allows for the parametrization of shapes and the automation of design processes, reducing development time and increasing the precision of models. The research details the development of scripts and commands in Grasshopper that enable the automatic conversion of geometric data into CAD models. The techniques discussed include the use of control points, parametric surfaces, and the advantages of integrating Grasshopper with other bioengineering software tools. Preliminary results indicate that the proposed methodology has the potential to generate high-quality CAD models, providing a significant time-saving compared to traditional methods. Practical applications were explored, including the modeling of biomodels. However, additional commands and refinements are necessary to achieve an optimal result. It is concluded that automatic CAD modeling using Grasshopper constitutes a promising and versatile tool.

**Resumo.** Este artigo apresenta uma abordagem inovadora para a modelagem automática de CAD utilizando o software Rhinoceros com o Plug-in Grasshopper. A modelagem automática para CAD representa um avanço significativo no campo do design assistido por computador, permitindo a criação de modelos complexos de forma eficiente e precisa, com o uso de Grasshopper permitindo a parametrização de formas e a automação de processos de design, reduzindo o tempo de desenvolvimento e aumentando a precisão dos modelos. A pesquisa detalha o desenvolvimento de scripts e comandos no Grasshopper que permitem a conversão automática de dados geométricos em modelos CAD, as técnicas abordadas incluem a utilização de pontos de controle, superfícies paramétricas, obtendo vantagens de integrar o Grasshopper com outras ferramentas de software de bioengenharia. Os resultados preliminares indicam que a metodologia proposta possui o potencial para gerar modelos CAD de alta qualidade, proporcionando uma economia de tempo significativa em comparação com os métodos tradicionais. Foram exploradas aplicações práticas, abrangendo a modelagem de biomodelos. Contudo, é necessário implementar comandos adicionais e refinamentos para alcançar um resultado ideal. Conclui-se que a modelagem automática CAD utilizando Grasshopper constitui uma ferramenta promissora e versátil.

**Palavras-chave:** BioCAD, Grasshopper, Modelagem.

## 1. Introdução

O Biocad é uma tecnologia que combina a biologia com o design assistido por computador (CAD) que permite explorar muitas abordagens inovadoras na modelagem, criando modelos detalhados de estruturas biológicas.(FRANCISCO, Luiz Angelo Valota; TREVELIN, Luis Carlos(2015)) Esta tecnologia é usada principalmente em áreas como a engenharia biomédica para projetar e analisar implantes e próteses.(Falcón-Antenucci RM, Pellizzer EP, de Carvalho PS, Goiato MC, Noritomi PY(2015).)

O processo de modelagem de um biomodelo realizado no *Rhinoceros®*, é algo que leva um largo tempo,pois dedicasse um conhecimento complexo para com o desenho sugerido com marcos anatômicos, utilizando ferramentas específicas para o recorte e tratamento do modelo base até chegar na geometria final.(MONZILLO, Vitor C.; DE OLIVEIRA, Marcelo F.; NOGUEIRA, Júlia A (2018).).Levando a desenvolver projetos complexos e detalhados,as ferramentas computacionais de desenho em projeto.(COSTANTINO, Domenica; GRIMALDI, Arianna; PEPE, Massimiliano.(2022).)

O *Grasshopper* é encontrado dentro do *Rhinoceros®* tendo como função permitir gerenciar e modelar geometrias complexas, focando no design de elementos e na conexão entre eles. Utilizando ferramentas de design estrutural para a interface facilita a construção e exportação de modelos para ambientes BIM (permitindo a geração fácil de variações de um mesmo modelo,reconhecendo as vantagens da abordagem de Design Generativo (DG), diversas ferramentas foram criadas para permitir a criação de programas de DG),e o GIS (tecnologia utilizada para capturar, armazenar, manipular, analisar, gerenciar e apresentar dados geograficamente referenciados),usando ferramentas de modelagem vetorial e operações como extrusão para criar formas 3D a partir de formas bidimensionais.(SILVA, Francisco Duarte Magalhães.(2011).)

Dando ênfase a simplificação dos modelos que precisam ser transformados em CAD, com o intuito da automatização do resultado pode ser gerado programas no *Grasshopper* para permitir a criação de algoritmos personalizados que podem simplificar e otimizar a geometria dos modelos antes de sua conversão, esta abordagem não apenas acelera o processo, mas também minimiza erros humanos, garantindo que os modelos finais mantenham a integridade estrutural e os detalhes necessários (Shelden, D. R. (2012)).

## 2. Materiais e métodos.

### 2.1 Ferramentas utilizadas.

Foi selecionado um exemplo de mesh para realizar a pesquisa do desenvolvimento do programa, a *closed mesh* escolhida foi a representada na (Figura 1) :

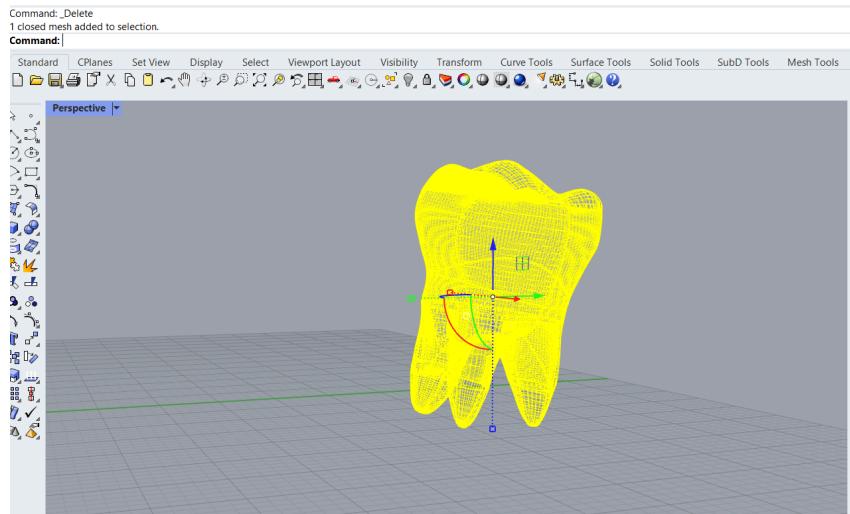


Figura 1: Dente inicial 1 closed mesh. Fonte: Autoral.

Com mostra na (figura 3) o modelo exemplificado trata se de um mesh modificado para CAD para fins de pesquisas de análises. Tendo um programa arquitetado no *Grasshopper* para automatização do resultado proposto, utilizando as seguintes análises:

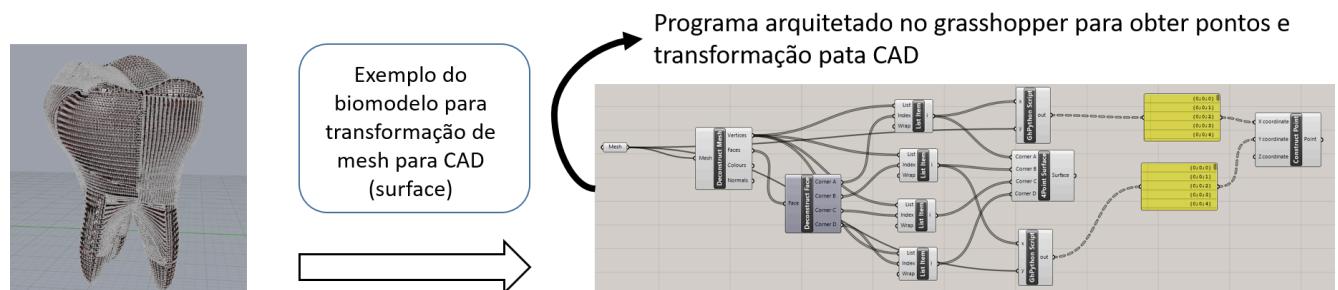


Figura 2: Esboço esquematizado para conversão de malha. Fonte (Autoral).

Com o programa construído conforme mostrado na (Figura 2) se teve um resultado milhares de pontos que juntos formam uma *polysurf* tendo então o CAD como resultado final, o empecilho para se ter uma estrutura perfeita no formato de qualquer *mesh* proposta, é a quantidade excessiva de pontos deixando o programa mais lento, e o programa em python com dificuldades para rodar com tanta informação.

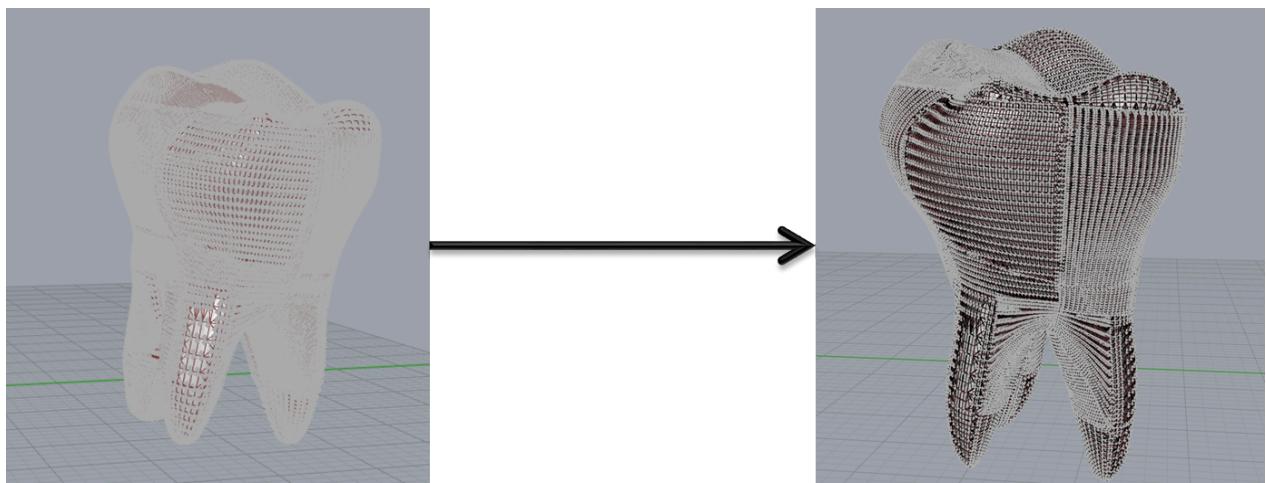


Figura 3: Representação de antes e depois do primeiro teste ser realizado. Fonte (Autoral).

Na (Figura 4), é apresentada a estrutura dos comandos utilizados para a implementação e testes no processo de modelagem automática CAD com Grasshopper.

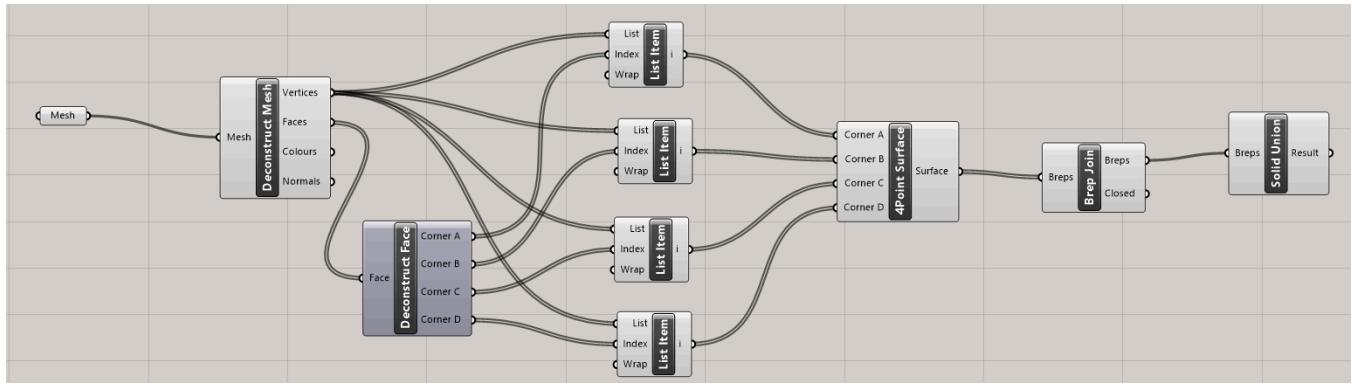


Figura 4:Comandos de controle utilizados no *Grasshopper*. Fonte (Autoral).

Inicialmente, são definidos os pontos de controle, que servem como referências para a criação das formas geométricas desejadas, permitindo a manipulação precisa das superfícies paramétricas, possibilitando ajustes finos na geometria do modelo (Figura 3), após a definição dos pontos de controle e das superfícies paramétricas.

Os testes são essenciais para garantir que os modelos gerados atendam aos critérios de qualidade e precisão estabelecidos pelo projeto.

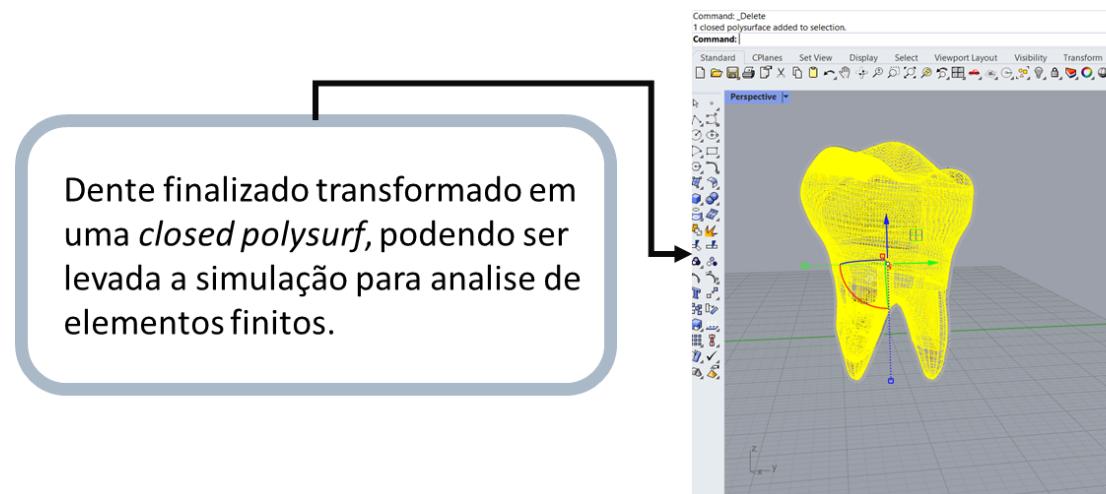


Figura 5:Dente finalizado transformado em uma *closed polysurf*. Fonte (Autoral).

#### 4. Resultados obtidos

Os resultados deste estudo corroboram a eficácia da abordagem inovadora para a modelagem automática de CAD utilizando o Rhinoceros e Grasshopper, permitindo uma modelagem automática de formas complexas, mostrando-se significativamente mais eficiente em termos de tempo de desenvolvimento em comparação com métodos tradicionais.

Além disso, foram selecionados comandos específicos no Grasshopper que facilitam a conversão automática de dados geométricos em modelos CAD, como o uso de pontos de controle e superfícies paramétricas mostraram-se eficazes na geração de superfícies contínuas.

Foi explorada a integração do Grasshopper com a bioengenharia, ampliando as capacidades do processo de modelagem, proporcionando vantagens significativas, especialmente na criação de biomodelos para aplicações médicas, e odontológicas.

A metodologia proposta foi aplicada no biomodelo (dente), e para se observar mais detalhes foi testada em uma prótese mais simplificada (Figura 6).

Os resultados preliminares indicam que a abordagem não apenas melhora a qualidade dos modelos, mas também reduz significativamente o tempo necessário para sua criação, evidenciando uma economia de tempo relevante quando comparado aos métodos tradicionais, ajustes futuros serão essenciais para aperfeiçoar a precisão e a automação total do processo de modelagem.

Em conclusão, os resultados preliminares mostram que a modelagem automática CAD utilizando o Grasshopper é uma ferramenta promissora e versátil, com grande potencial para ser amplamente adotada em diversas áreas de design assistido por computador e bioengenharia.

# Aspecto final

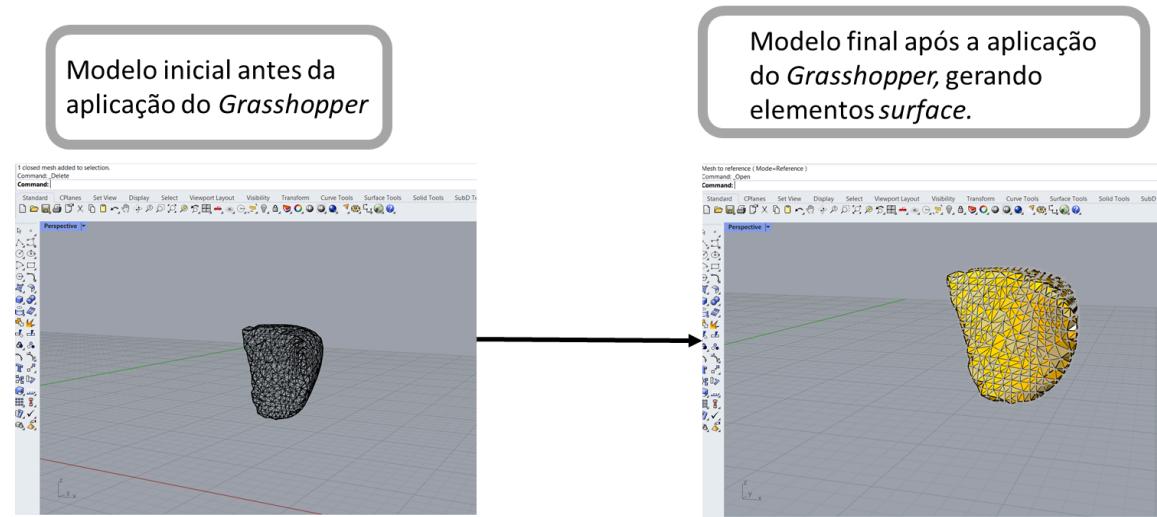


Figura 6:Aspecto final Resultado. Fonte (Autoral).

## 5. Conclusão

Os resultados inicialmente indicam que a proposta de gerar modelos CAD de alta qualidade, com uma economia de tempo em comparação aos métodos tradicionais, se pode observar uma eficiência aprimorada nos processos de modelagem, evidenciando que a aplicação dos comandos automatizados no *Grasshopper*, contudo foram identificadas áreas que requerem comandos adicionais e aperfeiçoamento para atingir um resultado ideal.

Estes comandos adicionais devem ser capazes de lidar com a complexidade dos modelos, garantindo a integridade estrutural e a fidelidade aos parâmetros projetados, além disso os ajustes finos nos algoritmos são necessários para minimizar erros humanos durante o processo de modelagem, melhorando assim a precisão e a consistência dos modelos finais, sendo possível então poder levar esse modelo CAD para um *software* de simulação.

A metodologia foi aplicada na modelagem de biomodelos, estruturas arquitetônicas, peças mecânicas e elementos de design de produto. Estas aplicações práticas demonstraram a versatilidade e o potencial da metodologia para revolucionar diversos campos de design e engenharia.

Esta estrutura descreve detalhadamente os passos seguidos na pesquisa, os métodos aplicados e as ferramentas utilizadas, fornecendo uma visão abrangente e técnica sobre o processo de modelagem automática CAD com *Grasshopper*.

## 6. Agradecimentos

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos, que foi fundamental para a realização desta pesquisa, juntamente ao Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI Renato Archer) pela estrutura e recursos fornecidos, que foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa, agradeço imensamente ao meu coorientador, Leonardo Machado, por seu valioso apoio, orientação e contribuição ao longo da minha pesquisa, com excelentes conselhos que foram inestimáveis para o sucesso desta pesquisa, expresso minha mais sincera gratidão ao meu orientador, Jorge Vicente Lopes, pela atenção durante a minha pesquisa e que seu esforço seja sempre lembrado pela ciência e reconhecido pelos seus grandes feitos para comunidade científica.

## 7. Referências

FRANCISCO, Luiz Angelo Valota; TREVELIN, Luis Carlos. Definição de projetos para bioimpressão em STL utilizando orientação a objetos e VTK. **Programa de pós-graduação em ciência da computação, SIBIGRAP, UFSCAR**, 2015.

Falcón-Antenucci RM, Pellizzer EP, de Carvalho PS, Goiato MC, Noritomi PY. Influence of cusp inclination on stress distribution in implant-supported prostheses. A three-dimensional finite element analysis. *J Prosthodont*. 2015 Jul.

MONZILLO, Vitor C.; DE OLIVEIRA, Marcelo F.; NOGUEIRA, Júlia A. Modelagem 3D de prótese dentária em software CAD a partir de um modelo base para análise computacional. 2018

COSTANTINO, Domenica; GRIMALDI, Arianna; PEPE, Massimiliano. 3D MODELLING OF BUILDINGS AND URBAN AREAS USING GRASSHOPPER AND RHINOCEROS. **Geographia technica**, v. 17, n. 1, 2022.

SILVA, Francisco Duarte Magalhães. O CAD aplicado ao projeto do produto: o ponto de vista dos designers industriais. **Rio de Janeiro: UFR/COPPE**, 2011.

Shelden, D. R. (20012). *Digital Design and Manufacturing: CAD/CAM Applications in Architecture and Design*. Wiley.