

ABAJUR INSPIRADO EM MAÇÃ MORDIDA

Leandro Kuhlmann¹, Luís Guilherme Fiusa², Willian Jonatan Ranghetti³
Ana Paula Bertoldi Oberziner⁴, Mirian Bernadete Bertoldi Oberziner⁵

Centro Universitário – Católica de Santa Catarina

RESUMO

A partir dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral II e Álgebra Linear e Geometria Analítica II no curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Católica de Santa Catarina, foi realizado um projeto para modelar um abajur, com seu formato inspirado em uma maçã mordida. A modelagem foi realizada através da análise das formas do objeto e do cálculo de suas áreas de corte transversal longitudinal e volume em revolução.

Palavras-chave: Abajur; Maçã mordida; Sólidos de revolução.

ABAJUR INSPIRED IN BIT APPLE**ABSTRACT**

From the knowledge acquired in the Differential and Integral Calculus II and Linear Algebra and Analytic Geometry II classes during the Electrical Engineering course at University Center Católica de Santa Catarina, a project was made for modeling a lamp with its shape inspired by a bitten apple. The modeling was made through the analysis of the object's shapes and the calculation of its cross-section longitudinal area and revolution volume

Keywords: Lamp; Bitten apple; Solids of revolution.

1 INTRODUÇÃO

Realizado a partir de uma iniciativa das professoras de Cálculo Diferencial e Integral II e Álgebra Linear e Geometria Analítica II do curso de Engenharia Elétrica no Centro Universitário Católica de Santa Catarina em Jaraguá do Sul, este projeto visa integrar e desenvolver os conhecimentos adquiridos em ambas as disciplinas.

Para a realização deste projeto os acadêmicos deveriam escolher um objeto que relacionasse os temas biomimética e Engenharia. Tal objeto deveria apresentar algumas características específicas como requisitos para o projeto.

¹ E-mail: leandro.kuhlmann@catolicasc.org.br.

² E-mail: luis.fiusa@catolicasc.org.br.

³ E-mail: willian.ranghetti@catolicasc.org.br.

⁴ E-mail: anabertoldi@catolicasc.org.br. Endereço para currículo Lattes:
<http://lattes.cnpq.br/2271238027110734>.

⁵ E-mail: mirianbo@catolicasc.org.br. Endereço para currículo Lattes:
<http://lattes.cnpq.br/6196521035044824>.

Tornou-se, portanto, obrigatório a escolha de um objeto que fosse um sólido de revolução, e este deveria conter em sua forma equações de quatro cônicas diferentes, estudadas nas aulas de Álgebra Linear e Geometria Analítica II, sendo elas: a circunferência, a hipérbole, a elipse e a parábola. Após escolher o objeto atendendo todos esses requisitos os alunos deveriam calcular a área do corte transversal longitudinal e o volume deste sólido utilizando integrais e as técnicas de integração estudadas em Cálculo Diferencial e Integral II para a resolução.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A criatividade, habilidade muitas vezes considerada dispensável e difícil de encontrar em pessoas, hoje é essencial para o desenvolvimento de produtos inovadores e mais competitivos. No cenário atual de criação e desenvolvimento, um tema muito forte vem crescendo e se destacando na área de design de produtos: a biomimética.

A genialidade do homem faz várias invenções, abrangendo com vários instrumentos o único e mesmo fim, mas nunca descobrirá uma invenção mais bela, mais econômica ou mais direta que a da natureza, pois nela nada falta e nada é supérfluo.

Afirmção feita por Leonardo da Vinci (2004) a respeito da engenhosidade e sabedoria presentes na natureza.

O Biomimetismo é uma abordagem utilizada na criação de produtos que busca não só a melhoria estética mais também energética. A biomimética busca nas formas e nos movimentos típicos da fauna e da flora, soluções para um melhor rendimento e para a estética dos produtos.

A definição de Benyus (2008) a respeito do campo de estudo da Biomimética está reproduzida abaixo.

Natureza como modelo: Estudar os modelos da natureza e imitá-los ou usá-los como inspiração, com o intuito de resolver problemas humanos;

Natureza como uma medida: Usar o padrão ecológico para julgar a relevância e a validade das nossas inovações. Após bilhões de anos de evolução, a natureza aprendeu o que funciona, o que é mais apropriado e o que perdura;

Natureza como mentor: Nova forma de observar e avaliar a natureza. Preocupar-se não no que podemos extrair do mundo natural, mas no que podemos aprender com ele.

Seguindo esta linha de raciocínio, o presente trabalho busca utilizar a natureza como modelo, e tirou-se inspiração para a criação de um abajur feito em forma de maçã mordida, como aquelas usualmente representadas em desenhos animados, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Maçã mordida



Fonte: Maçã Núcleo Clipe Ilustração dos Desenhos Animados de Arte (2008)

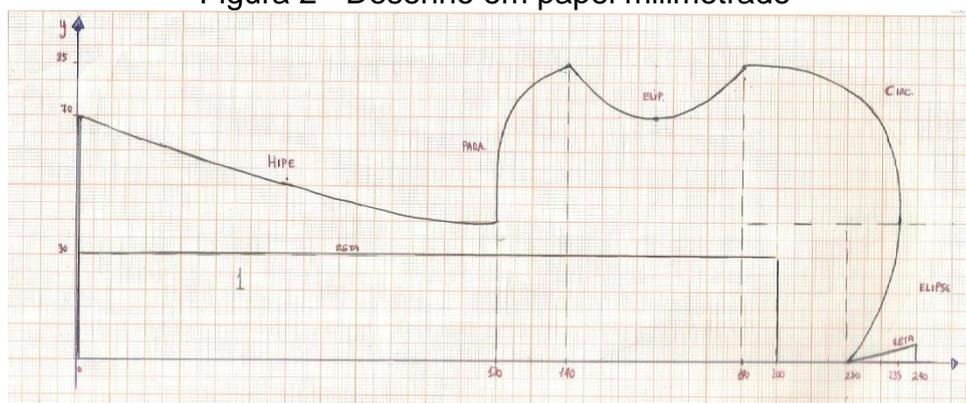
3 METODOLOGIA

Após a idealização do objeto, o mesmo foi desenhado em corte transversal longitudinal, a fim de facilitar a análise e interpretação das equações das cônicas que definem o seu formato. O objeto foi dividido em sete partes:

- Hipérbole;
- Parábola;
- Elipse 1;
- Circunferência;
- Elipse 2;
- Reta 1;
- Reta 2.

Conforme Figura 2.

Figura 2 - Desenho em papel milimetrado



Fonte: Os Autores.

Depois de desenhar o corte transversal longitudinal do sólido, este teve suas formas analisadas, a fim de se obter as equações correspondentes a cada um dos segmentos para posterior cálculo e desenho em *software*. A Tabela 1 contém as funções obtidas.

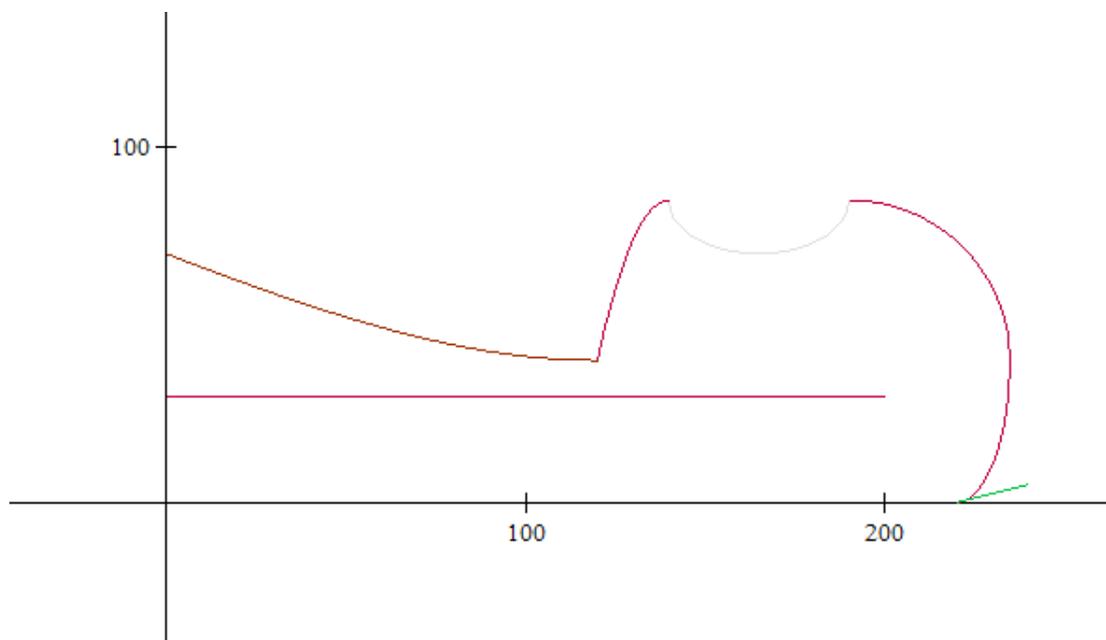
Tabela 1 - Função de cada segmento

SEGMENTO	FUNÇÃO
Hipérbole 1	$y = \sqrt{1600 \left(1 + \frac{11(x - 120)^2}{76800} \right)}$
Parábola 1	$y = -\frac{9}{80}x^2 + \frac{63}{2}x - 2120$
Elipse 1	$y = \left(-\frac{\sqrt{5625 - 9(x - 165)^2}}{5} \right) + 85$
Circunferência 1	$y = \sqrt{2025 - (x - 190)^2} + 40$
Elipse 2	$y = -\sqrt{1600 \left(1 - \frac{(x - 220)^2}{225} \right)} + 40$
Reta 1	$y = \frac{x}{4} - 55$
Reta 2	$y = 30$

Fonte: Os Autores.

De posse da equação de cada segmento, estas foram colocadas no *software Winplot* a fim de se verificar as formas geradas pelas funções.

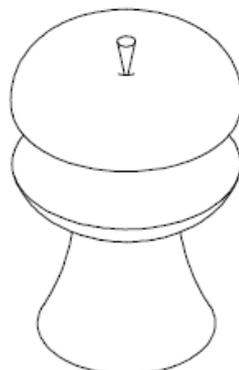
Figura 3 - Gráfico plotado no *software Winplot*



Fonte: Os Autores.

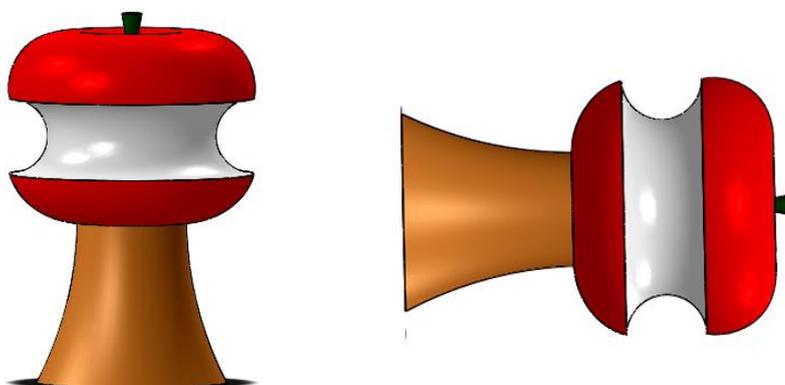
Para uma visualização adicional do sólido de revolução escolhido, um protótipo foi desenvolvido no *software SolidWorks*. Através deste *software*, foi possível simular o objeto em duas e três dimensões, como apresentado nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Visualização 3D do objeto em estudo



Fonte: Os Autores

Figura 5 - Visualizações 2D do objeto em estudo



Fonte: Os Autores.

Após determinar as equações do sólido e verificá-las por meio de *software*, prosseguiu-se para o cálculo da área da seção de corte transversal longitudinal e do volume gerado pela revolução de cada um dos segmentos previamente determinados.

Conforme Stewart (2012), para o cálculo da área da seção de corte transversal longitudinal foi aplicada a seguinte fórmula:

$$A = 2 \int_a^b f(x) dx$$

Onde a e b são os limites da equação de cada segmento no desenho do corte transversal longitudinal.

E para o cálculo dos volumes, também segundo Stewart (2012) foi aplicada a fórmula:

$$V = \pi \int_a^b [f(x)]^2 dx$$

Onde a e b são os limites da integração de cada segmento no desenho do corte transversal longitudinal.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após o cálculo das áreas e dos volumes ter sido realizado, tornou-se possível realizar uma análise mais completa sobre o objeto em estudo. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos pelos cálculos de área e volume.

Tabela 2 - Tabela com equações, limites, área e volume do objeto em estudo

SEÇÃO	FUNÇÃO/INTERVALO	ÁREA	VOLUME
1	$y = \sqrt{1600 \left(1 + \frac{11(x - 120)^2}{76800} \right)}$ Intervalo: $0 \leq x \leq 120$	12273,08143 mm ²	1017876,02 mm ³
2	$y = -\frac{9}{80}x^2 + \frac{63}{2}x - 2120$ Intervalo: $120 \leq x \leq 140$	2800 mm ²	319185,81 mm ³
3	$y = \left(-\frac{\sqrt{5625 - 9(x - 165)^2}}{5} + 85 \right)$ Intervalo: $140 \leq x \leq 190$	7321,90 mm ²	843868,65 mm ³
4	$y = \sqrt{2025 - (x - 190)^2} + 40$ Intervalo: $190 \leq x \leq 235$	6780,86mm ²	816765,4 mm ³
5	$y = -\sqrt{1600 \left(1 - \frac{(x - 220)^2}{225} \right)} + 40$ Intervalo: $220 \leq x \leq 235$	257,52 mm ²	7228,45 mm ³
6	$y = \frac{x}{4} - 55$ Intervalo: $220 \leq x \leq 240$	100mm ²	523,5987mm ³
7	$y = 30$ Intervalo: $0 \leq x \leq 200$	12000 mm ²	565486,6776mm ³
TOTAL		17018,32143 mm ²	2439961,3511 mm ³

Fonte: Os Autores.

Portanto, o resultado obtido pela soma das áreas e volumes dos segmentos foi respectivamente 17018,32143 mm² e 2439961,3511 mm³, lembrando que o segmento 7 é subtraído já que é um buraco para a inserção de uma lâmpada no abajur. E o segmento 5 é subtraído do segmento 4 devido a forma construtiva do objeto escolhido.

A fim de verificar a veracidade dos resultados obtidos, todas as equações obtidas foram revisadas e todos os cálculos foram realizados novamente através do *software WolframAlpha*. Comparando-se os resultados, foi possível verificar que todos os cálculos de área e volume estão corretos.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho, além de estimular a criatividade dos alunos envolvidos, permitiu a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo das aulas de Álgebra Linear e Geometria Analítica II e Cálculo Diferencial e Integral II em uma situação real, que

engenheiros podem encontrar durante a criação, modelagem e desenvolvimento de um produto.

O desenvolvimento do trabalho em equipe, desde o esboço do desenho e o reconhecimento das formas geométricas de cônicas até os cálculos das dimensões e geração gráfica via *softwares*, percebeu-se um grande avanço no desenvolvimento de raciocínio e aprimoramento das habilidades.

6 REFERÊNCIAS

ANTON, Howard; BIVENS, Irl; DAVIS, Stephen. **Cálculo**. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007-2010.

ANTON, Howard; RORRES, Chris. **Álgebra linear com aplicações**. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002-2008.

FLEMMING, Diva Marília; GONÇALVES, Mirian Buss. **Cálculo A: funções, limite, derivação e integração**. 6. ed., rev. e ampl. São Paulo: Makron Books, 2010.

SOARES, M. A. R. **Biomimetismo e ecodesign**: Desenvolvimento de uma ferramenta criativa de apoio ao design de produtos sustentáveis. Lisboa. Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2008.

STEINBRUCH, Alfredo; WINTERLE, Paulo. **Álgebra linear**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2012.

STEINBRUCH, Alfredo; WINTERLE, Paulo. **Geometria analítica**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2012.

STEWART, James. **Cálculo**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

VINCI, Leonardo Da. **Da Vinci por ele mesmo**. Trad. Marcos Malvezi. São Paulo: Madras, 2004.