

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Modelagem paramétrica de Superfícies Curvas: superfícies propriam. curvas não desenvolvíveis

Autores:

Doutoranda Janice de Freitas Pires – POS ARQ/UFSC - HIPERLAB/UFSC
 Profa. Alice Theresinha Cybis Pereira – POS ARQ/UFSC – HIPERLAB/UFSC

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

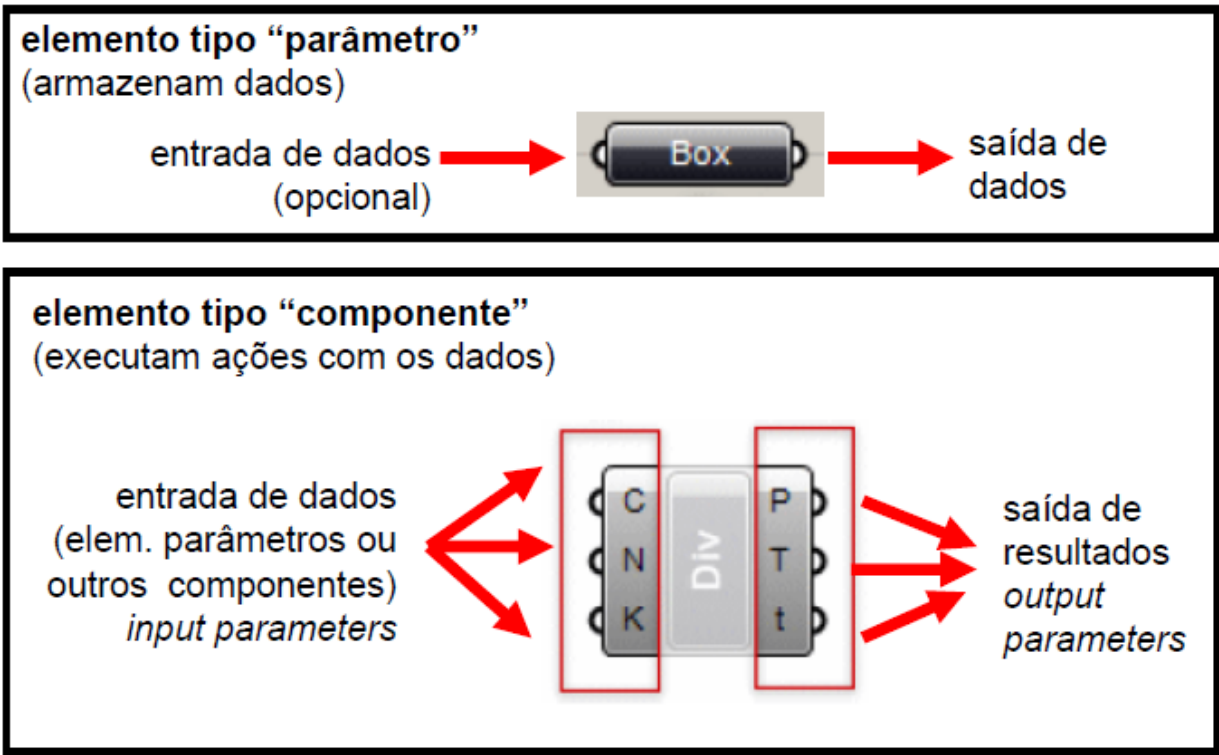
Objetivos da Oficina de Modelagem paramétrica de superfícies retilíneas não desenvolvíveis

- Reconhecer o conceito de modelagem paramétrica aplicada ao projeto de arquitetura;
- Reconhecer os conceitos e as técnicas de modelagem paramétrica e da geração de superfícies curvas por meio da representação algorítmica de *superfícies propriamente curvas não desenvolvíveis*;
- Explorar a variação de parâmetros para a obtenção de diferentes configurações formais das superfícies representadas.

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Modelagem paramétrica desenvolvida em **Grasshopper** (Rhincerus) - <http://www.grasshopper3d.com/>

Tipos de elementos do Grasshopper



INTRODUÇÃO		
Modelos		Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.		
SUP. CIRCULARES REVOL.		
SUPERFÍCIE ESFÉRICA		
Conceito		Algoritmo
Modelagem		
ELIPSOIDE S		
Conceito		Algoritmo
Modelagem		
PARABOLOIDE DE REV.		
Conceito		Algoritmo
Modelagem		
HIPERBOLOIDE DE REV.		
Conceito		Algoritmo
Modelagem		
TORO CIRCULAR		
Conceito		Algoritmo
Modelagem		

Interface Grasshopper (Rhinoce

Cores dos elementos do Grasshopper



todos os componentes tornam-se verdes quando selecionados

cinza ou preto: ok
(não há erros nem falta de informação)

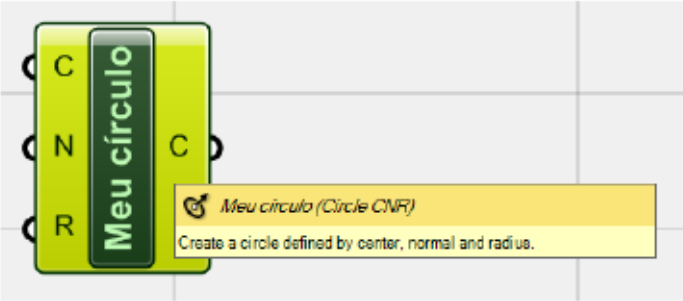
laranja: atenção
(falta alguma informação)

vermelho: há erros
(o erro pode estar no componente vermelho ou em algum dos parâmetros que ele recebe)

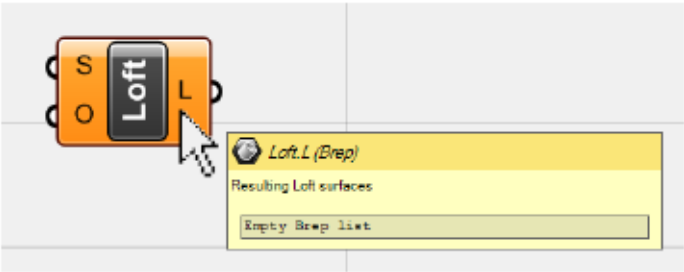
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Interface Grasshopper (RhinoCerus)

Descrição dos elementos e dos parâmetros dos elementos



colocando o mouse sobre a parte central de um elemento é possível ver sua descrição

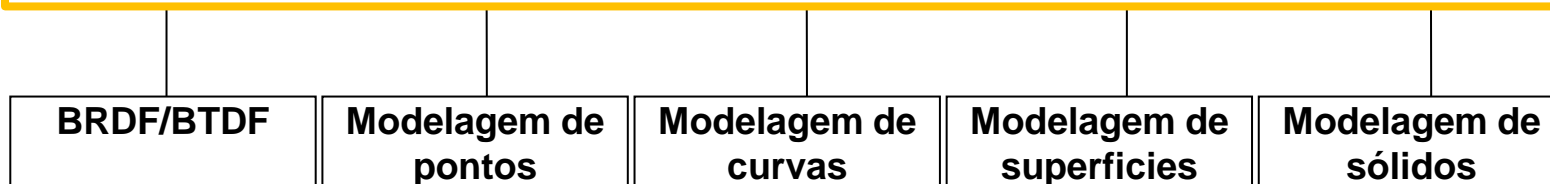


colocando o mouse sobre cada parâmetro de um elemento é possível ver sua descrição e o tipo de dado que ele representa ou espera receber

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

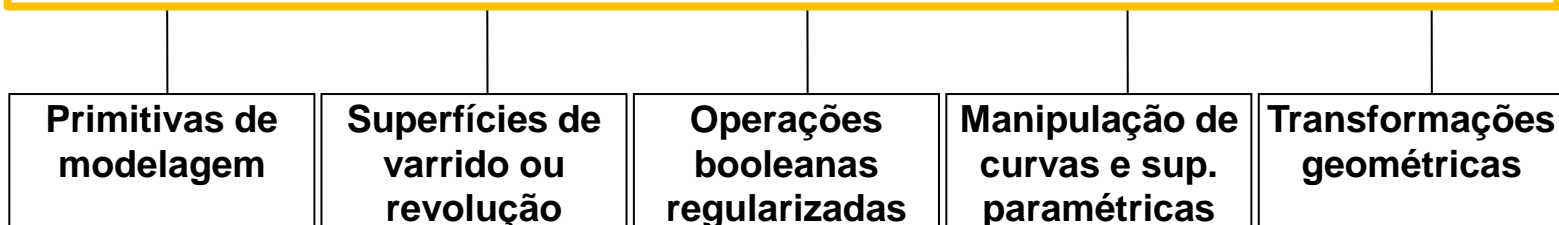
Tipos de Modelos

De acordo com a informação que se queira extrair do modelo



Bidirectional Reflectance (BRDF) and Transmittance (BTDF) Distribution Functions

De acordo com a forma de geração e controle do modelo

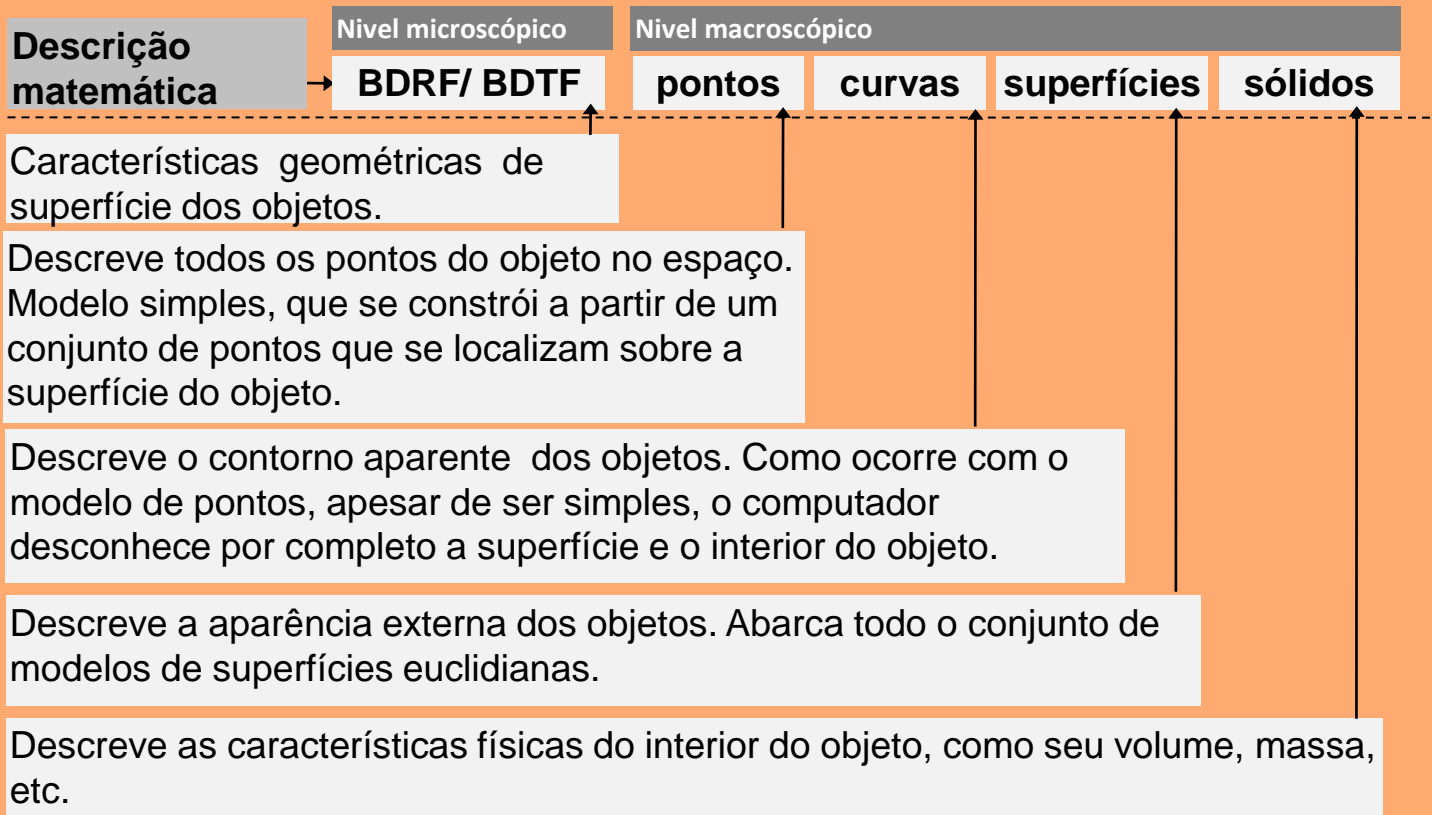


Fonte: Curso de Especialização em Gráfica Digital – DTGC – IFM – UFPEL

Disciplina: Modelagem Geométrica I

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Tipos de modelos



Fonte: Curso de Especialização em Gráfica Digital – DTGC – IFM – UFPEL

Disciplina: Modelagem Geométrica I

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Modelagem Paramétrica: Definição

É a descrição computacional de um modelo matemático com base em scripts, parâmetros e relacionamentos.

Design Paramétrico: Definição

Processo em que a descrição de um problema é criada usando variáveis. Ao alterar essas variáveis, uma gama de soluções alternativas pode ser criada, com base em alguns critérios selecionados de uma solução final, que podem ser relacionados com o desempenho, facilidade de construção, requisitos de orçamento, as necessidades do usuário, estética ou uma combinação destes.

Fonte: MONEDERO, 2000.

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Definição de Superfícies

Denomina-se superfície geométrica o lugar de todas as posições que ocupa sucessivamente no espaço uma linha móvel que troca de posição, ou também de forma, segundo uma lei determinada e contínua.

As superfícies são geradas pelo movimento de linhas - **geratrizes** da superfície

As geratrizes podem apoiar-se sobre uma ou mais linhas – **diretrizes** da superfície

Se a diretriz é uma linha aberta gera uma superfície aberta

Se a diretriz é uma linha fechada gera uma superfície fechada

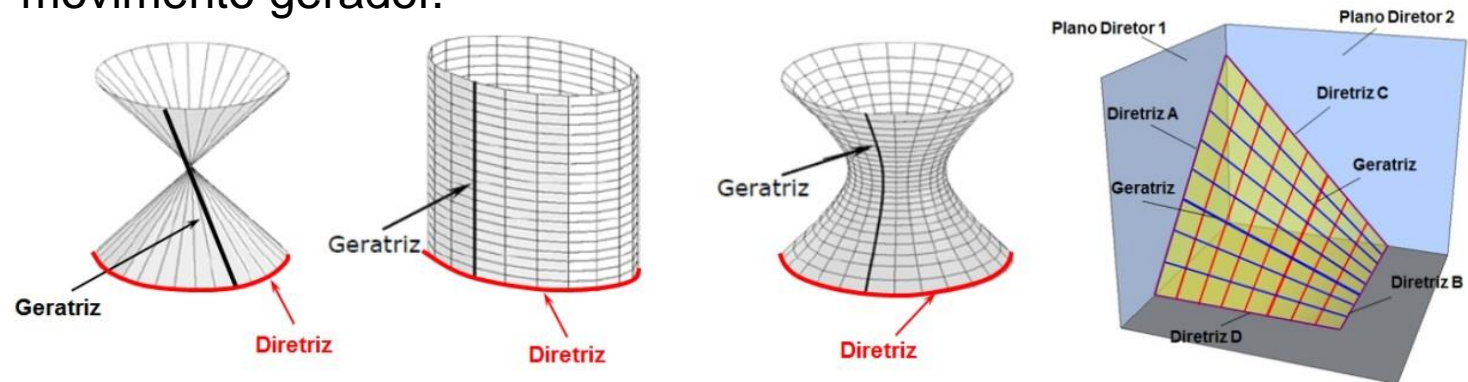
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Caracterização dos elementos principais das Superfícies segundo Rodrigues (1960):

Geratriz: linha móvel que descreve a superfície

Diretriz: linhas ou superfícies fixas que determinam, em relação à geratriz, em cada posição, as condições peculiares da lei de geração de uma superfície. Ela direciona e regra o movimento da geratriz.

Superfície diretora: superfície em relação a qual uma geratriz deve assumir uma determinada posição constante durante o seu movimento gerador.

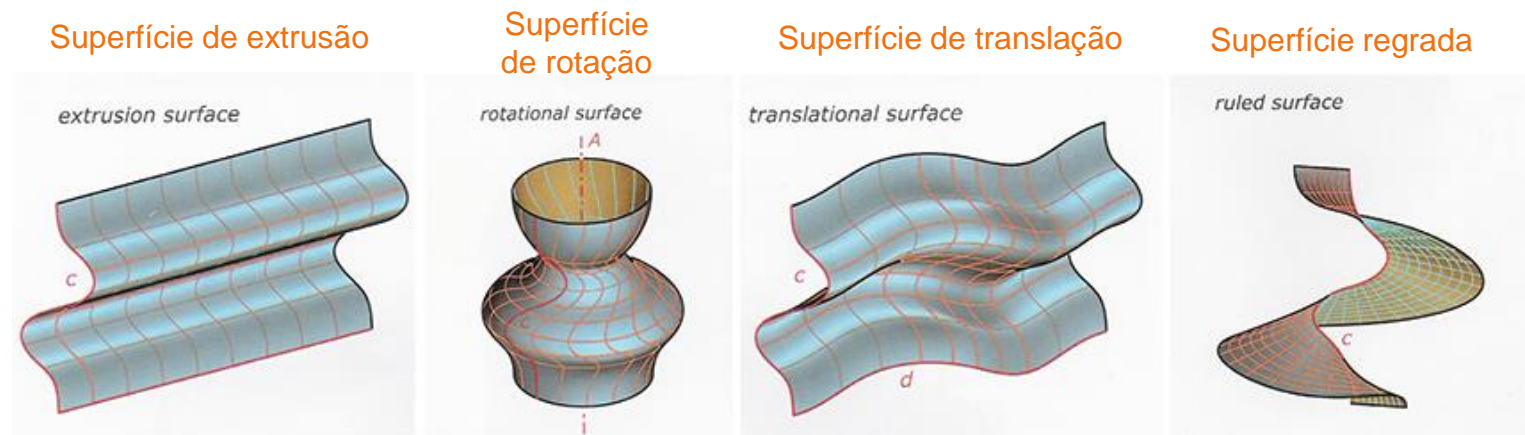


INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Caracterização dos elementos principais das Superfícies segundo Rodrigues (1960):

Lei de geração: é a determinação do movimento de cada forma linear sem deixar nada de arbitrário, quanto á posição e grandeza da geratriz, pela exigência de condições especiais à superfície descrita.

Alguns *processos de geração* são apresentados (Pottmann et al, 2007), os quais podem ser por **extrusão**, **rotação** ou **translação** da geratriz ao longo de sua (s) diretriz (es).



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Classificação das Superfícies Curvas segundo Rodrigues (1960)

Sistemas e leis de geração

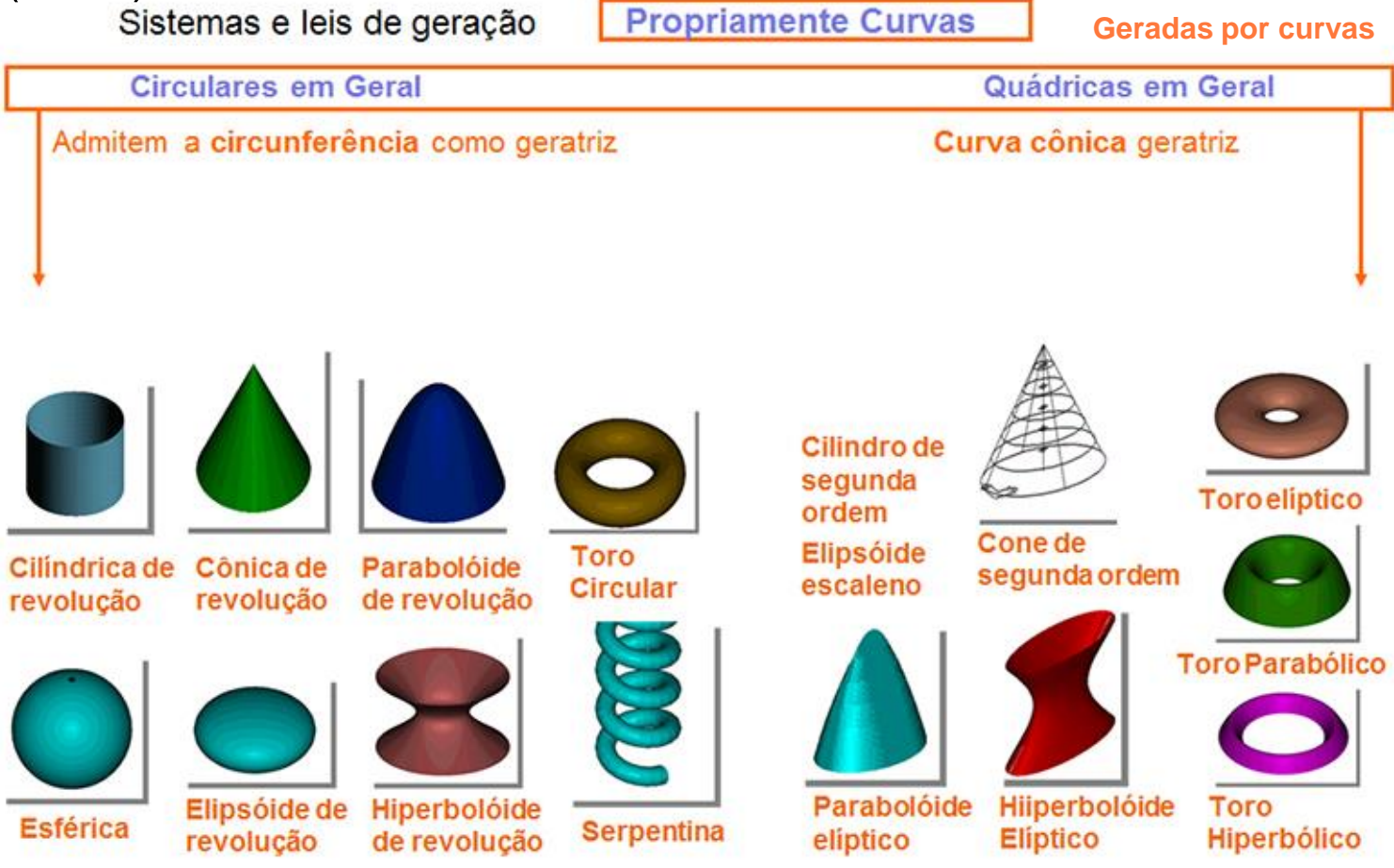
Retilíneas

Geradas por retas



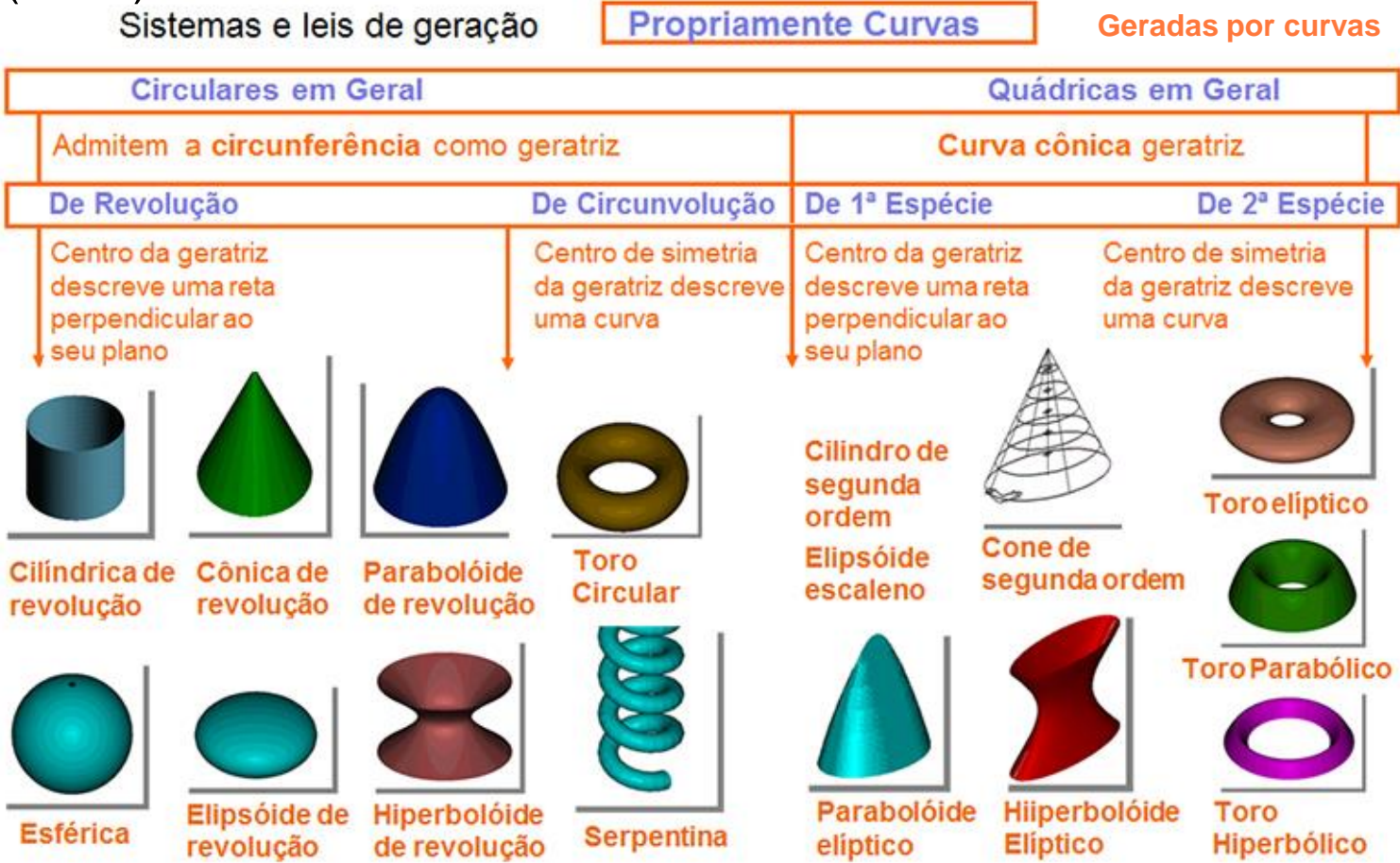
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Classificação das Superfícies Curvas segundo Rodrigues (1960)



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Classificação das Superfícies Curvas segundo Rodrigues (1960)



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfícies Propriamente Curvas Não Desenvolvíveis: Definição

São as superfícies geradas por curvas circulares ou curvas quadráticas em geral (elipses, parábolas, hipérboles ou outras curvas quadráticas) que não podem ser desdobradas sobre um plano, ou seja, não podem ser planificadas sem rasgar a superfície.

As superfícies não planificáveis ou não desenvolvíveis quando geradas por linhas retas pertencem ao grupo das *superfícies retilíneas*, e quando geradas por linhas curvas, pertencem ao grupo das *superfícies propriamente curvas*.

Rodrigues (1960)

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

No grupo das superfícies *propriamente curvas não desenvolvíveis* e que são *circulares* podemos distinguir as seguintes superfícies:
 Circulares em Geral (podem ser geradas por circunferências)



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

No grupo das superfícies *propriamente curvas não desenvolvíveis* e que são *circulares* podemos distinguir as seguintes superfícies: Quádricas em Geral (geratrizes **somente são** curvas cônicas ou quadráticas em geral)



INTRODUÇÃO

Modelos | Superfícies

SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.

SUP. CIRCULARES REVOL.

SUPERFÍCIE ESFÉRICA

Conceito | Algoritmo

Modelagem

ELIPSOIDE S

Conceito | Algoritmo

Modelagem

PARABOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

HIPERBOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

TORO CIRCULAR

Conceito | Algoritmo

Modelagem

Superfícies Propriamente Curvas Não Desenvolvíveis – Exemplos na Arquitetura

Esférica

Projeto: Biosphere

Arquiteto: Richard Buckminster
Fuller

Localização: Montreal, Canadá

Fonte da imagem:

<http://aedesign.wordpress.com/2010/03/19/montreal-biosphere-quebec-canada/biosphere-montreal-below/13>



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

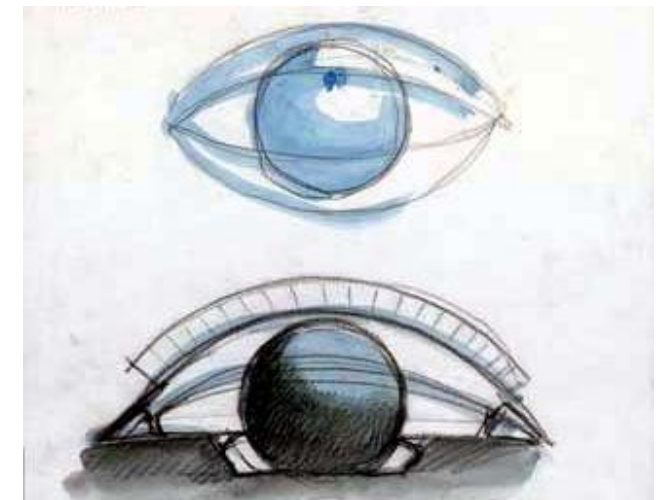
Superfícies Retilíneas Não Desenvolvíveis: Exemplos na Arquitetura

Superfície Esférica



Projeto: Hemisfèric
Arquiteto: Santiago Calatrava
Localização: Barcelona (Espanha)

Embora pareça uma metade de um elipsoide, a forma do projeto se trata de uma parte de uma esfera. A ideia do projeto foi dar um efeito de reflexo sobre a água a partir da projeção da superfície dando a ilusão da forma de um olho.



INTRODUÇÃO

Modelos | Superfícies

SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.

SUP. CIRCULARES REVOL.

SUPERFÍCIE ESFÉRICA

Conceito | Algoritmo

Modelagem

ELIPSOIDE S

Conceito | Algoritmo

Modelagem

PARABOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

HIPERBOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

TORO CIRCULAR

Conceito | Algoritmo

Modelagem

Superfícies Retilíneas Não Desenvolvíveis: Exemplos na Arquitetura

Elipsoide



Projeto: **The Infosys Ellipsoid**
Arquiteto: Hafeez Contractor,
Mumbai
Localização: Pune

Imagem:
<https://www.wfm.co.in/a-look-through-glass-facade/>

INTRODUÇÃO

Modelos | Superfícies

SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.

SUP. CIRCULARES REVOL.

SUPERFÍCIE ESFÉRICA

Conceito | Algoritmo

Modelagem

ELIPSOIDE S

Conceito | Algoritmo

Modelagem

PARABOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

HIPERBOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

TORO CIRCULAR

Conceito | Algoritmo

Modelagem

Superfícies Retilíneas Não Desenvolvíveis: Exemplos na Arquitetura

Elipsoide



Projeto: **Sunday Escape - Cybertecture Egg**

Arquiteto: James Law

Localização: Mumbai, Índia

Imagens: <https://www.nssmag.com/en/art-design/10970/sunday-escape-cybertecture-egg/image:95059>

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfícies Retilíneas Não Desenvolvíveis: Exemplos na Arquitetura

Paraboloide de Revolução



Obra: OCA - Pavilhão Lucas Nogueira Garcez
Arquiteto: Oscar Niemeyer
Local: São Paulo – Parque Ibirapuera
Ano: 1954, reformado em 2000 segundo projeto de Paulo Mendes da Rocha

Imagem: <http://www.institutopinheiro.org.br/dica-de-lugar/oca-pavilhao-lucas-nogueira-garcez/?localidade=sao-paulo#.WdUpXmhSzIU>

INTRODUÇÃO

Modelos | Superfícies

SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.

SUP. CIRCULARES REVOL.

SUPERFÍCIE ESFÉRICA

Conceito | Algoritmo

Modelagem

ELIPSOIDE S

Conceito | Algoritmo

Modelagem

PARABOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

HIPERBOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

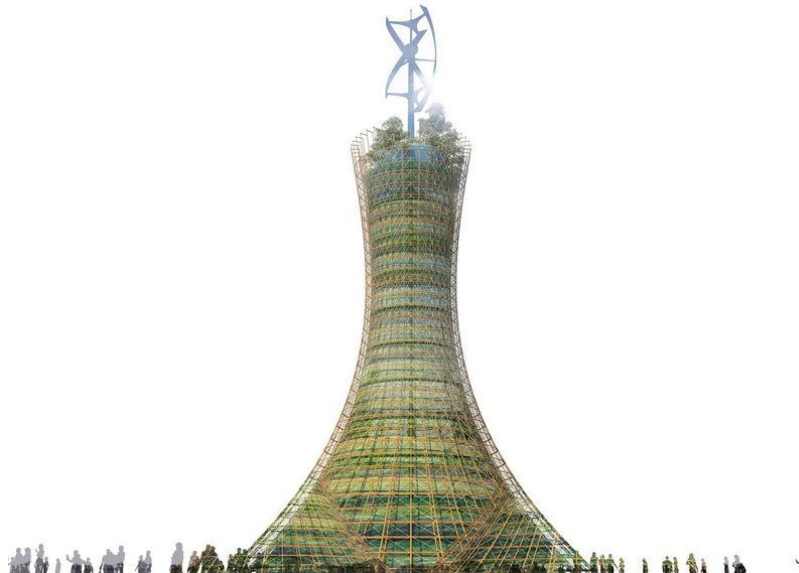
TORO CIRCULAR

Conceito | Algoritmo

Modelagem

Superfícies Retilíneas Não Desenvolvíveis: Exemplos na Arquitetura

Hiperboloide



Obra: Projeto Skyfarm

Projeto: Rogers Strik Harbor and Partners

Ano: 2014-2015

<https://www.dezeen.com/2016/03/17/skyfarm-rogers-stirk-harbour-partners-global-food-crisis-vertical-farm-concept-bamboo/>



Obra: Saint Louis Science Center

Projeto: Gyo Obata

Localização: St. Louis, Missouri, EUA.

Ano: 1963

https://en.wikipedia.org/wiki/Saint_Louis_Science_Center

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfícies Retilíneas Não Desenvolvíveis: Exemplos na Arquitetura

Toro



Imagem:
<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2208723/Ark-Hotel-Remistudio-biosphere-self-contained-haven-event-flood-disaster.htm>

Obra: Ark Hotel

Projeto: escritório de arquitetura Remistudio

Local: Rússia

Ano: 2012

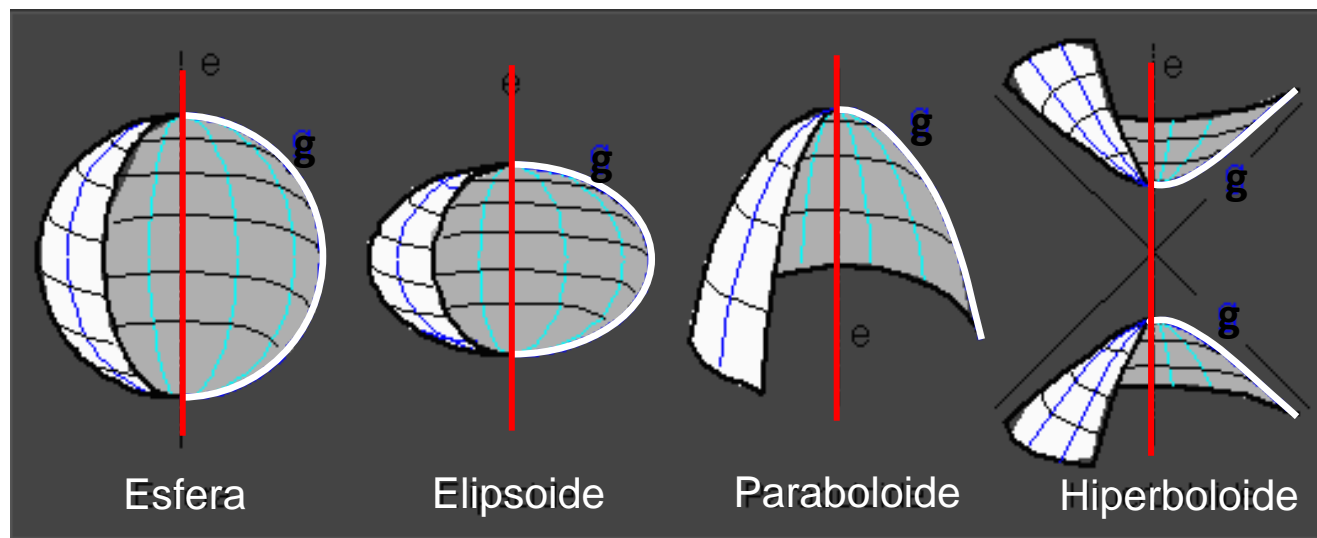
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfícies Circulares de Revolução

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfícies Circulares de Revolução

Superfícies geradas pelo **movimento circular** de uma **curva diretriz** em torno de um **eixo** que está contido no **mesmo plano da geratriz** e em um **plano perpendicular ao plano** que contém a **diretriz** da superfície. Nesta classe de superfícies estão a **esfera**, os **elipsoides**, o **paraboloide** e os **hiperboloides** de revolução.



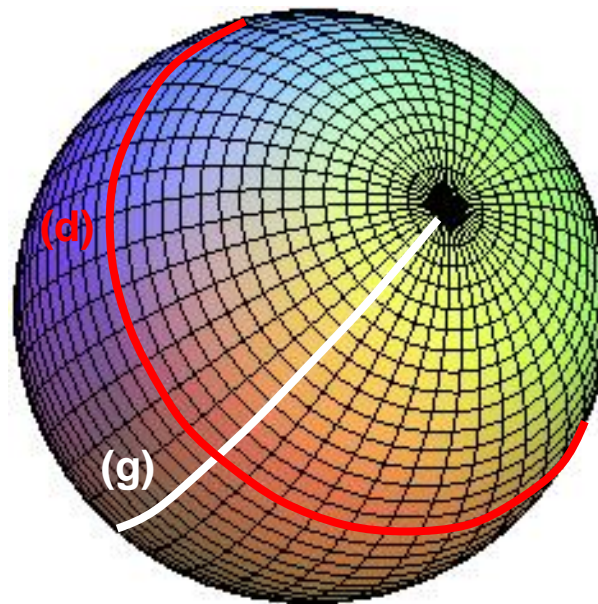
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfície Esférica

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfície Esférica – Definição

É a superfície gerada pela rotação completa de uma **semicircunferência (geratriz)** em torno de um de seus **diâmetros (d)**.



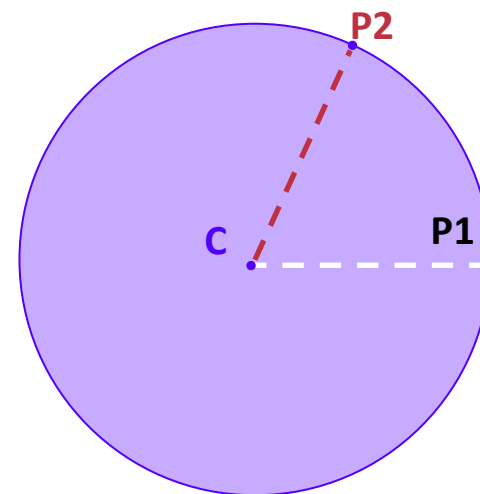
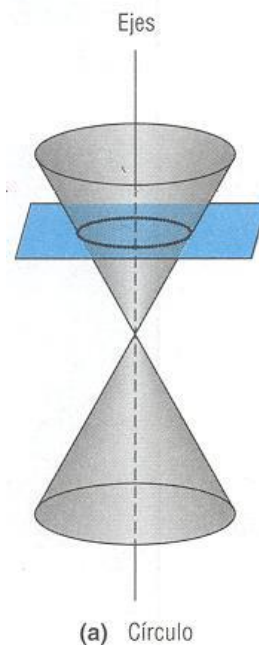
Fonte da imagem: <http://enciclopedia.us.es/index.php/Esfera>

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Circunferência – Definição

É a **curva plana fechada** que se obtém quando da interseção de um **cone circular reto** com um plano perpendicular ao seu eixo.

É o **lugar geométrico** de todos os **pontos** de um plano **equidistantes** de um ponto fixo denominado de **centro** da circunferência (C).



Fonte do texto e referência para o desenho:
http://www.mat.uel.br/geometrica/php/dg/dg_9t.php

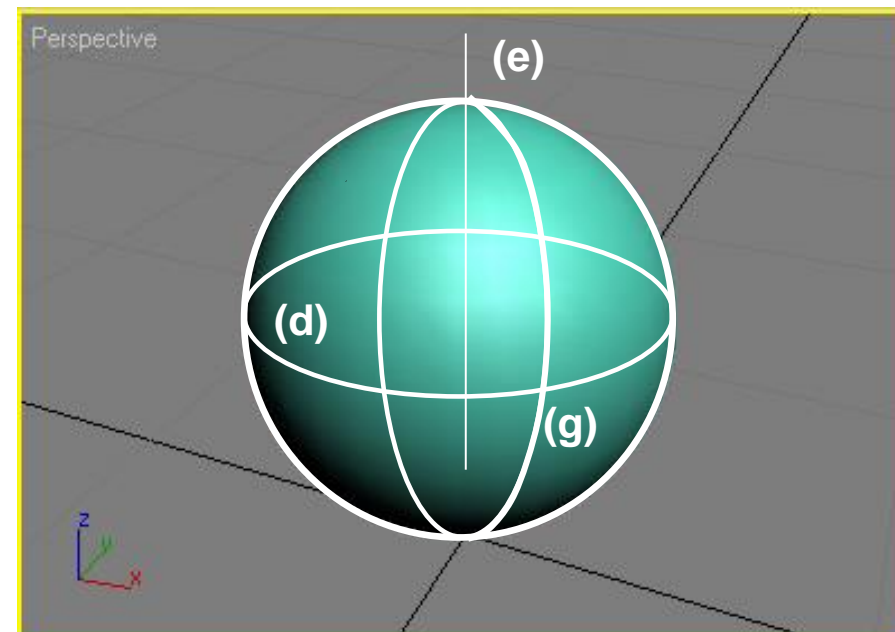
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfície Esférica – Definição e processo de geração

É o lugar geométrico dos **pontos do espaço** situados à **mesma distância** de um **ponto fixo** (centro).

É a **superfície de revolução** gerada por uma semicircunferência (**geratriz**) que faz uma **rotação completa** em torno de uma curva circunferência (**diretriz**).
Somente pode ser gerada por uma curva, sendo assim classificada como uma superfície propriamente curva.

(Rodrigues, 1960)



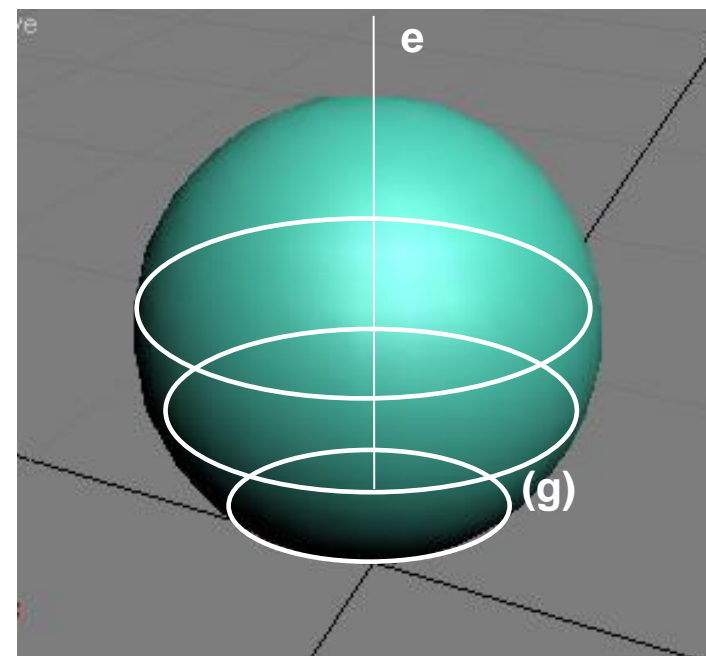
Fonte da imagem: elaboração própria para a disciplina de Geometria Descritiva IV/GEGRADI/UFPEL, atual disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfície Esférica – Definição e processo de geração

Além da revolução de uma semicircunferência em torno de um eixo de revolução, esta superfície pode também ser gerada pelo deslocamento de uma **circunferência geratriz** que possui o seu centro preso a uma reta perpendicular ao seu plano, levantada pelo centro, variando o raio da circunferência geratriz (geração pelos paralelos).

(Rodrigues, 1960)

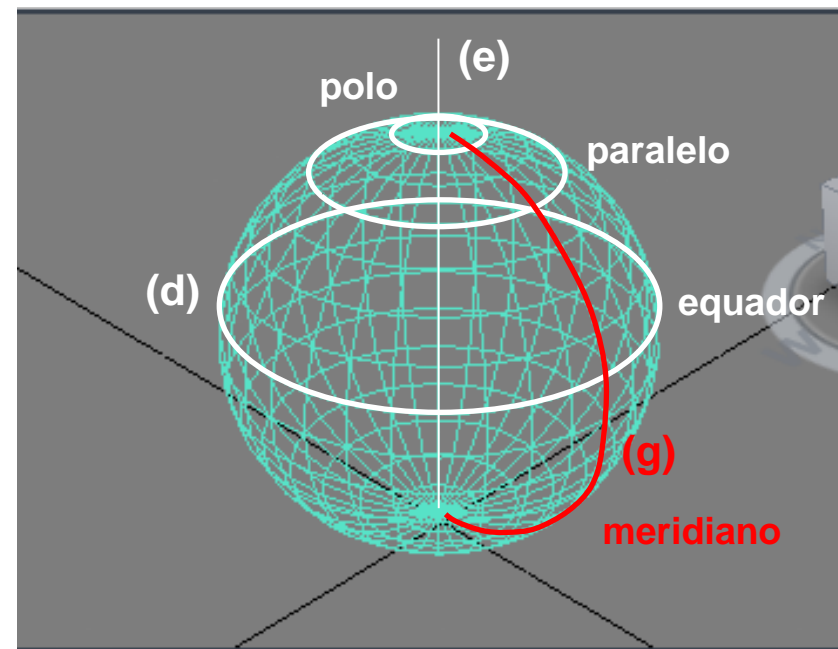


Fonte da imagem: elaboração própria para a disciplina de Geometria Descritiva IV/GEGRADI/UFPEL, atual disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfície Esférica – Elementos principais

- a) Pólos** são as interseções da superfície com o eixo;
- b) Paralelo** é qualquer seção feita por um plano perpendicular ao eixo;
- c) Equador** é o paralelo de raio máximo, contido em um plano que passa pelo centro da esfera;
- d) Meridiano** é qualquer seção cujo plano passa pelo eixo.
- Os meridianos e paralelos constituem dois sistemas de geratrizes ortogonais (Rodrigues, 1960).**



Fonte da imagem: elaboração própria para a disciplina de Geometria Descritiva IV/GEGRADI/UFPEL, atual disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2

INTRODUÇÃO

Modelos | Superfícies

SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.

SUP. CIRCULARES REVOL.

SUPERFÍCIE ESFÉRICA

Conceito | Algoritmo

Modelagem

ELIPSOIDE S

Conceito | Algoritmo

Modelagem

PARABOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

HIPERBOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

TORO CIRCULAR

Conceito | Algoritmo

Modelagem

Superfície Esférica – Emprego na Arquitetura

Projeto: Planetário

Rubens de Azevedo

Arquiteto: Delberg

Ponce de Leon e

Fausto Nilo Costa

Júnior

Localização: Ceará

Fonte da imagem;

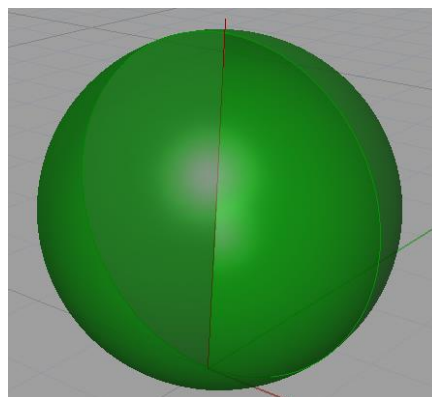
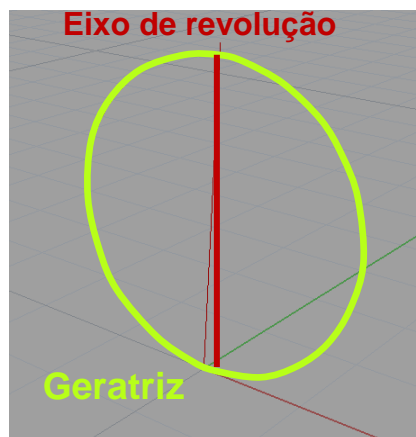
<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/delberg-ponce-de-leon-e-fausto-nilo-costa-junior-planetario-rubens-01-09-2003.html>



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

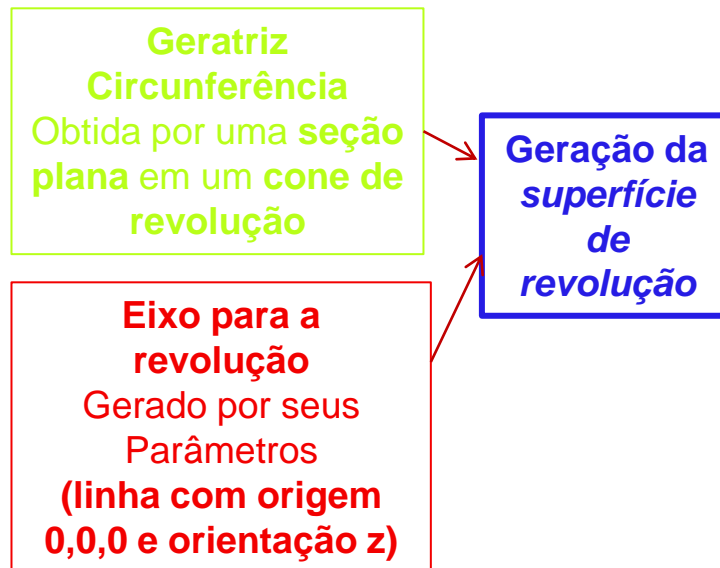
Superfície Esférica

Esquema de geração



**Superfície por
Revolução da
geratriz**

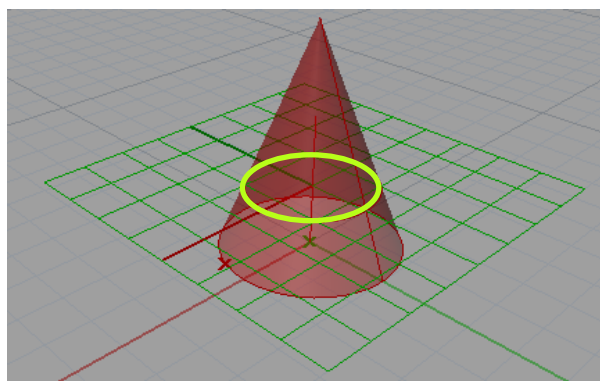
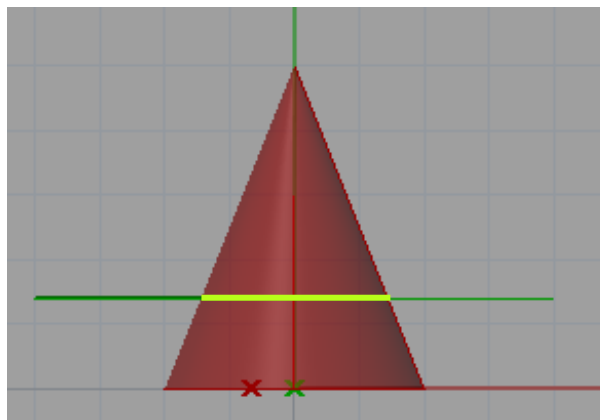
Algoritmo



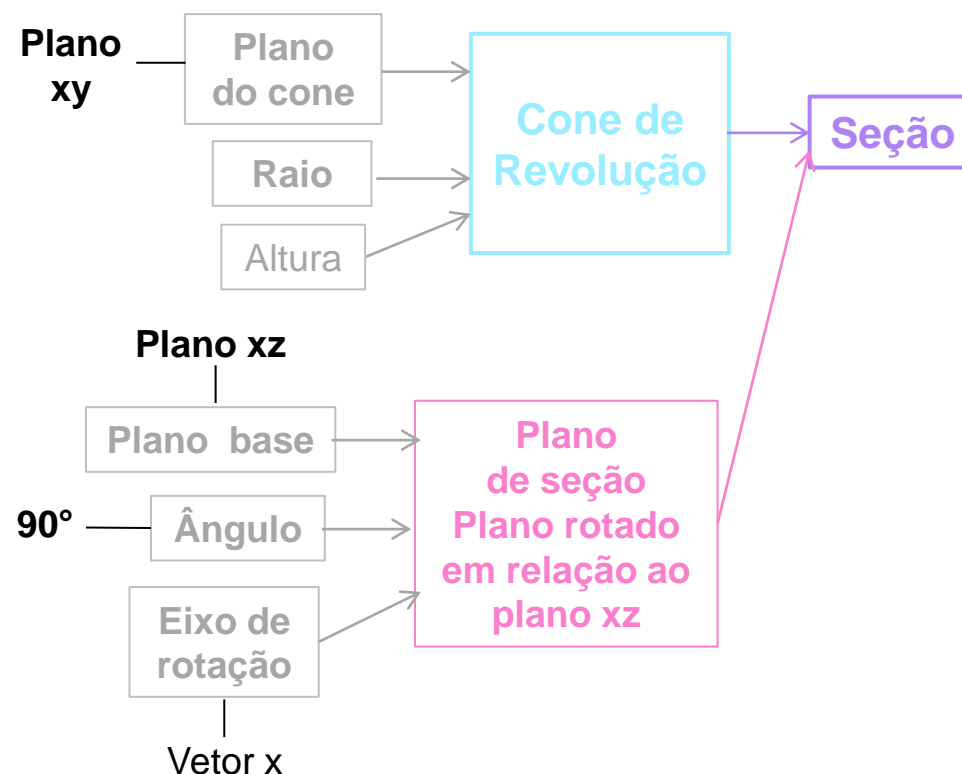
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfície Esférica – Obtenção da circunferência geratriz por seção plana em um cone de revolução, **perpendicular** ao eixo do cone.

Esquema de geração



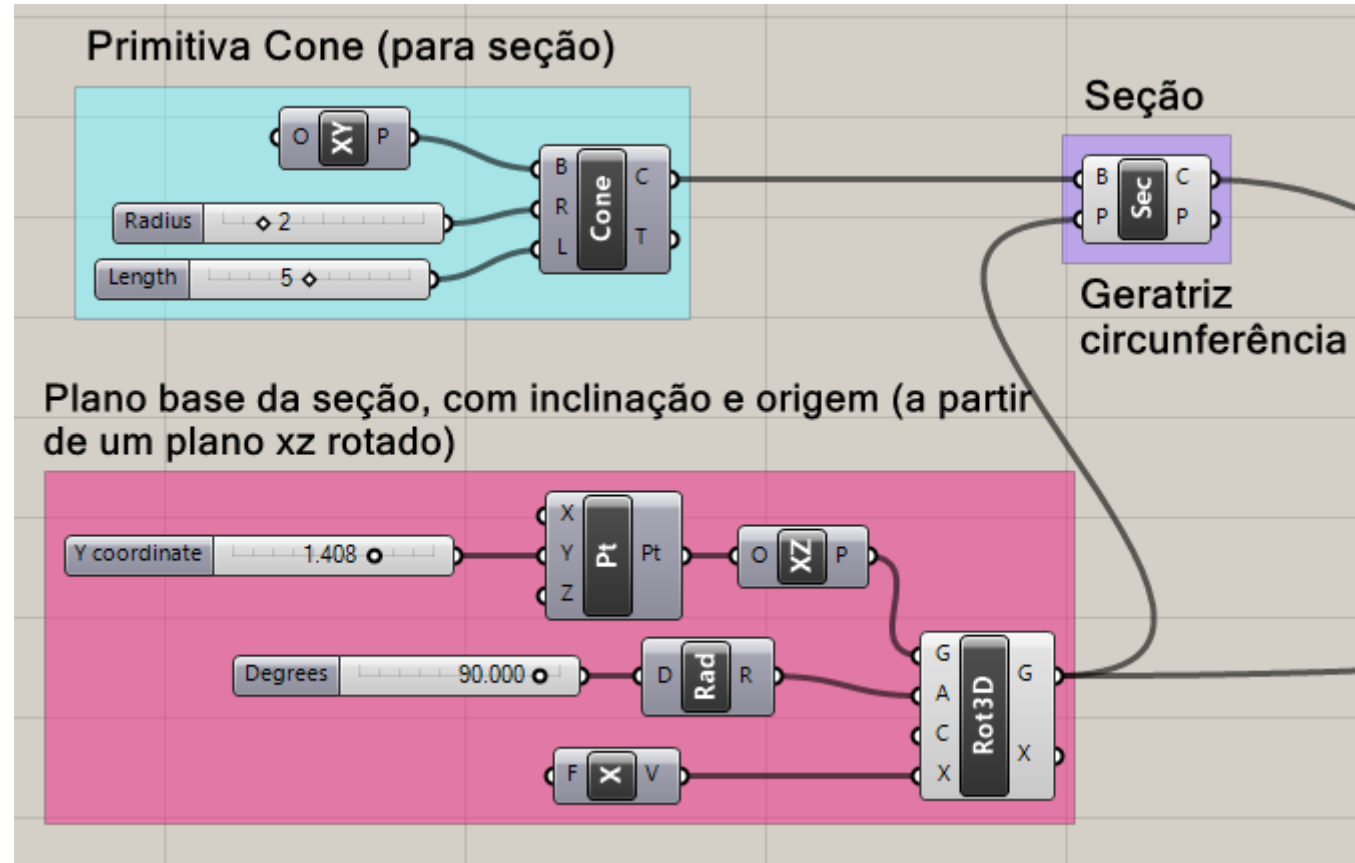
Algoritmo



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfície Esférica – Obtenção da circunferência geratriz por seção plana em um cone de revolução

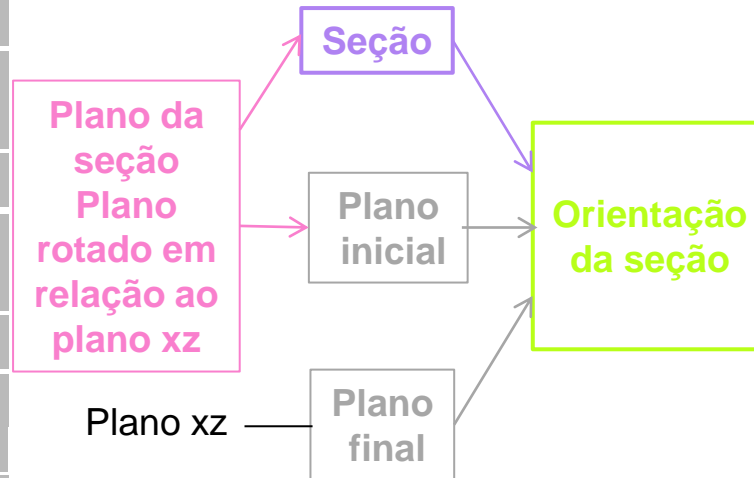
Programação



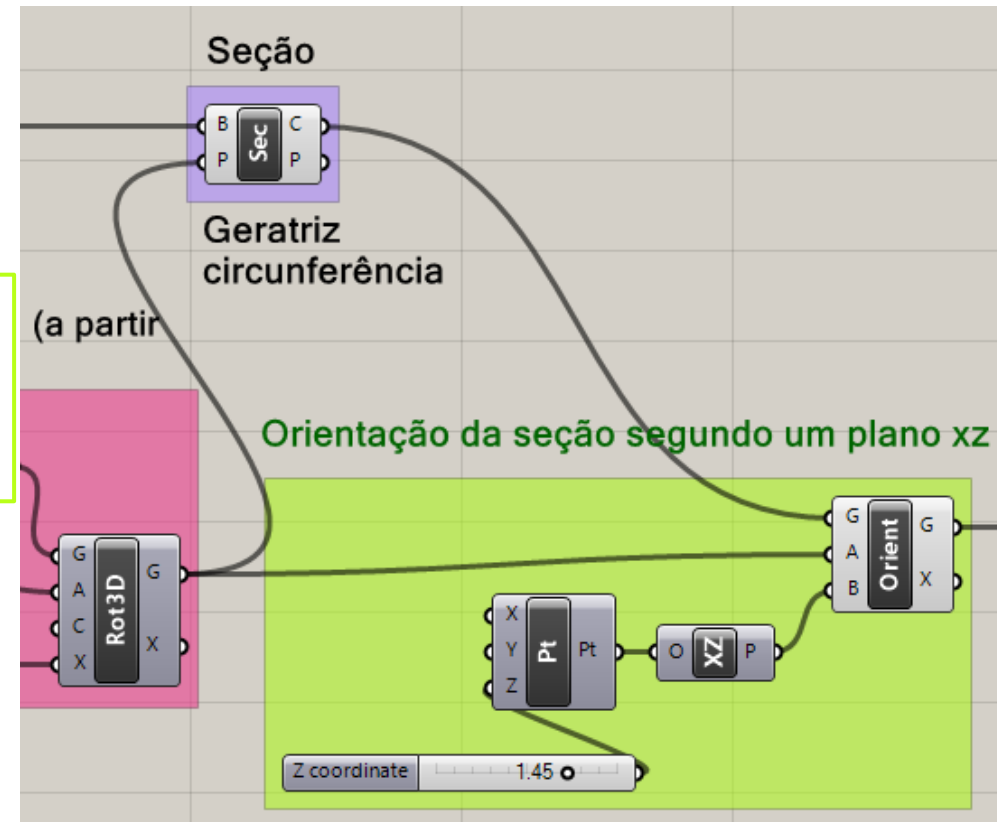
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfície Esférica – Orientação da seção (circunferência geratriz) para um plano vertical (Plano xz)

Algoritmo



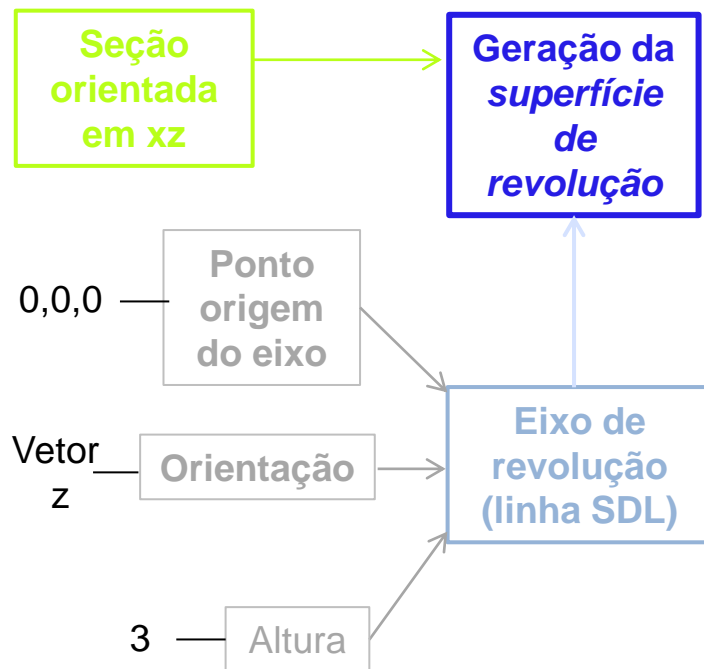
Programação



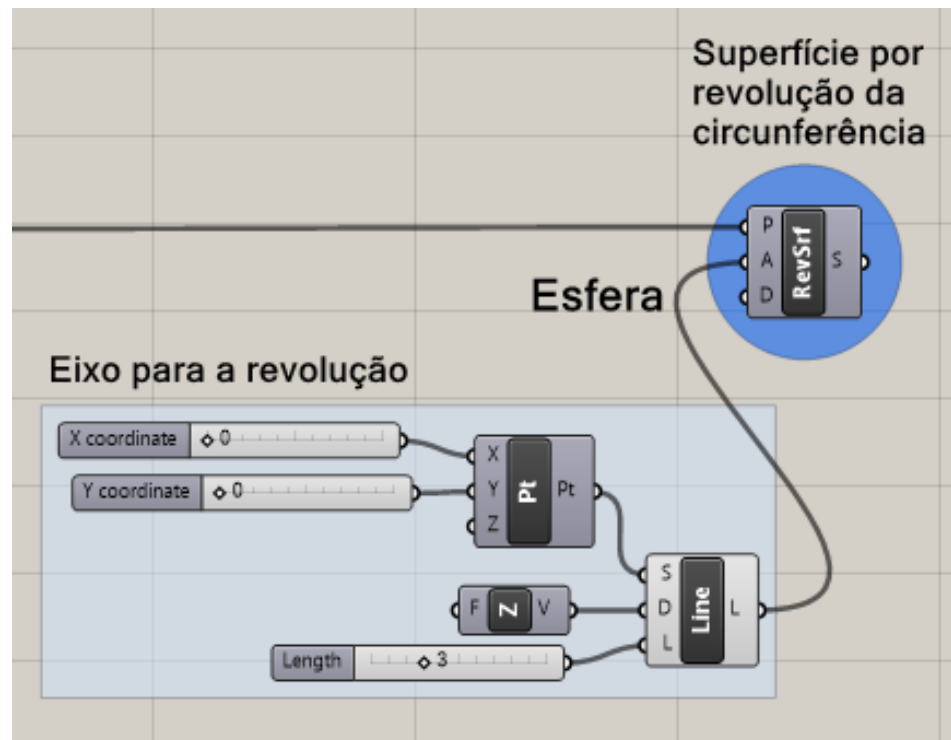
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfície Esférica – Geração da superfície de revolução

Algoritmo

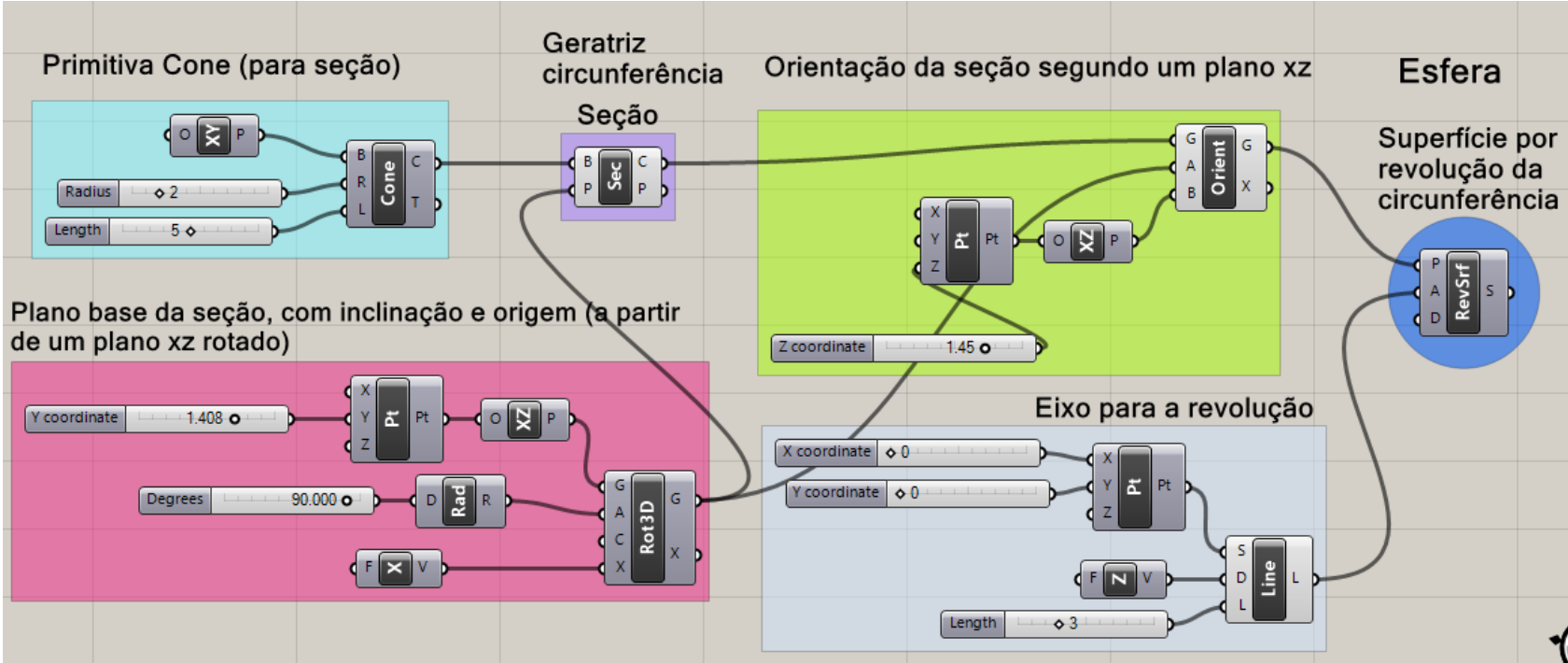


Programação



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

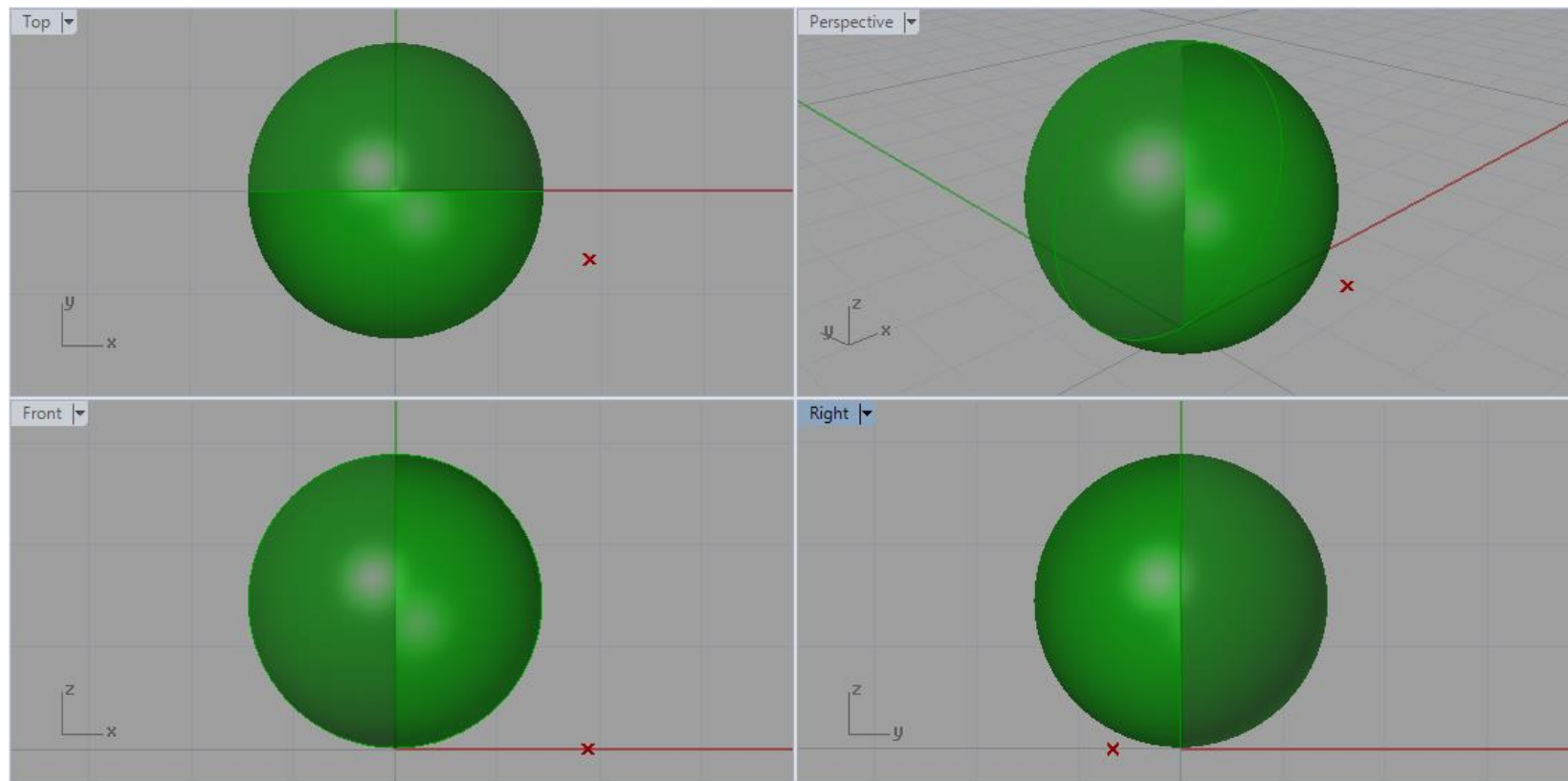
Superfície Esférica **Programação inteira**



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Superfície Esférica

Vistas ortográficas e perspectiva



INTRODUÇÃO

Modelos | Superfícies

SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.

SUP. CIRCULARES REVOL.

SUPERFÍCIE ESFÉRICA

Conceito | Algoritmo

Modelagem

ELIPSOIDE S

Conceito | Algoritmo

Modelagem

PARABOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

HIPERBOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

TORO CIRCULAR

Conceito | Algoritmo

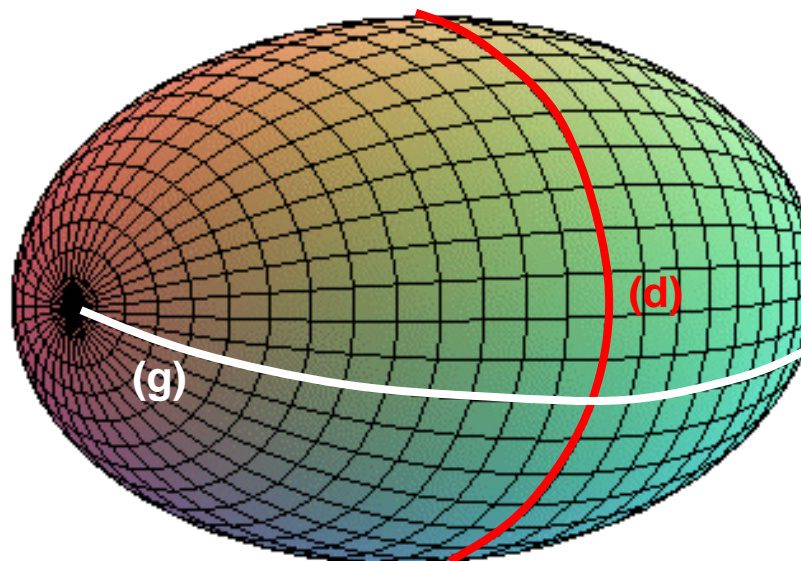
Modelagem

Elipsoides

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipsoide – Definição

É a superfície gerada pela rotação completa de uma **semi-elipse (geratriz)** em torno de um de seus **diâmetros (d)**.

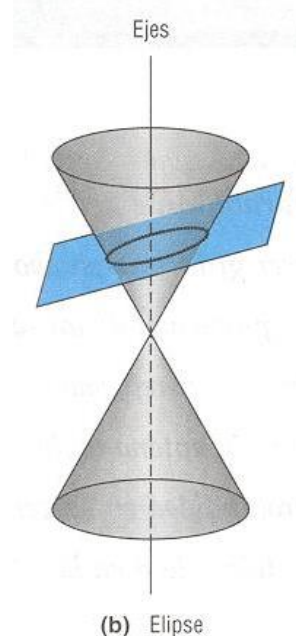


Fonte da imagem: <http://enciclopedia.us.es/index.php/Elipsoide>

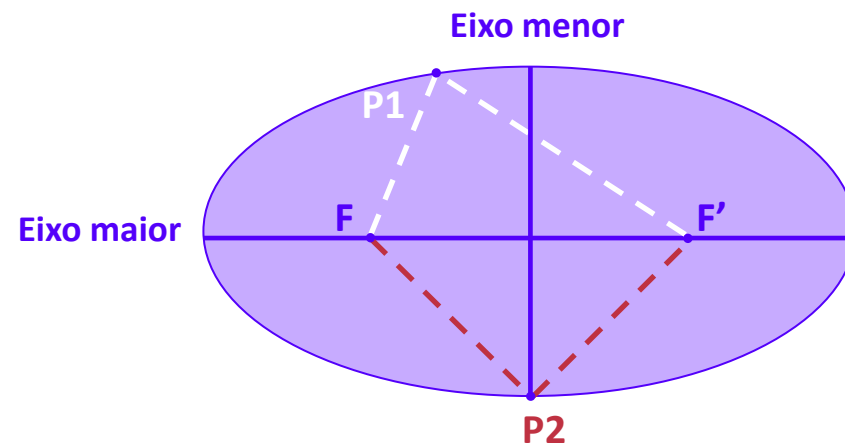
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipse – Definição

É uma **curva plana fechada** que se obtém quando da interseção de um **cone circular reto** com um **plano oblíquo à sua base**. O **ângulo do plano é menor** que o **ângulo que a geratriz forma com a base**.



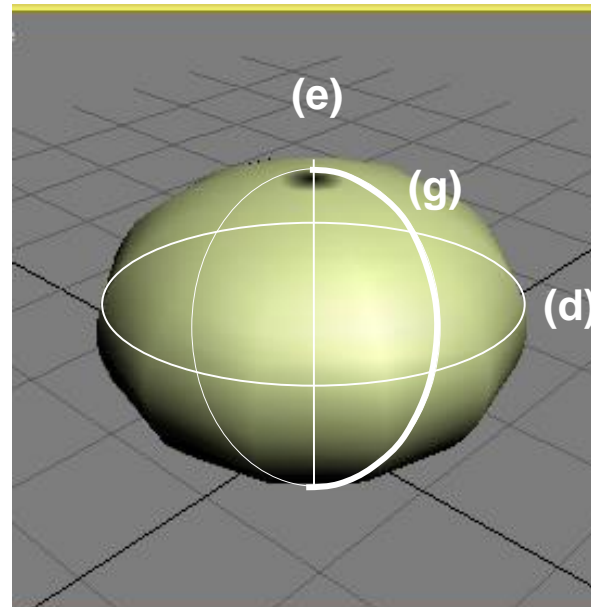
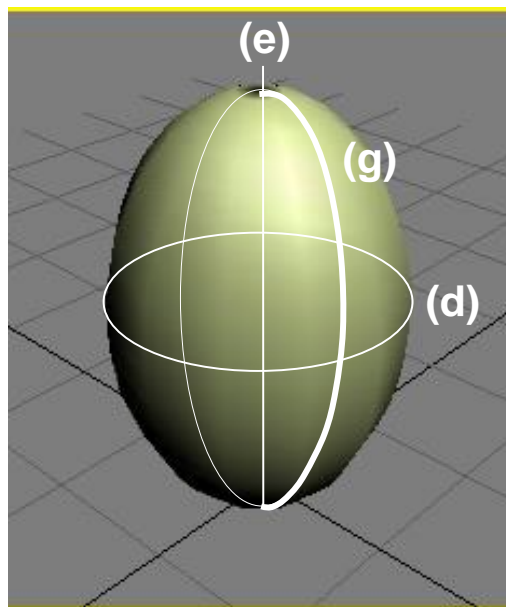
É o **lugar geométrico** dos pontos de um plano (P_1, P_2, \dots, P_n), cujas **distâncias a dois pontos fixos** desse plano (focos) têm uma **soma constante e igual ao seu eixo maior**.



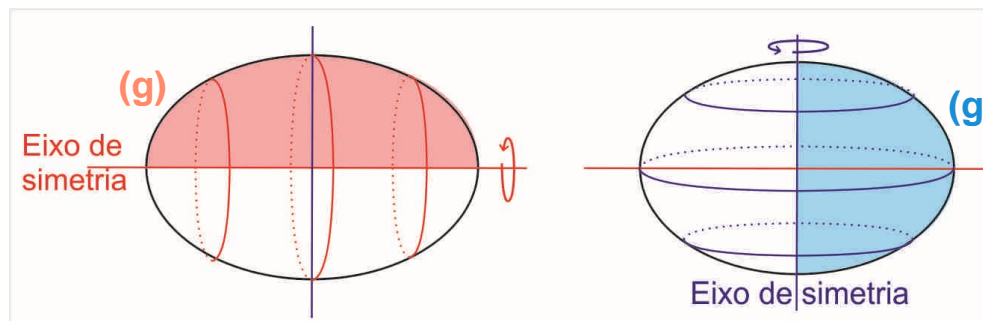
Fonte do texto e referência para o desenho:
http://www.mat.uel.br/geometrica/php/dg/dg_9t.php

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipsoide – Tipos e geração



Se a rotação for em torno do **eixo maior da semi-elipse geratriz** gera-se um **elipsoide alongado** e se a rotação for em torno do **eixo menor** gera-se um **elipsoide achatado**.

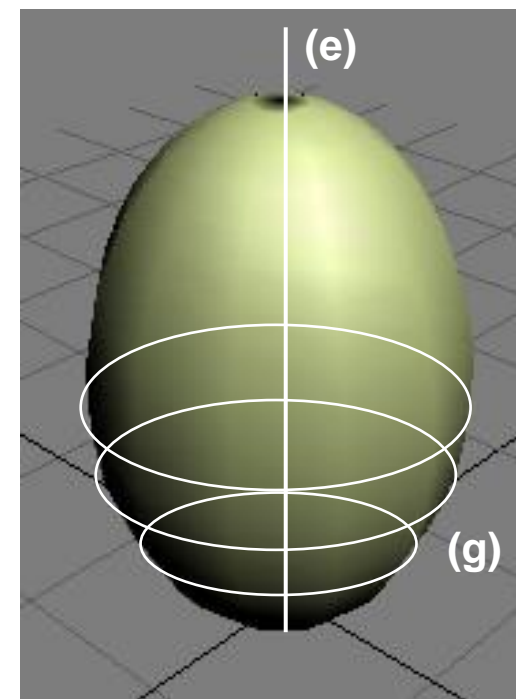


INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipsoide – Definição e processo de geração

Além do processo de revolução, o elipsoide pode também ser gerado pelo deslocamento no espaço de uma **circunferência geratriz (paralelo)** que possui o seu centro preso a uma reta perpendicular ao seu plano, levantada pelo seu centro, variando o seu raio conforme as coordenadas de uma elipse. Devido a isso é classificado como **superfície circular**.

(Rodrigues, 1960)



Fonte da imagem: elaboração própria para a disciplina de Geometria Descritiva IV/GEGRADI/UFPEL, atual disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipsoide – Emprego na Arquitetura

Projeto: Teatro Nacional da China
Arquiteto: Paul Andreu
Localização: Pequim
Ano: 1999-2007

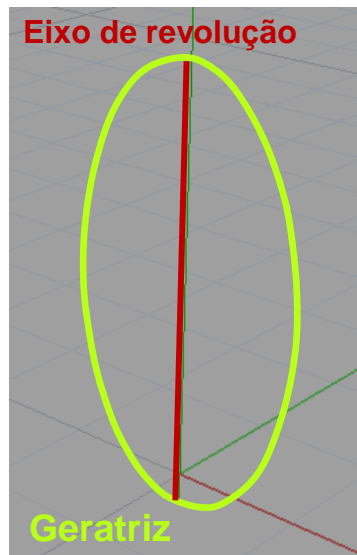
Fonte da imagem;
[http://neorama.wordpress.com/page/10/;](http://neorama.wordpress.com/page/10/)
http://www.ignezferraz.com.br/mainportfolio4.asp?pagina=Dicas&cod_item=1979;
<http://blogs.estadao.com.br/daniel-piza/title-267/>



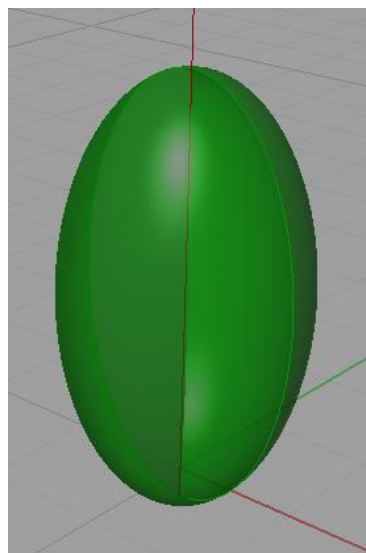
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipsoide alongado

Esquema de geração



O eixo de revolução é o eixo maior da elipse



Superfície por Revolução da geratriz em torno do eixo de revolução

Algoritmo

Geratriz Ellipse
Obtida por uma **seção plana** em um **cone de revolução**

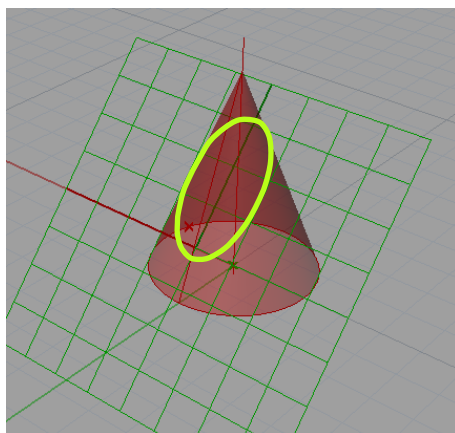
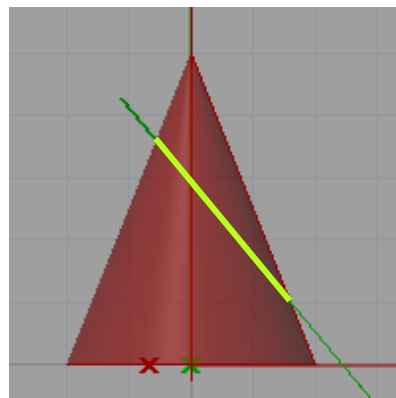
Geração da superfície de revolução

Eixo para a revolução
Gerado por seus **Parâmetros** (linha com origem ponto inicial da elipse e orientação z)

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

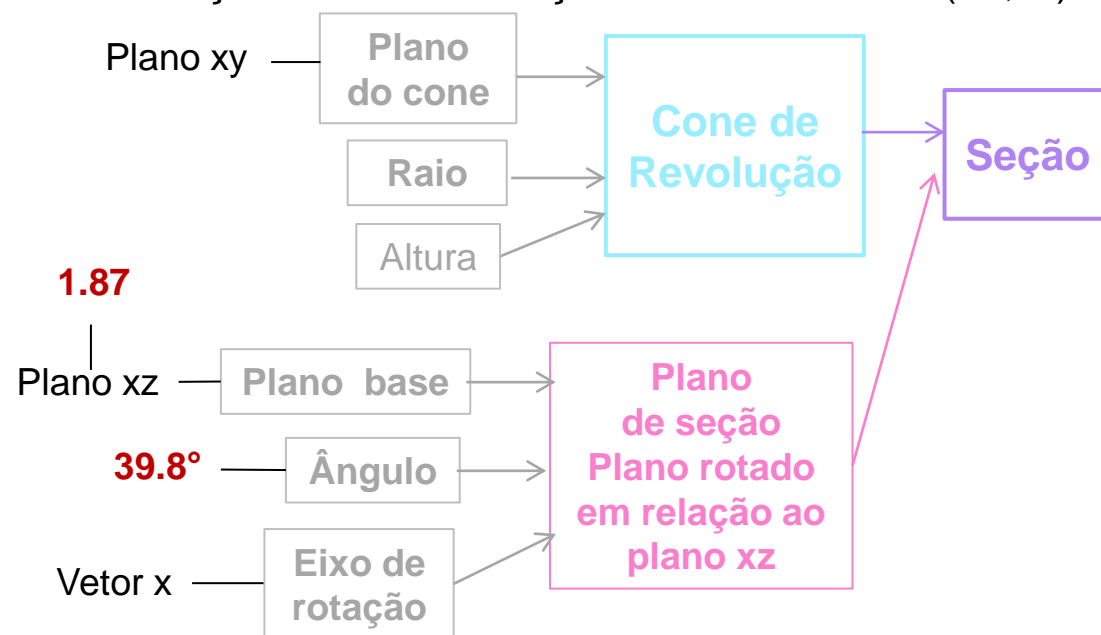
Elipsoide alongado – Obtenção da elipse geratriz por seção plana em um cone de revolução, **oblíqua** ao eixo do cone.

Esquema de geração



Algoritmo Elipse

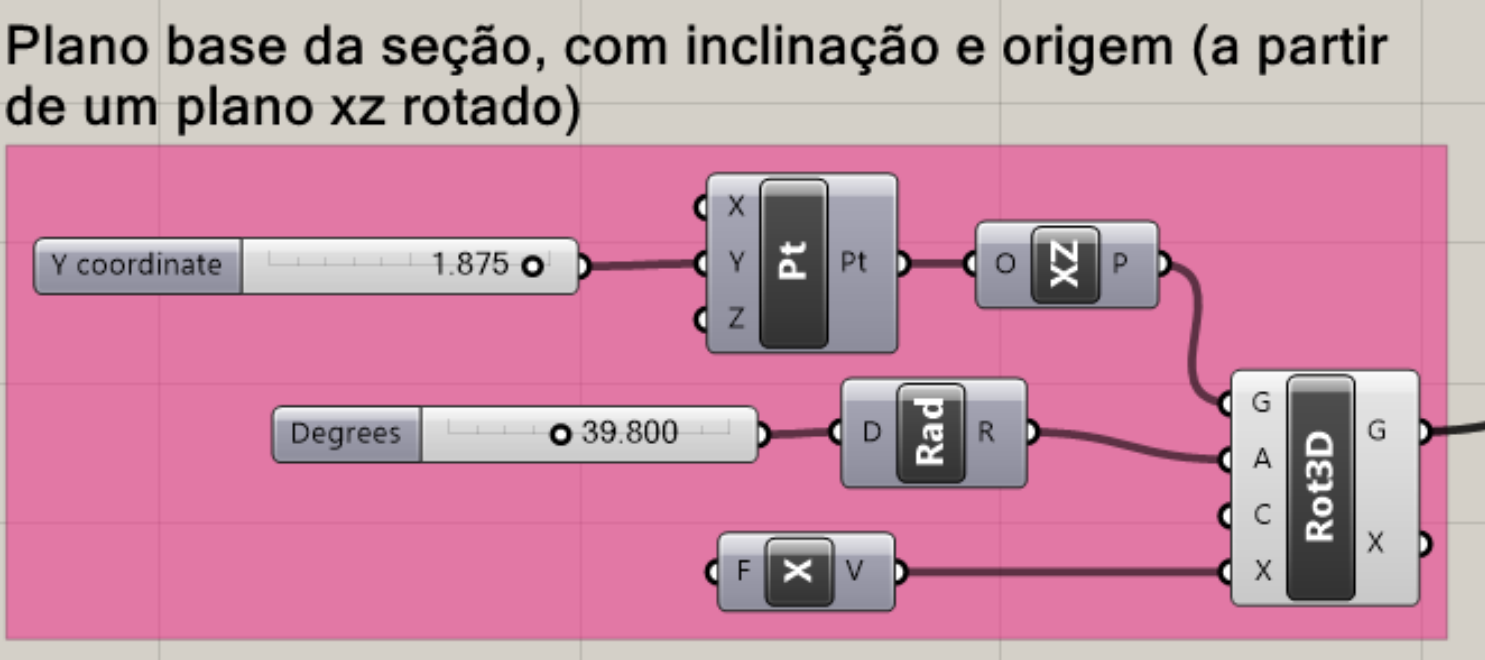
Por variação nos parâmetros de rotação e origem do plano que contém a seção, **ângulo menor que o da geratriz do cone** ($21,8^\circ$) mas com rotação maior em relação ao eixo do cone ($39,8^\circ$)



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipsoide Alongado – Obtenção da elipse geratriz por seção plana em um cone de revolução

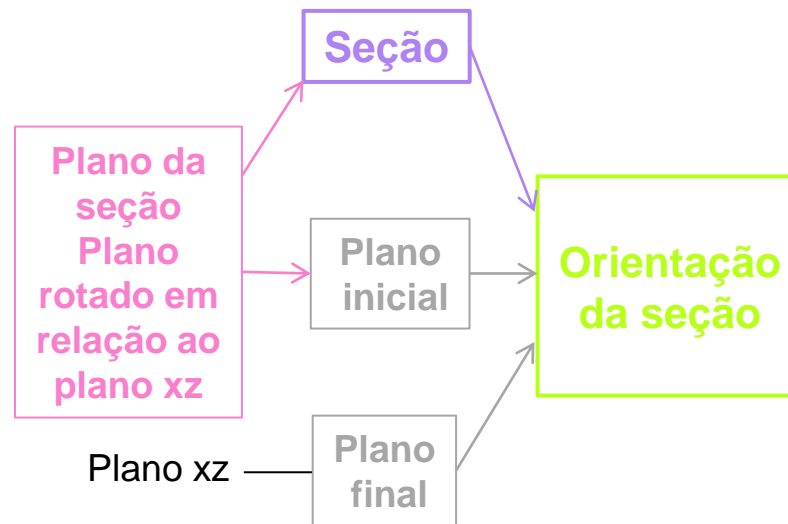
Programação



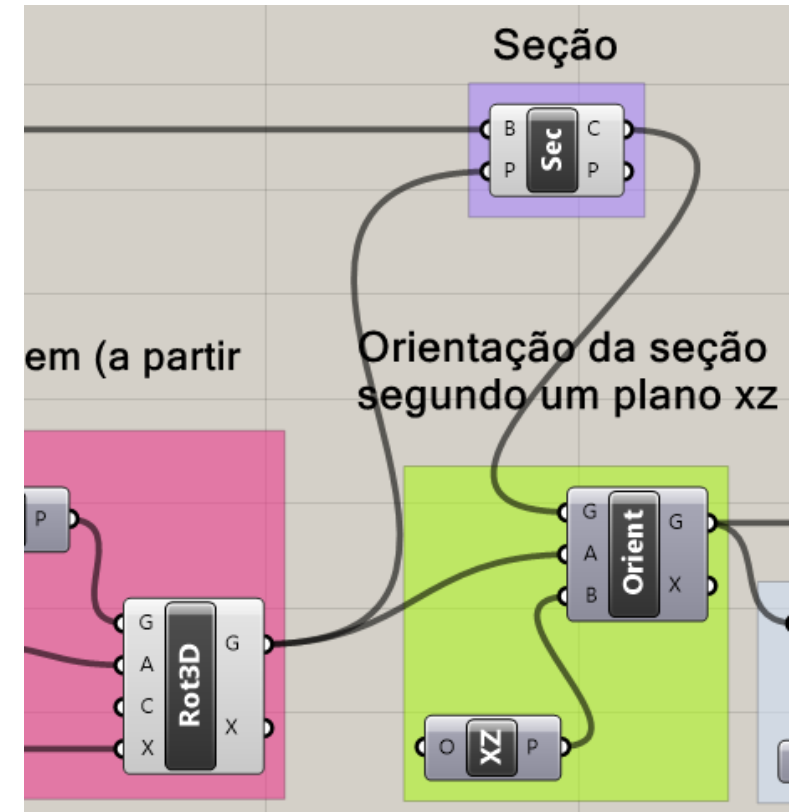
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipsoide Alongado – Orientação da seção (elipse geratriz) para um plano vertical (Plano xz)

Algoritmo



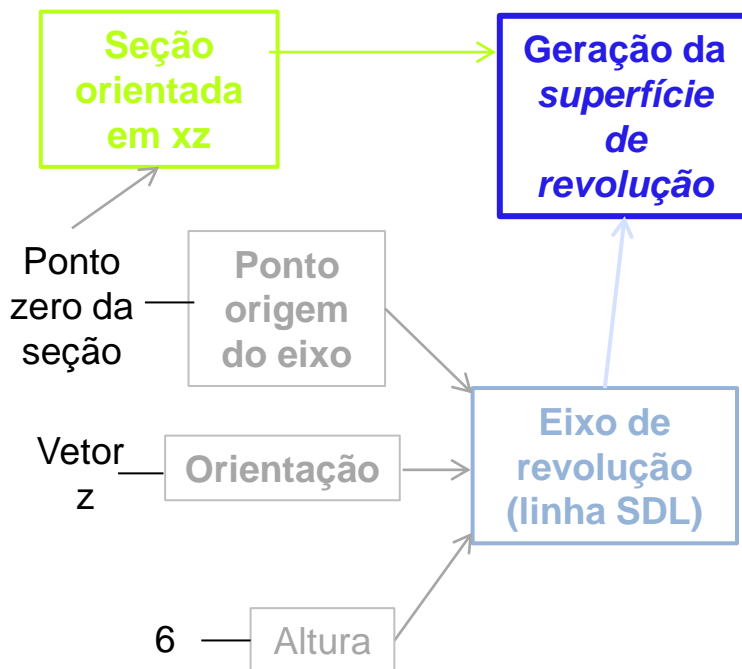
Programação



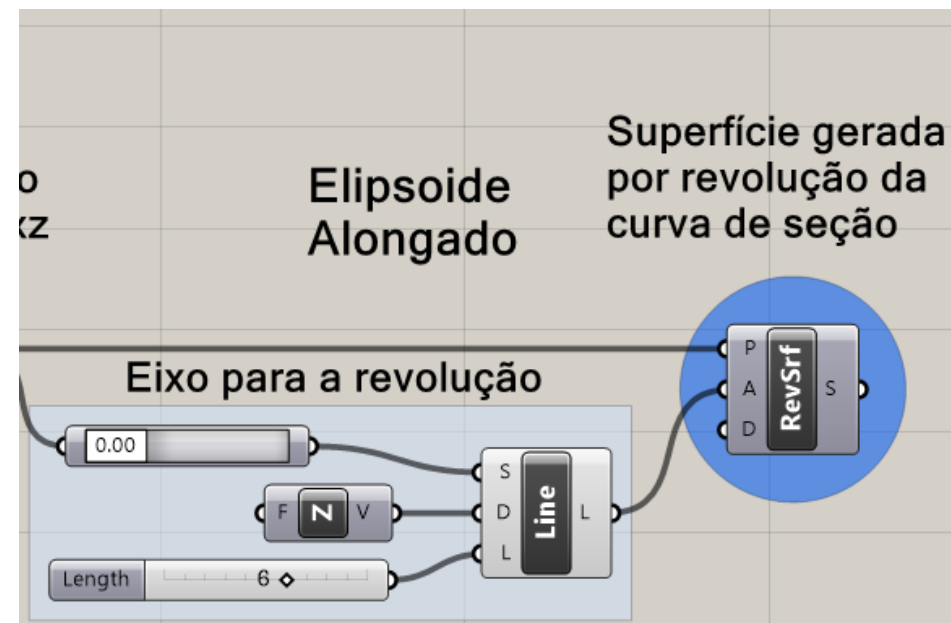
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipsoide Alongado – Geração da superfície de revolução

Algoritmo

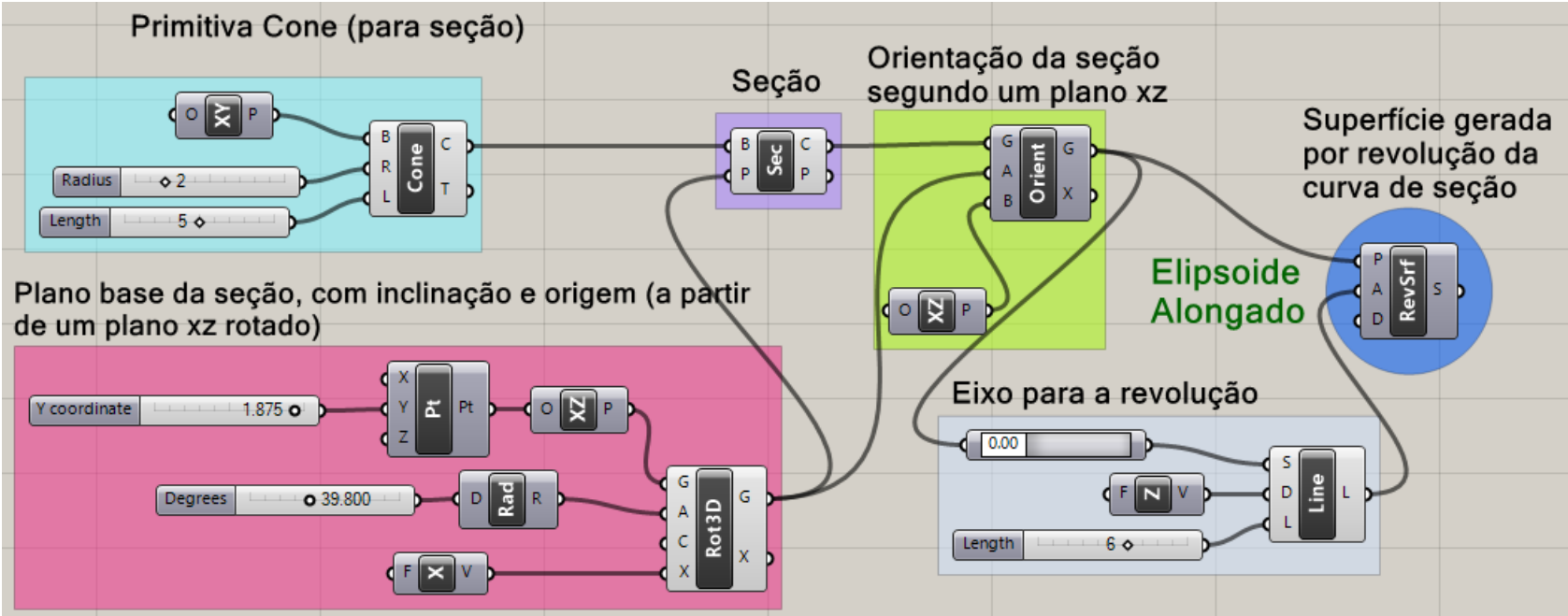


Programação



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

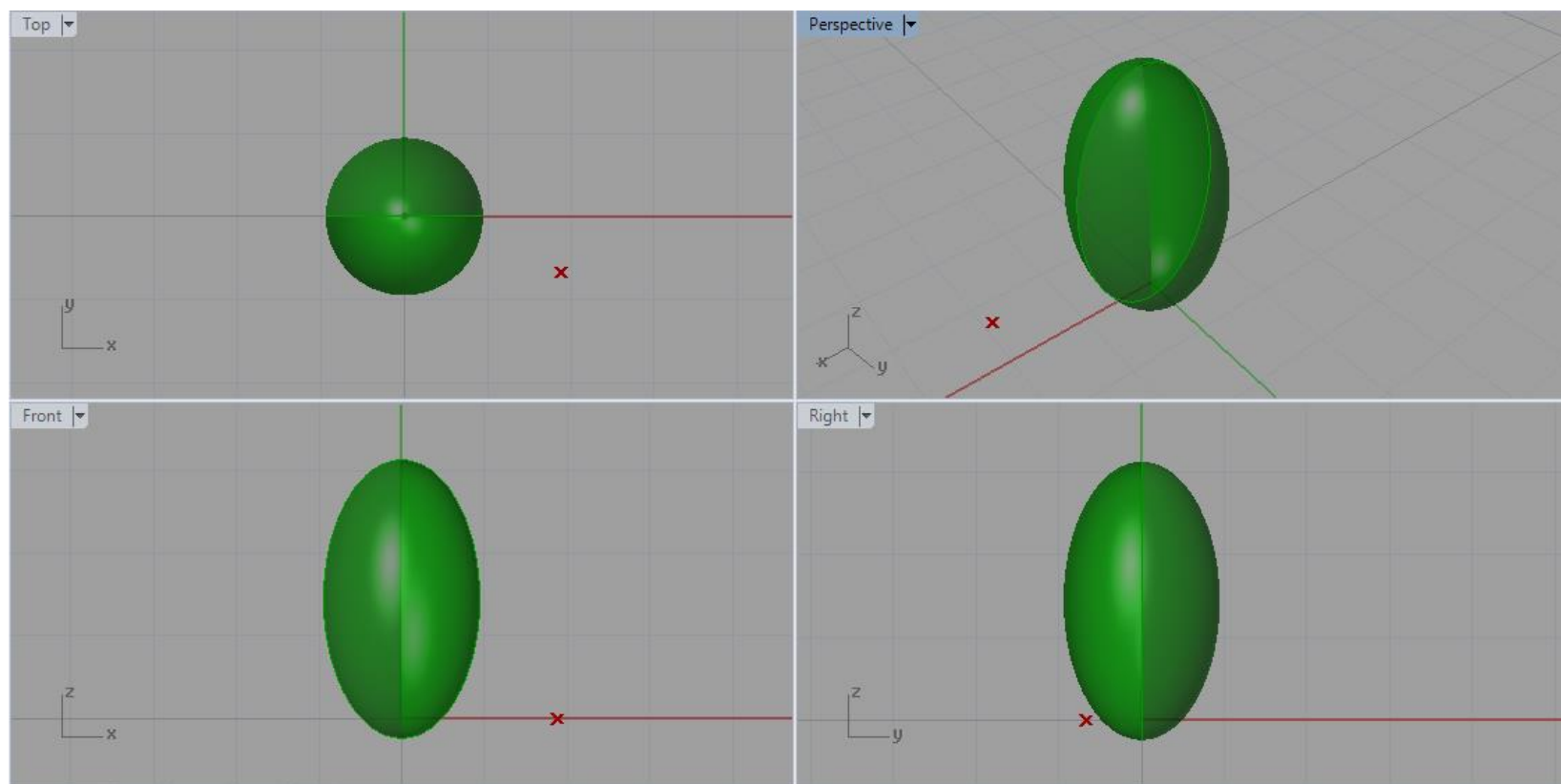
Elipsoide Alongado Programação inteira



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipsoide Achatado

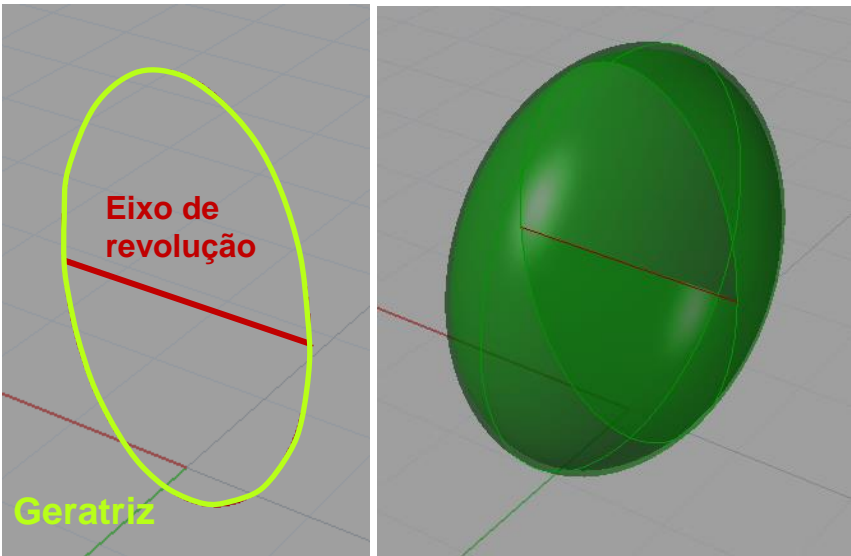
Vistas ortográficas e perspectiva



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipsoide Achatado

Esquema de geração



O eixo de revolução é o eixo menor da elipse

Superfície por Revolução da geratriz em torno do eixo de revolução

Algoritmo

Geratriz Elipse
Obtida por uma **seção plana** em um **cone de revolução**

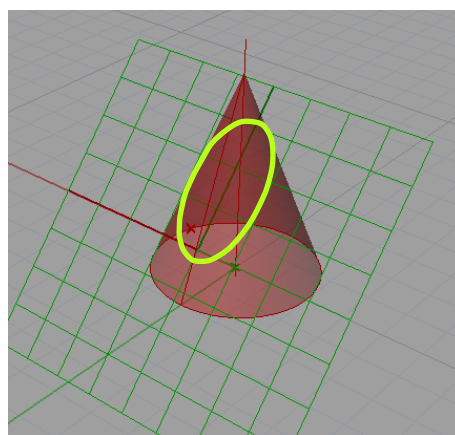
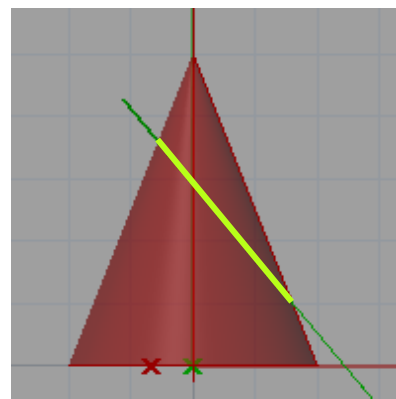
Geração da **superfície de revolução**

Eixo para a revolução
Gerado por seus **Parâmetros** (linha com origem ponto 0.25 da elipse e orientação x)

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

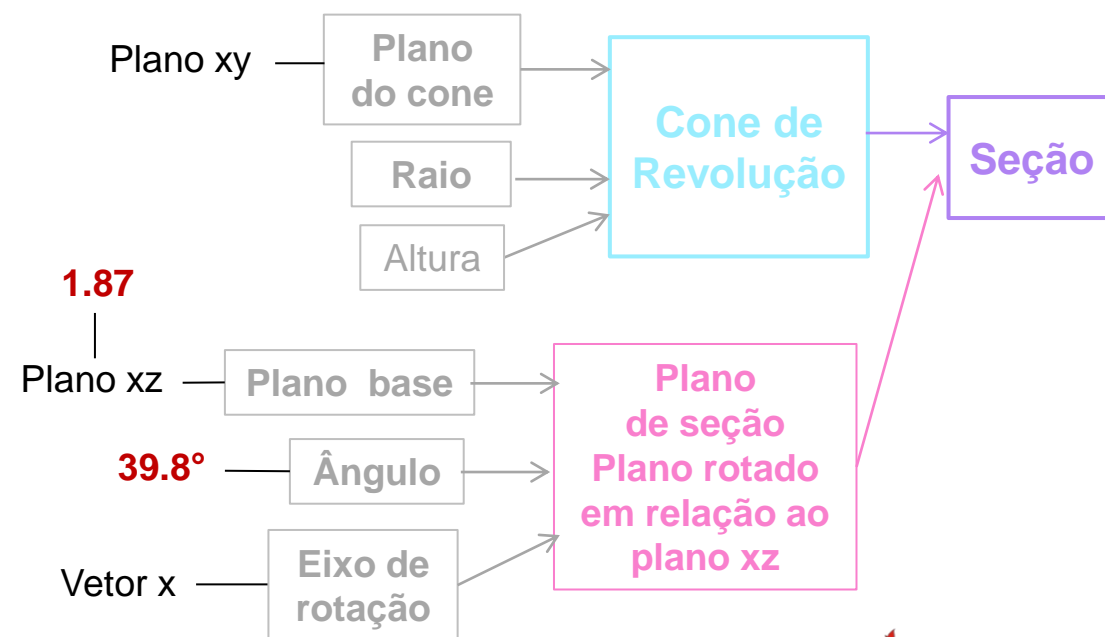
Elipsoide achatado – Obtenção da elipse geratriz por seção plana em um cone de revolução, **oblíqua** ao eixo do cone.

Esquema de geração



Algoritmo seção Elipse

Por variação nos parâmetros de rotação e origem do plano que contém a seção, **ângulo menor que o da geratriz do cone** ($21,8^\circ$) mas com rotação maior em relação ao eixo do cone ($39,8^\circ$)



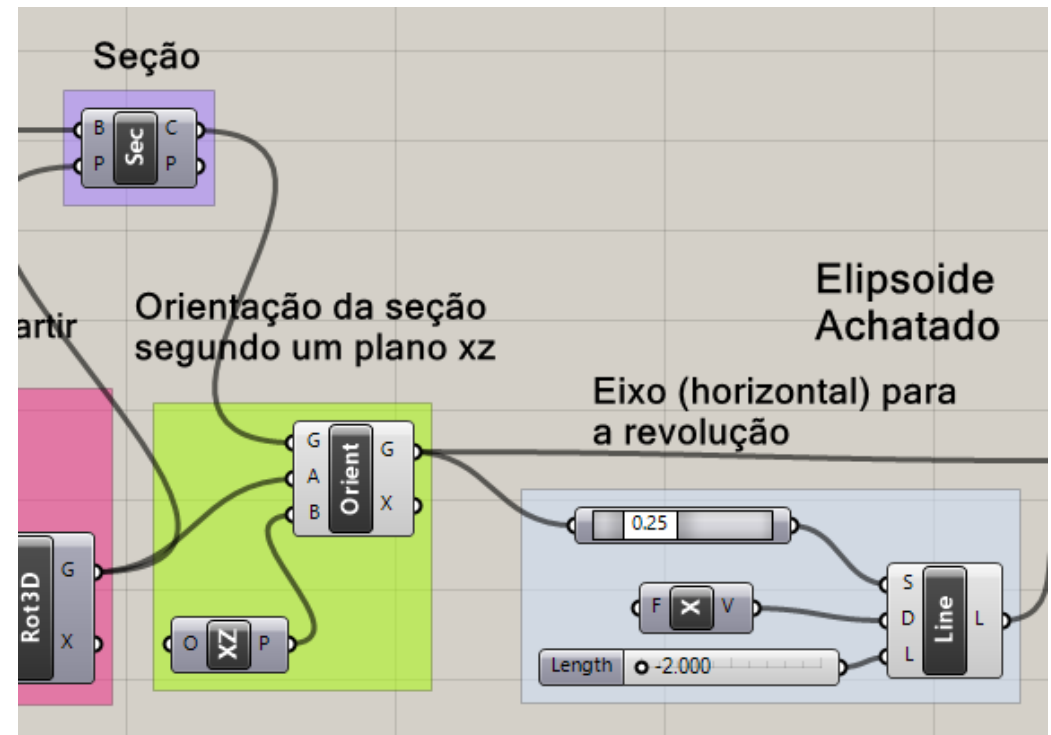
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipsoide achatado

Obtido por mudanças nos parâmetros do eixo de revolução

A etapa de orientação da seção segue igual a etapa desenvolvida na geração do elipsoide alongado.

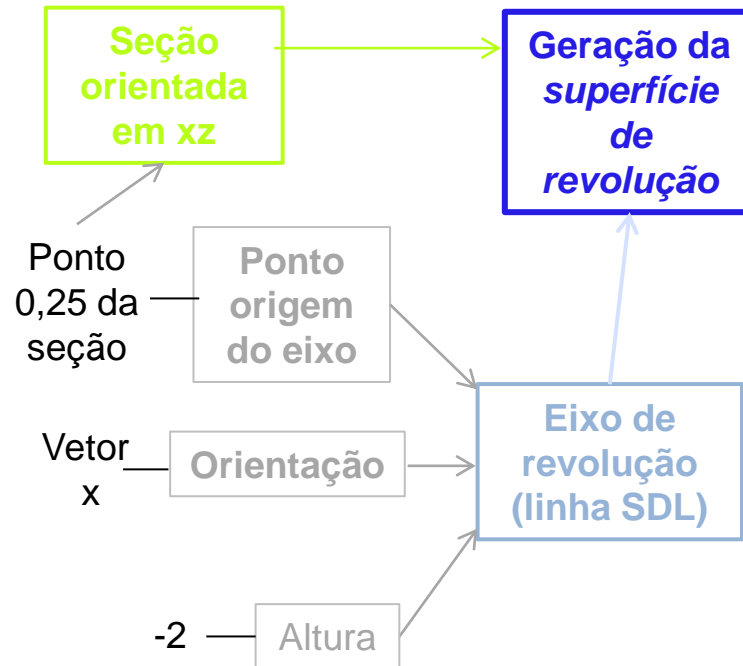
O eixo passa a ser **horizontal** com ponto **origem** no **ponto 0,25** da curva de seção, neste caso da elipse, tendo seu **comprimento** alterado para **-2**.



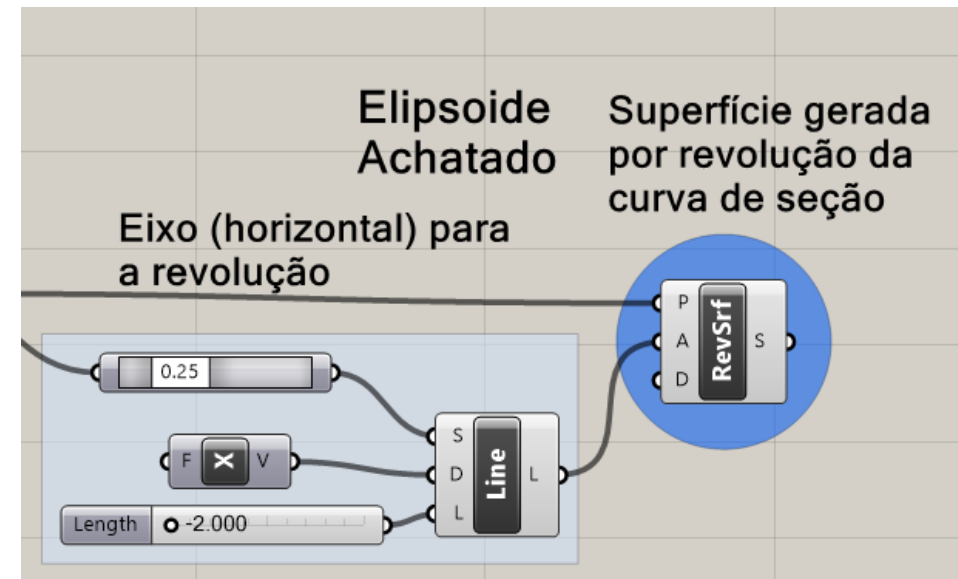
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipsoide Achatado – Geração da superfície de revolução

Algoritmo

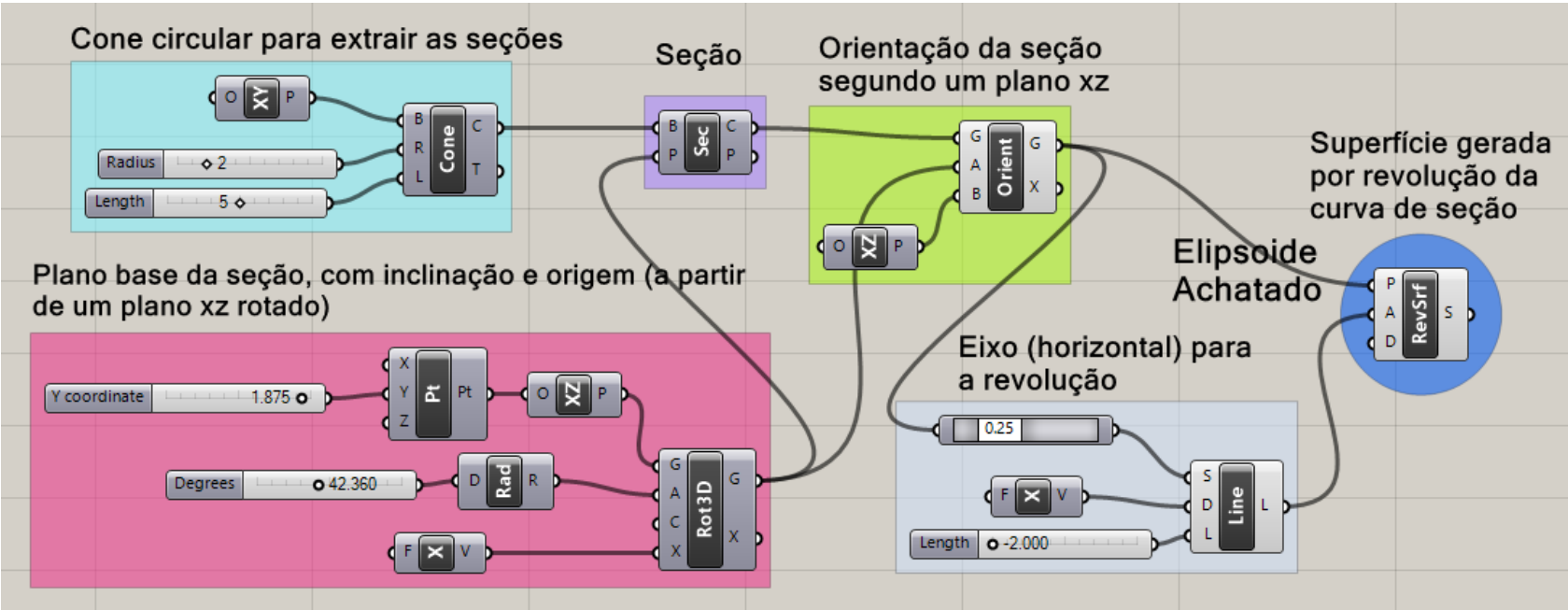


Programação



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

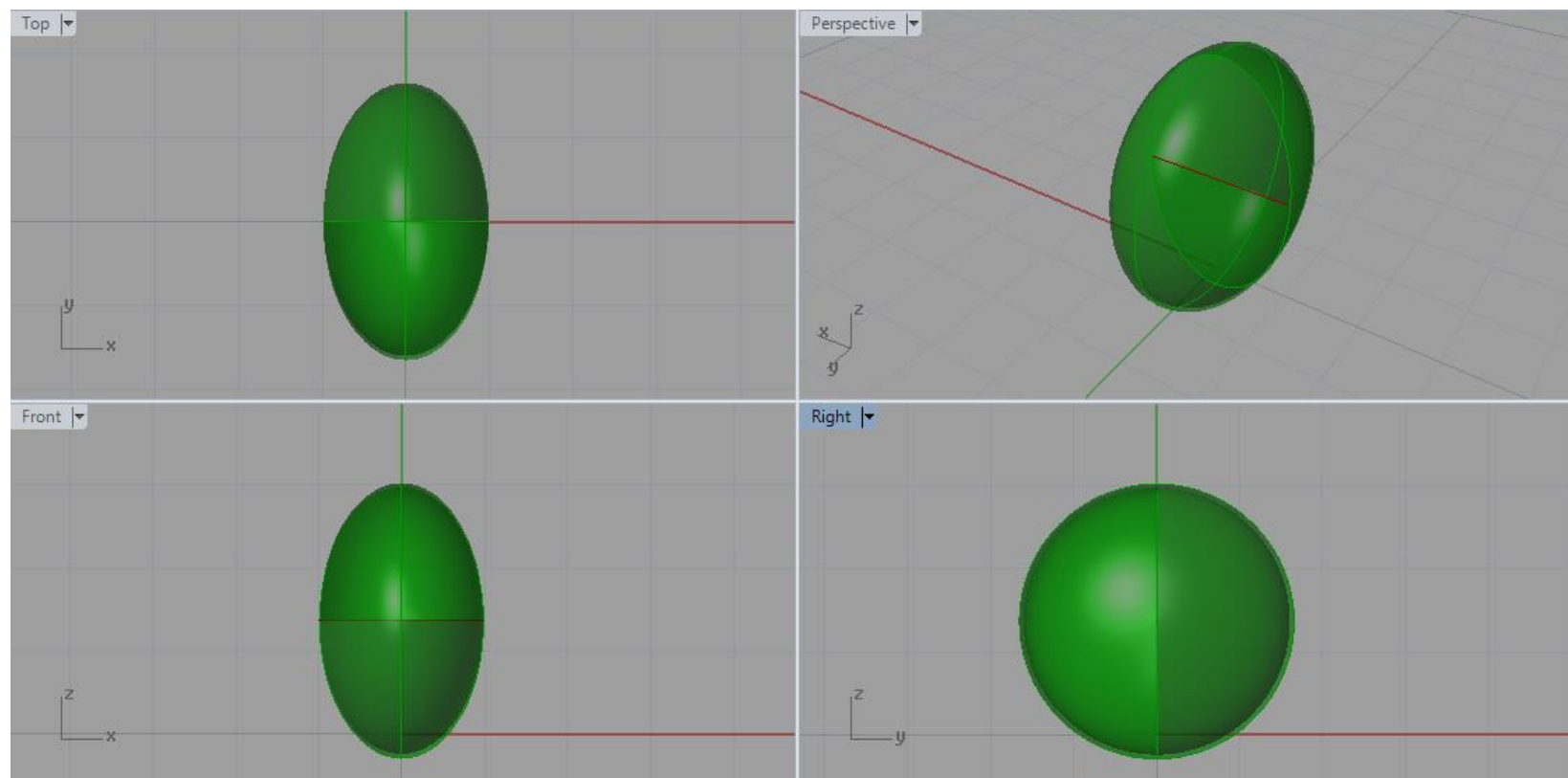
Elipsoide Achatado Programação inteira



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Elipsoide Achatado

Vistas ortográficas e perspectiva



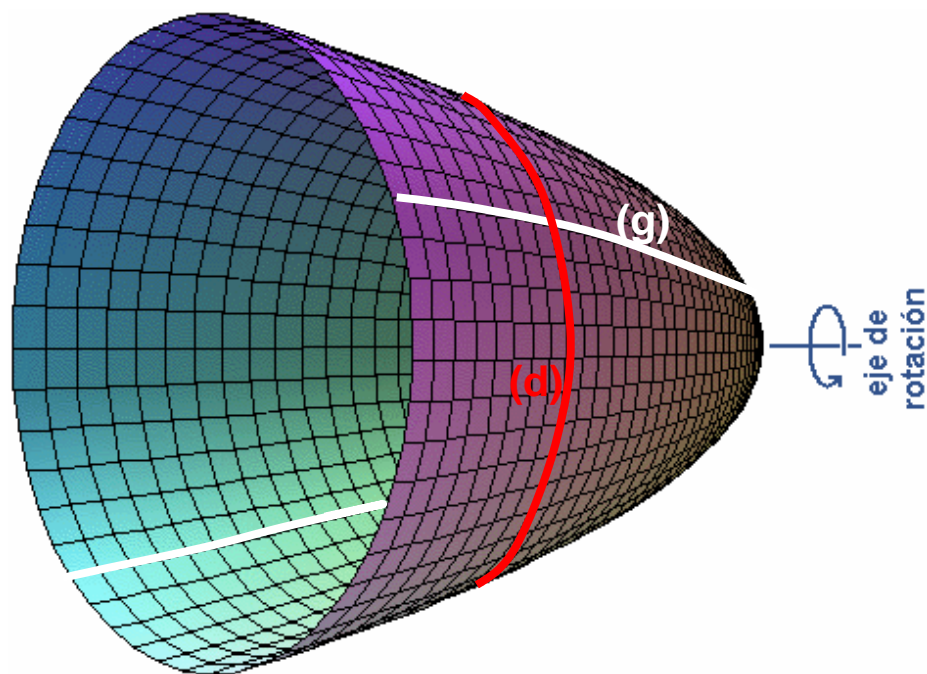
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Parabolóide de Revolução

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Parabolóide de Revolução – Definição

É a superfície gerada pela rotação completa de uma **parábola (geratriz)** em torno do seu eixo de simetria.

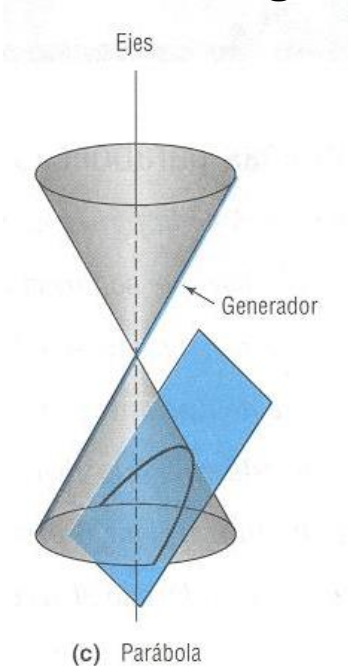


Fonte da imagem: <http://enciclopedia.us.es/index.php/Parabolóide>

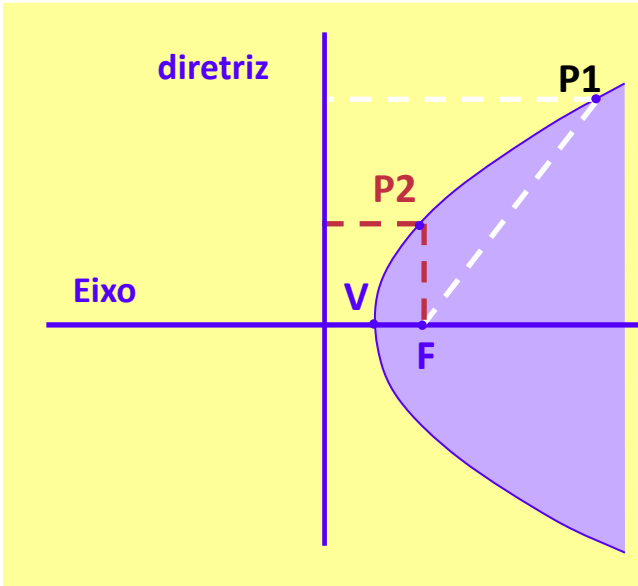
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Parábola – Definição

É uma curva **plana aberta** que se obtém quando da interseção de um **cone circular reto** com um **plano paralelo à sua geratriz**.



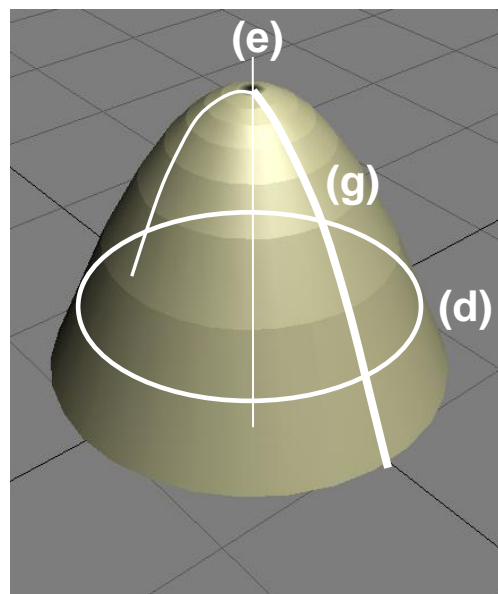
Os pontos de uma parábola **distam igualmente** de um **ponto fixo (foco)** e de uma **reta fixa (diretriz)**.



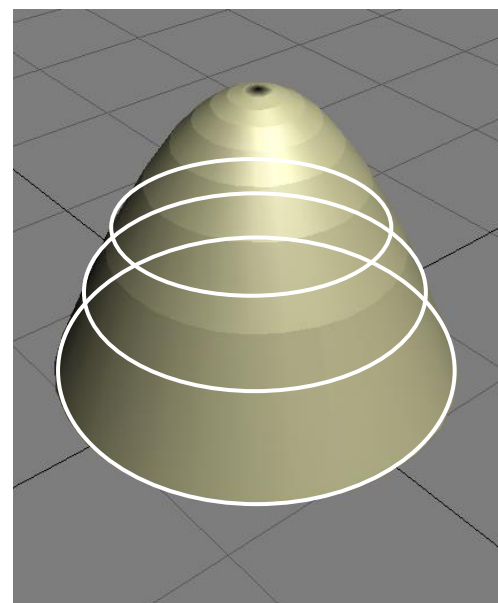
Fonte do texto e referência para o desenho:
http://www.mat.uel.br/geometrica/php/dg/dg_9t.php

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

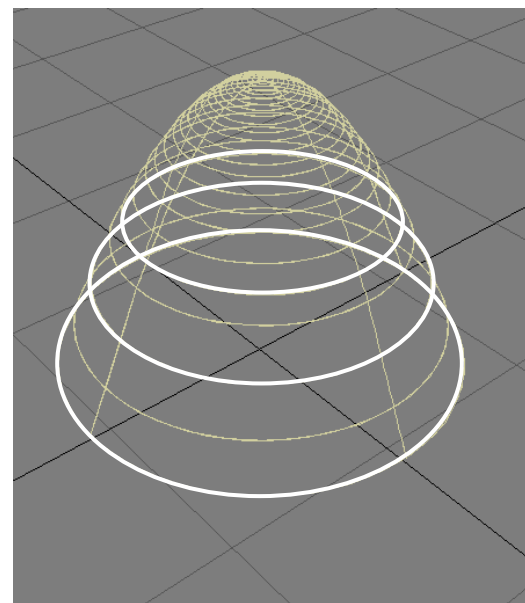
Parabolóide de Revolução – Geração



A **parábola geratriz (g)** gira em torno de seu eixo e tem como **diretriz**, para realizar este movimento, uma **circunferência (d)**.



Além do processo de revolução, pode também ser gerado pelo deslocamento no espaço de uma **circunferência geratriz** que possui o seu centro preso a uma reta perpendicular ao seu plano, **variando o seu raio** conforme as **coordenadas** de uma **parábola**.



INTRODUÇÃO

Modelos | Superfícies

SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.

SUP. CIRCULARES REVOL.

SUPERFÍCIE ESFÉRICA

Conceito | Algoritmo

Modelagem

ELIPSOIDE S

Conceito | Algoritmo

Modelagem

PARABOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

HIPERBOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

TORO CIRCULAR

Conceito | Algoritmo

Modelagem

Elipsoide – Emprego na Arquitetura

Projeto: Congresso Nacional
Arquiteto: Oscar Niemeyer
Localização: Brasília
Ano:

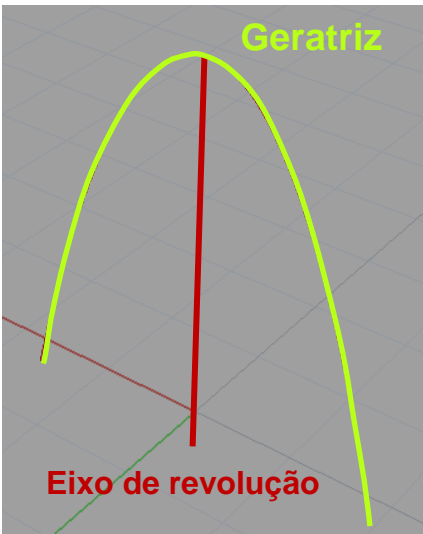
Fonte da imagem; :
www.atarde.com.br/fotos/index



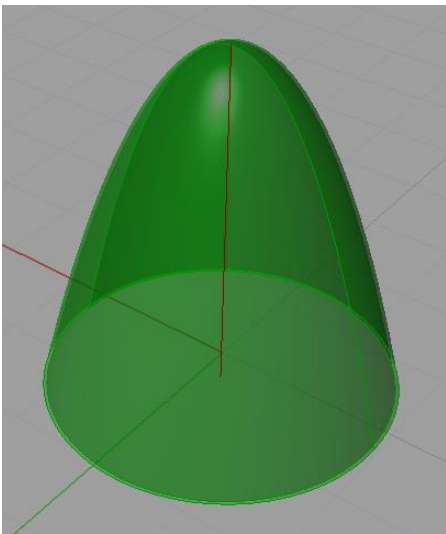
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Paraboloides de Revolução

Esquema de geração

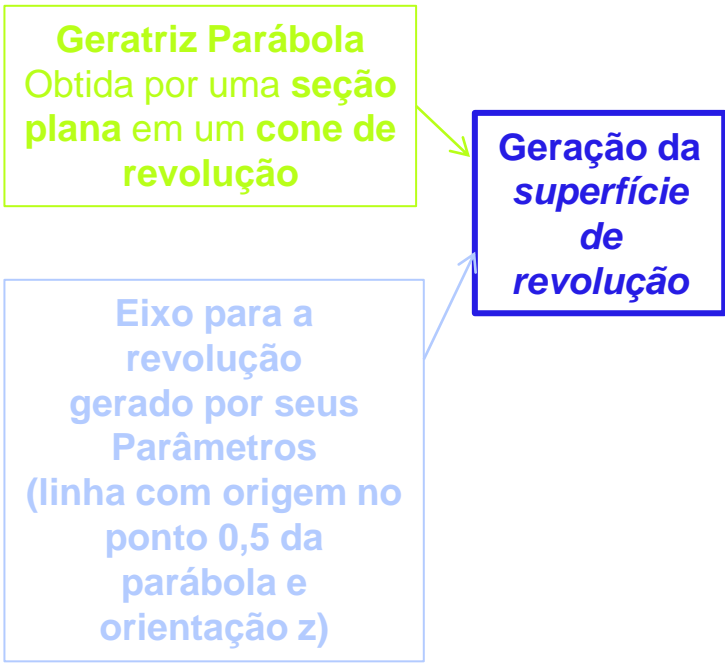


O eixo de revolução é o eixo de simetria da parábola



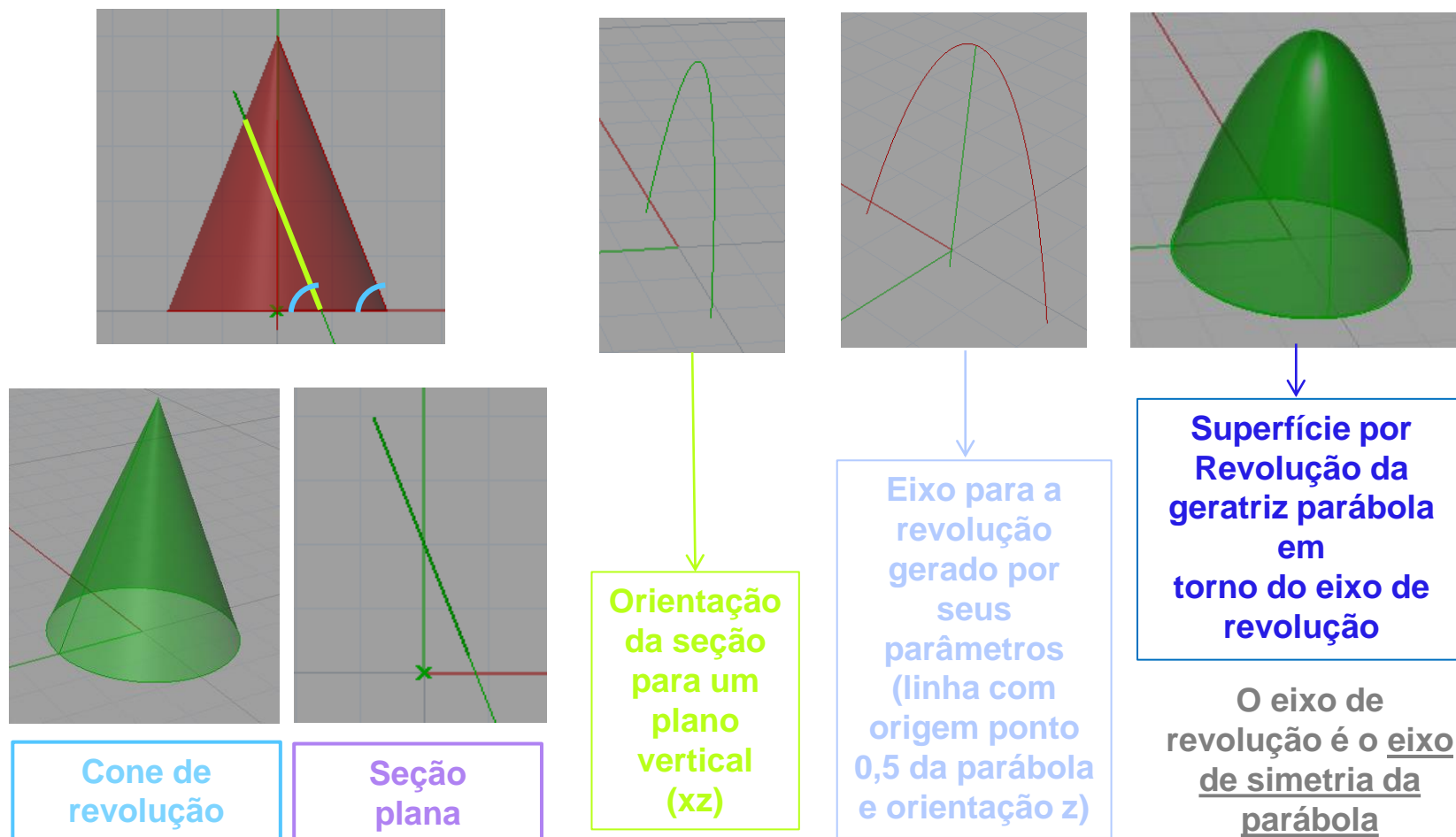
Superfície por Revolução da geratriz parábola em torno do eixo de revolução

Algoritmo



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

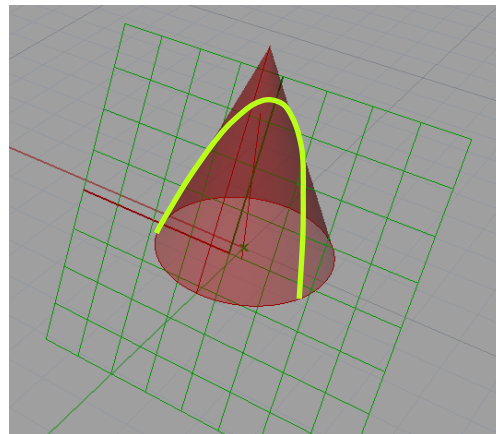
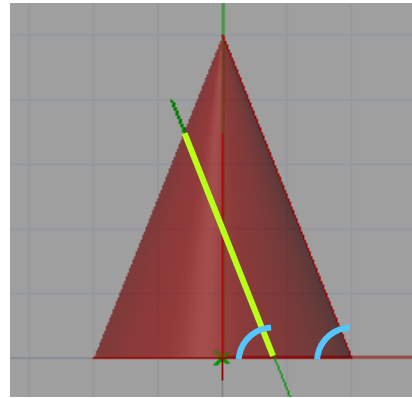
Parabolóide de Revolução – Etapas de geração



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

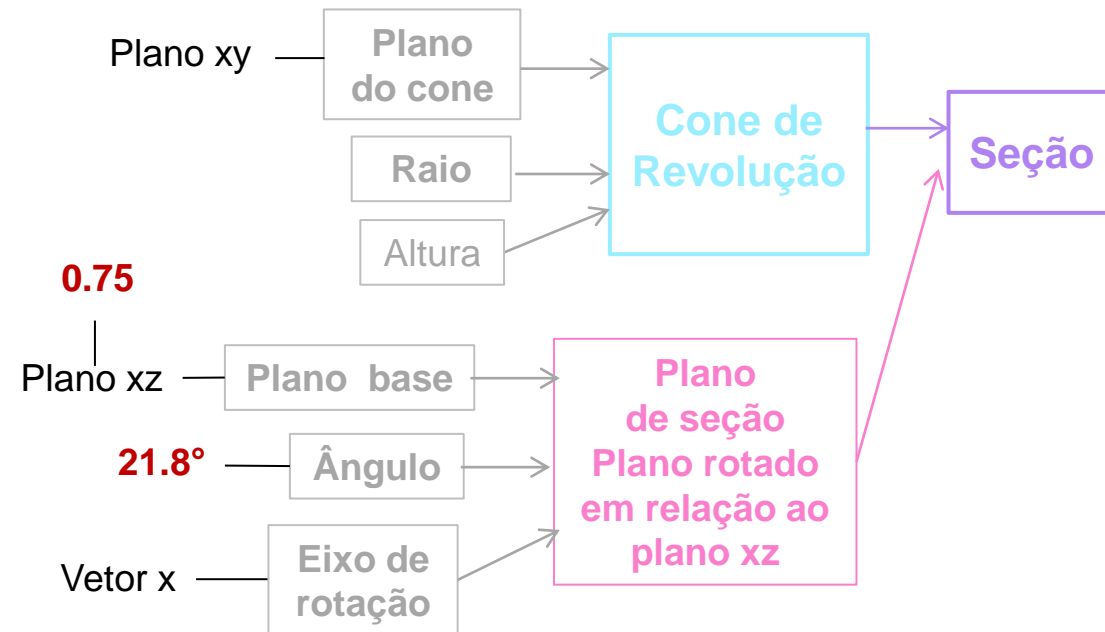
Parabolóide de Revolução – Obtenção da parábola geratriz por seção plana em um cone de revolução, paralela a geratriz do cone

Esquema de geração



Algoritmo Parábola

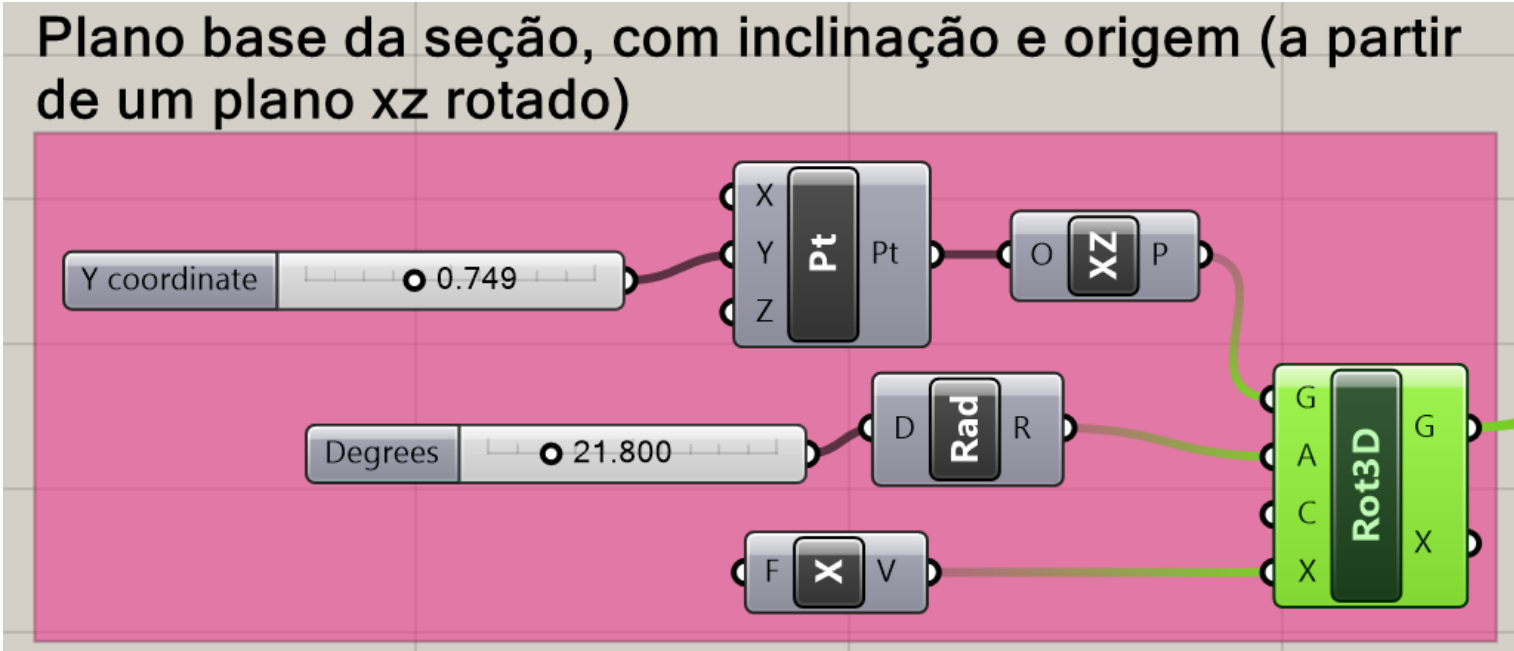
Por variação nos parâmetros de rotação e origem do plano que contém a seção, **ângulo igual ao da geratriz do cone** (21,8 graus).



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Parabolóide de Revolução – Obtenção da parábola geratriz por seção plana em um cone de revolução

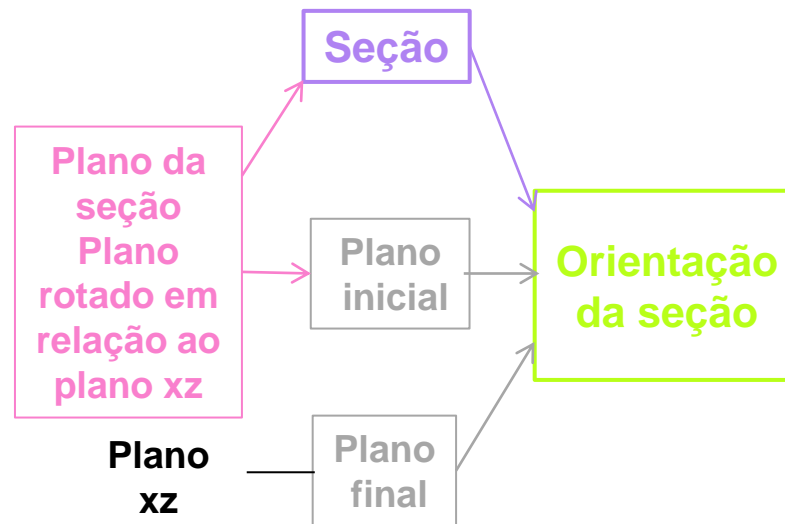
Programação



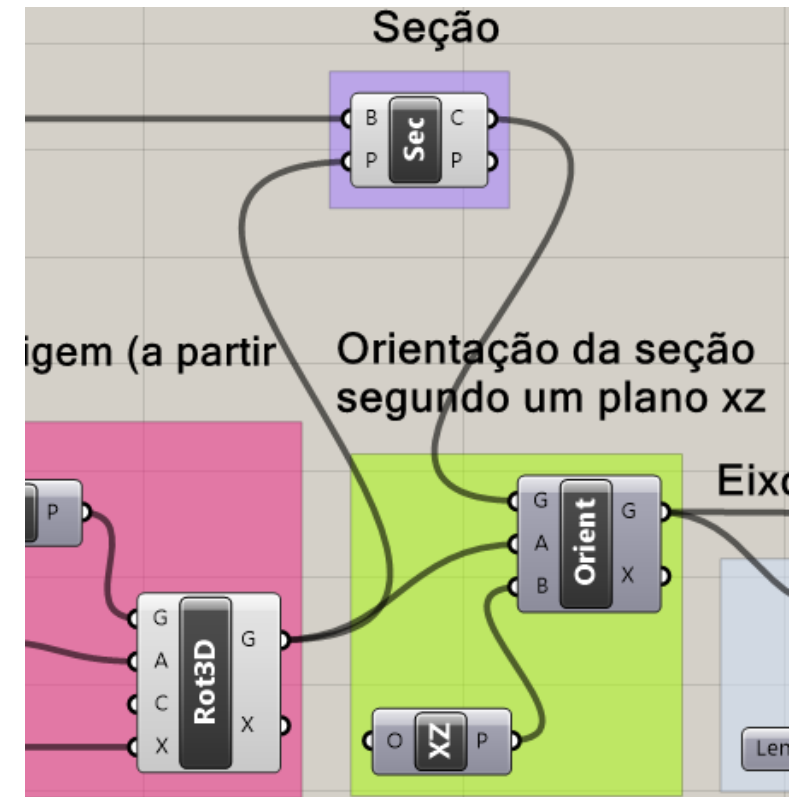
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Paraboloide de revolução – Orientação da seção (parábola geratriz) para um plano vertical (Plano xz)

Algoritmo



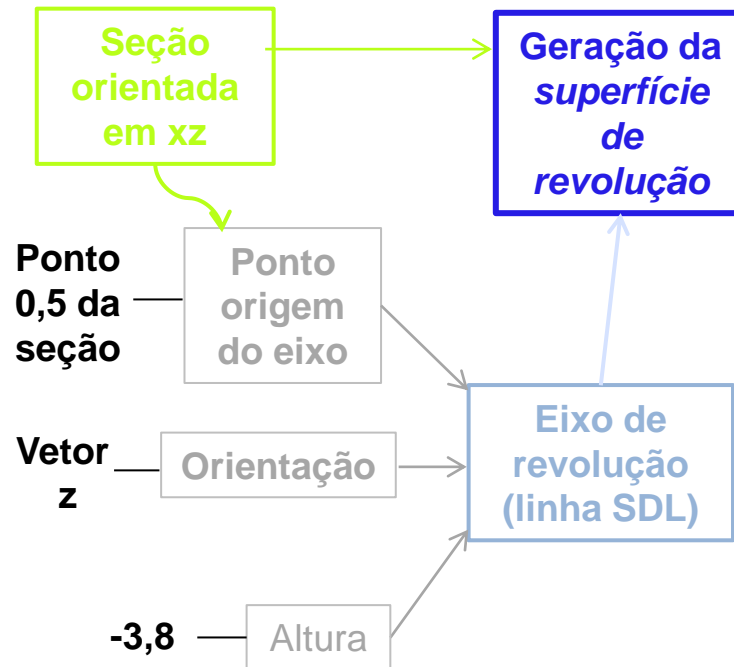
Programação



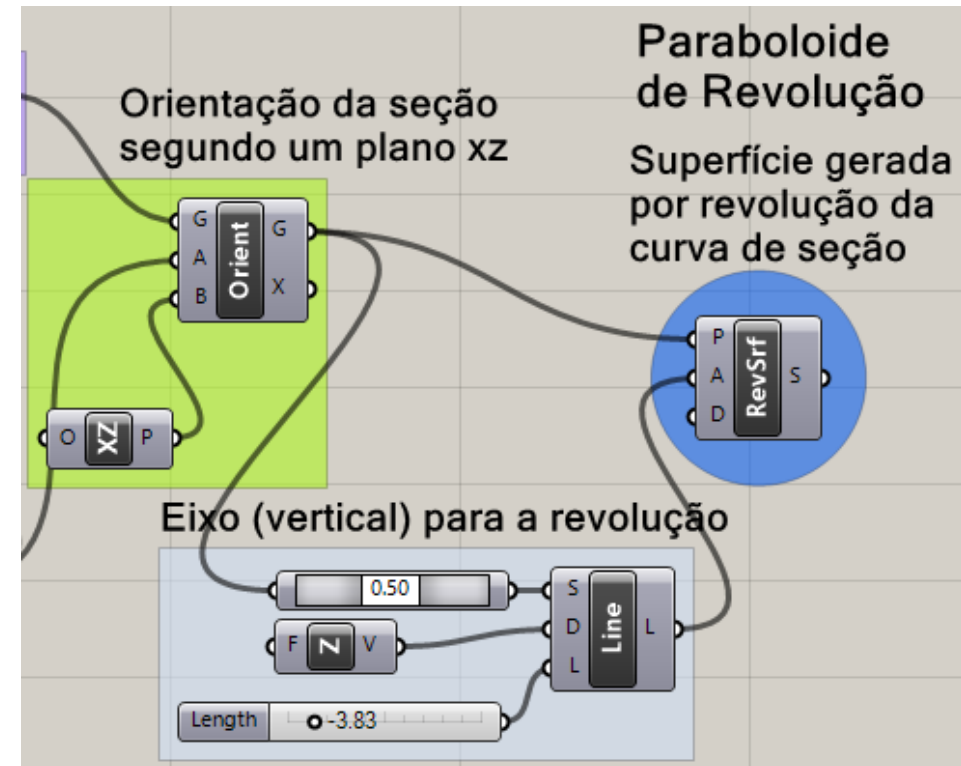
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Paraboloide de Revolução – Geração da superfície de revolução – eixo com origem no ponto 0.5 da geratriz (seção)

Algoritmo

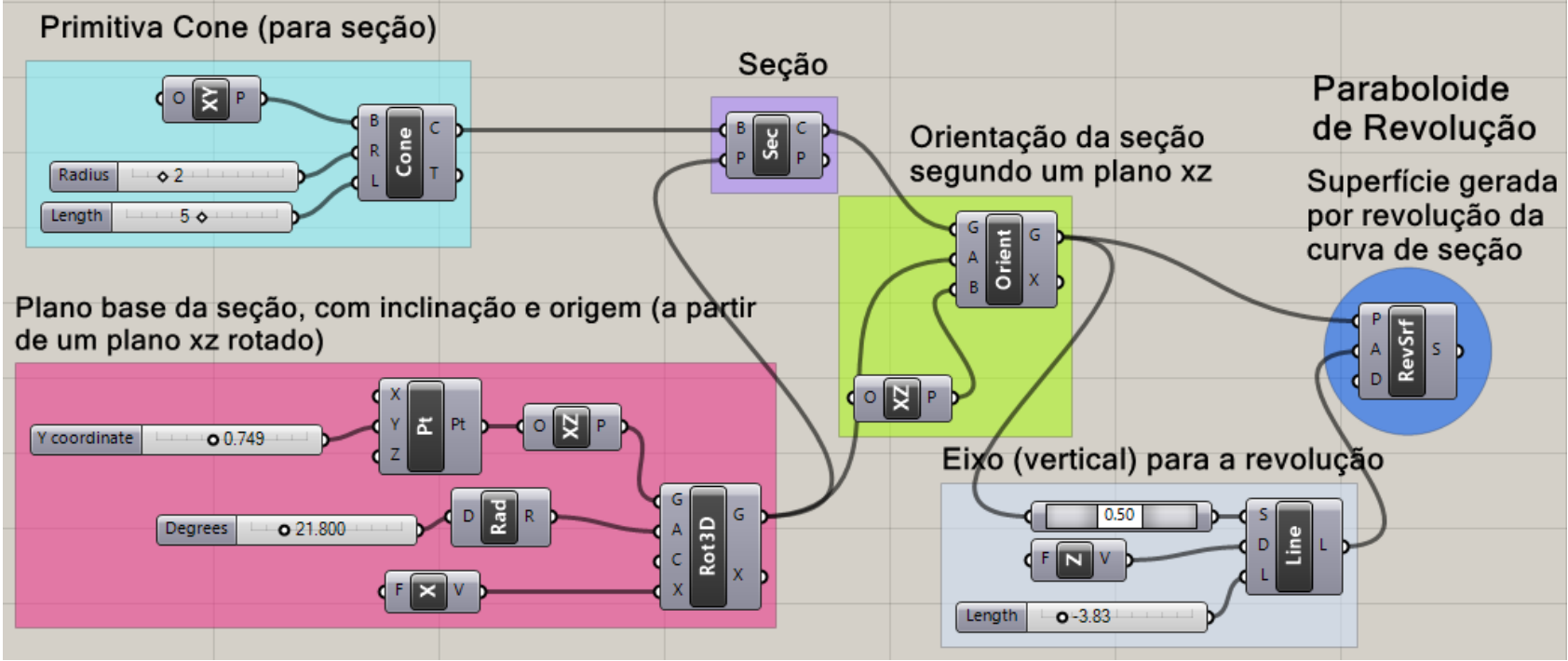


Programação



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

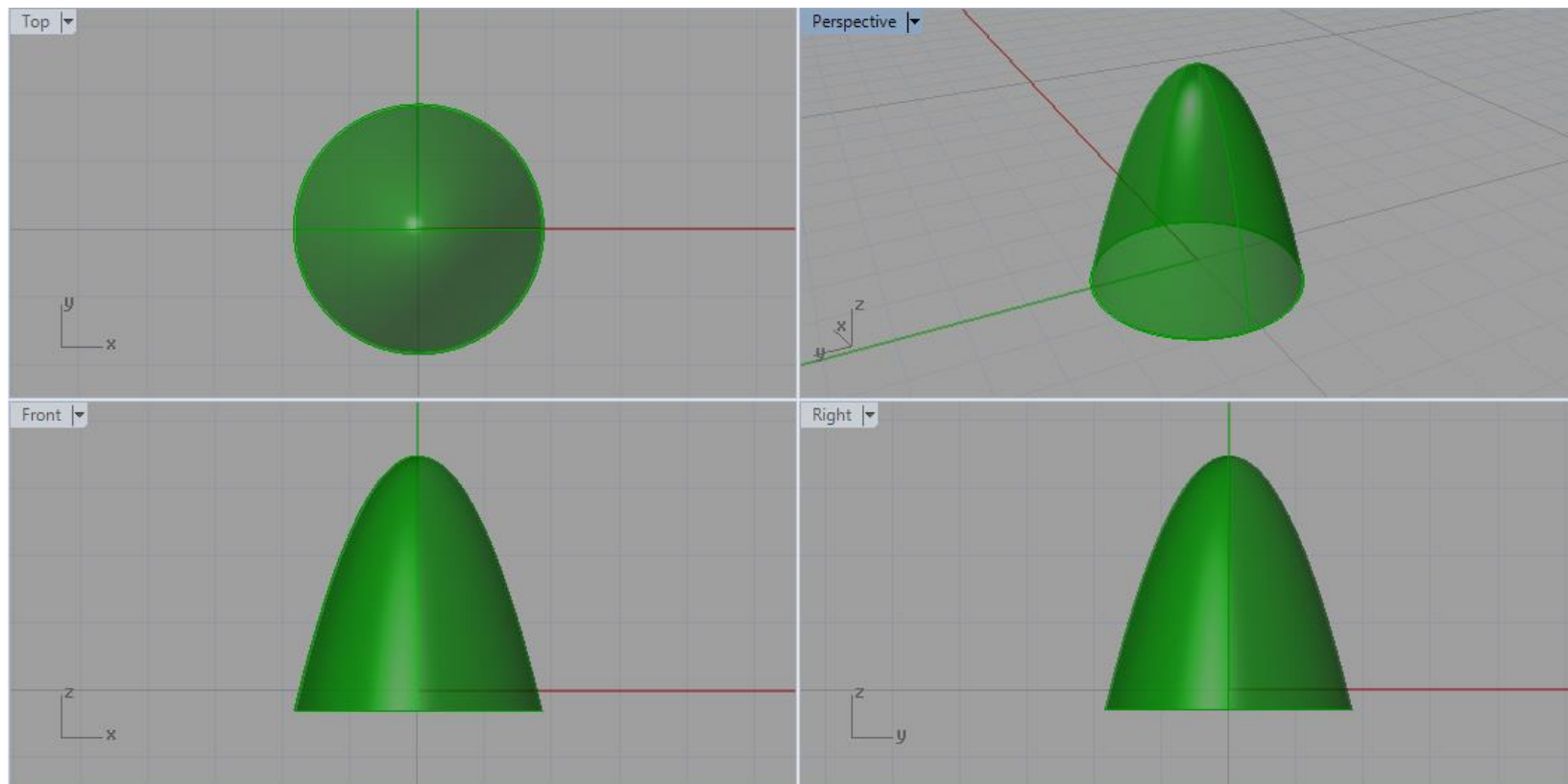
Parabolóide de Revolução Programação inteira



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Parabolóide de Revolução

Vistas ortográficas e perspectiva



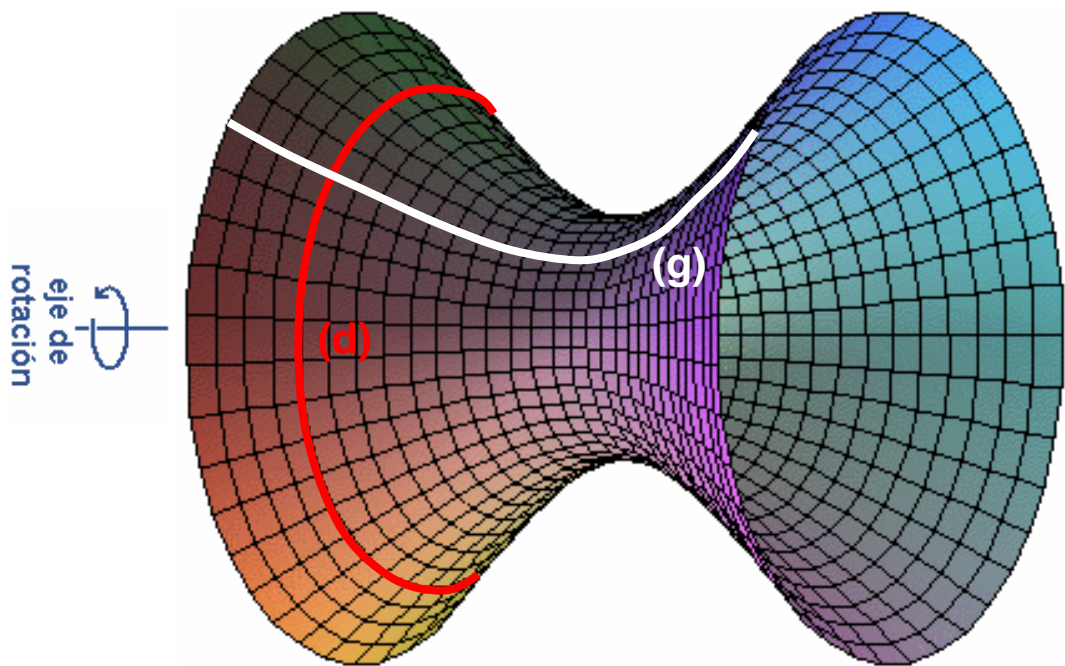
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hiperboloide de Revolução

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hiperboloide de Revolução – Definição

É a superfície gerada pela rotação completa de uma **semihipérbole (geratriz)** em torno de um dos seis eixos de simetria.

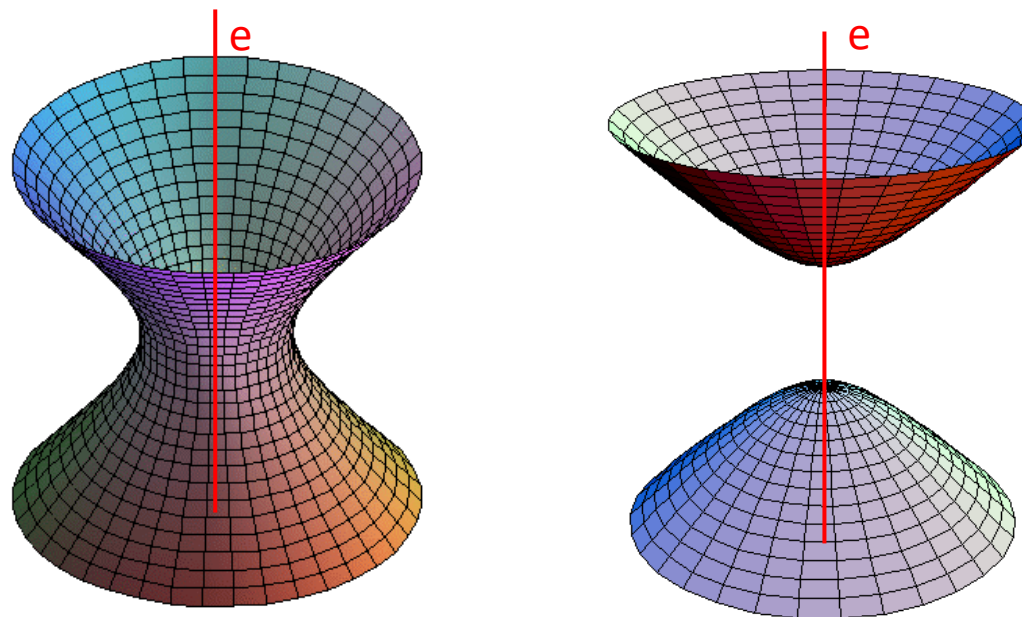


Fonte da imagem: <http://enciclopedia.us.es/index.php/Hiperboloide>

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hiperboloide de Revolução – Definição

Se a rotação ocorrer em torno do **eixo não transverso** da hipérbole geratriz se gera um **hiperboloide** de revolução **de uma folha**. Se a rotação se der em torno do **eixo transverso** é gerado um **hiperboloide** de revolução **de duas folhas**.

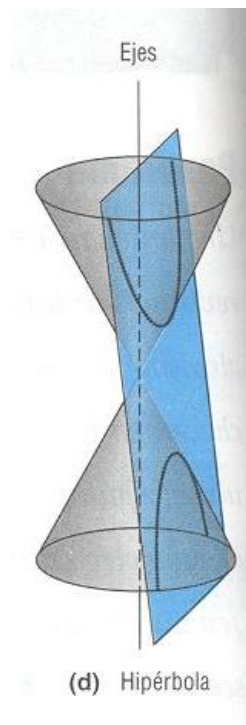


Fonte Imagens: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Hiperboloide>

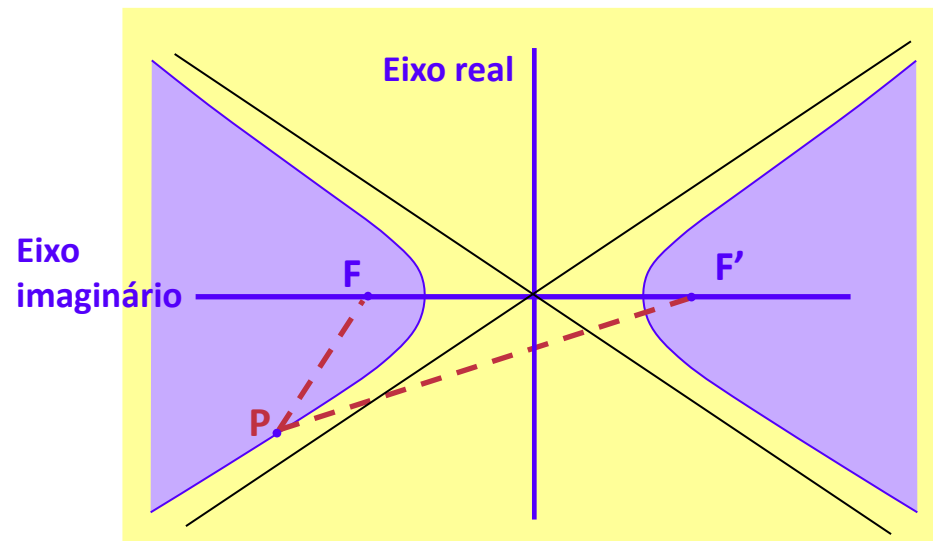
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hipérbole – Definição

É uma curva **plana aberta com dois ramos** que se obtém quando a interseção de um **cone circular reto** com um **plano oblíquo** ou **perpendicular** ao **plano que contém a sua diretriz**. O ângulo de inclinação do **plano de seção** é **maior que o ângulo** que a **geratriz do cone** faz com sua **base circular**.



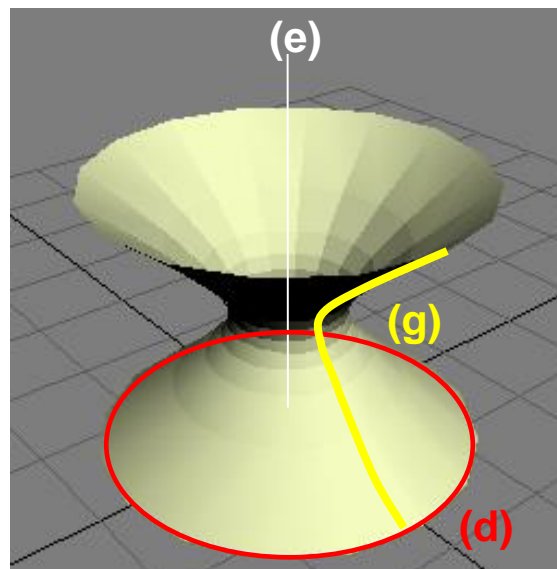
É a curva em que a **diferença das distâncias** de um dos seus pontos a **dois pontos fixos (focos)** é **constante e igual ao seu eixo real**.



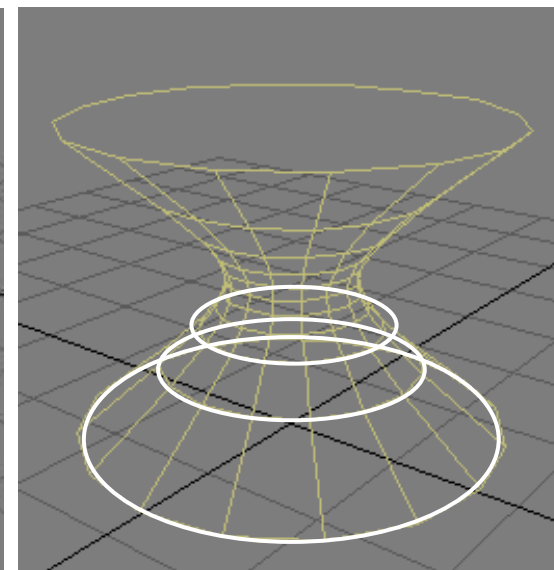
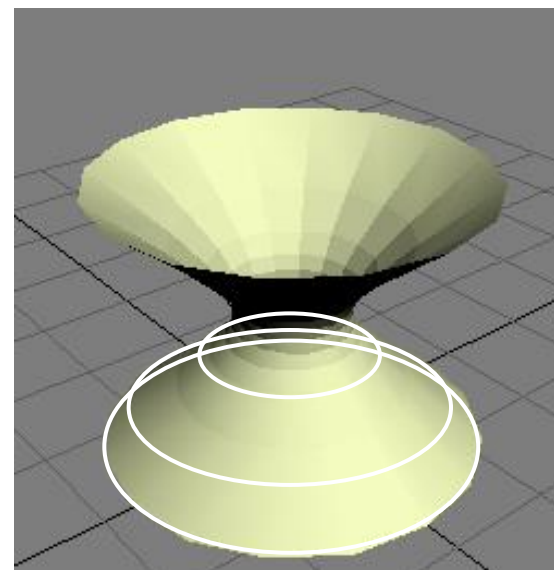
Fonte do texto e referência para o desenho:
http://www.mat.uel.br/geometrica/php/dg/dg_9t.php

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hiperboloide de Revolução de uma folha – Geração



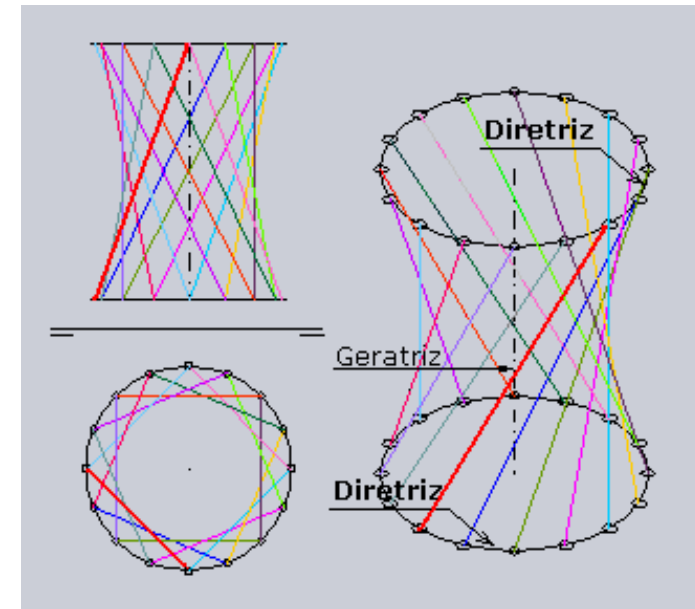
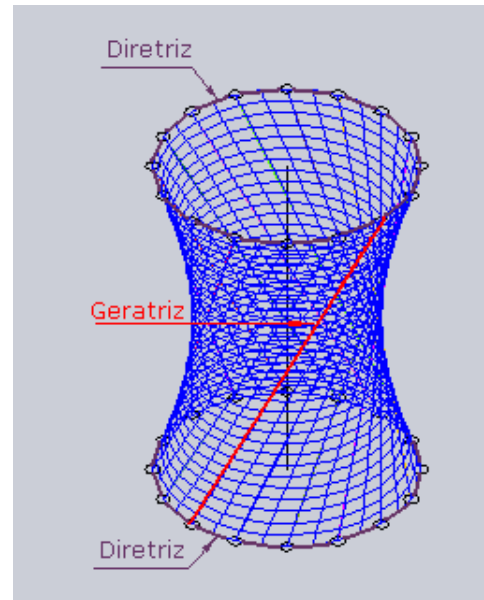
A **hipérbole geratriz (g)** gira em torno de seu eixo não transversal e tem como **diretriz**, para realizar este movimento, uma **circunferência (d)**.



Além do processo de revolução, pode também ser gerado pelo deslocamento no espaço de uma **circunferência geratriz** que possui o seu centro preso a uma reta perpendicular ao seu plano, levantada pelo seu centro, **variando o seu raio** conforme as **coordenadas** de uma **hipérbole**.

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hiperboloide de Revolução de uma folha – Sistema retilíneo de geração



O hiperboloide de uma folha pode ser também gerado pela **rotação completa de uma reta (geratriz)** que gira em torno de um **eixo vertical reverso à mesma**. Isto é, a **reta geratriz** pertence a um plano diferente daquele que contém o eixo.

INTRODUÇÃO

Modelos | Superfícies

SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.

SUP. CIRCULARES REVOL.

SUPERFÍCIE ESFÉRICA

Conceito | Algoritmo

Modelagem

ELIPSOIDE S

Conceito | Algoritmo

Modelagem

PARABOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

HIPERBOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

TORO CIRCULAR

Conceito | Algoritmo

Modelagem

Hiperboloide de Revolução de uma folha – Emprego na Arquitetura

Projeto: Aspire Tower

Arquiteto: Hadi

Simaan

Localização: Doha,
Qatar

Ano:

Fonte da imagem; :

<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=678936>



INTRODUÇÃO

Modelos | Superfícies

SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.

SUP. CIRCULARES REVOL.

SUPERFÍCIE ESFÉRICA

Conceito | Algoritmo

Modelagem

ELIPSOIDE S

Conceito | Algoritmo

Modelagem

PARABOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

HIPERBOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

TORO CIRCULAR

Conceito | Algoritmo

Modelagem

Hiperboloide de Revolução de uma folha – Emprego na Arquitetura



Projeto: Kobe Port Tower

Arquiteto:

Localização: Kobe, Japão

Ano:

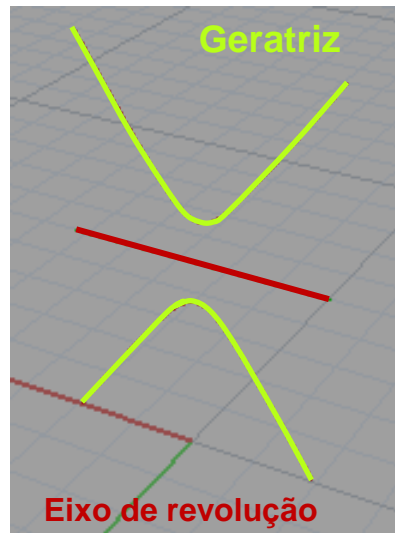
Fonte da imagem; : <http://unusual-architecture.com/kobe-port-tower-japan/>

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

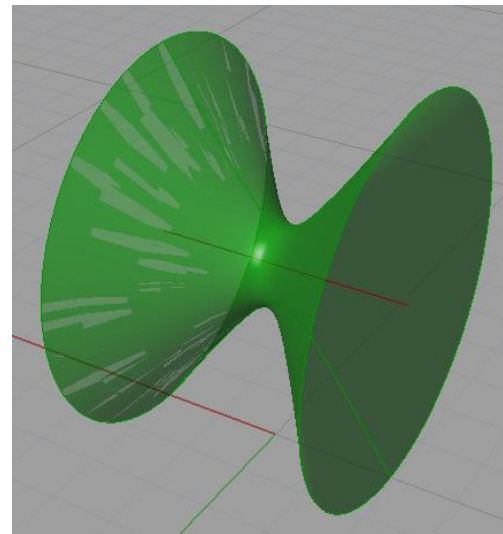
Hiperboloide de Revolução

Esquema de geração

Algoritmo



O eixo de revolução é o eixo de simetria da hipérbole



Superfície por Revolução da geratriz hipérbola em torno do eixo de revolução

Geratriz Hipérbola
Obtida por uma **seção plana** em um **cone de revolução**

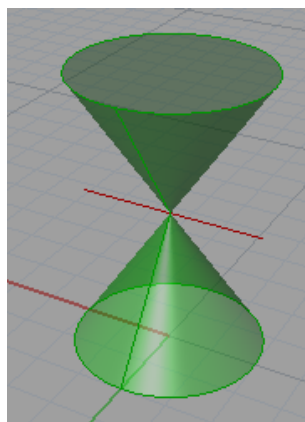
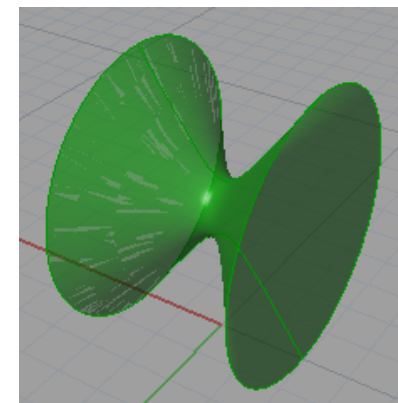
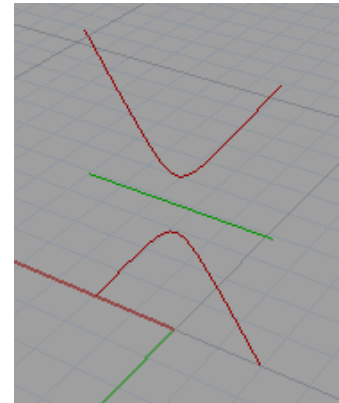
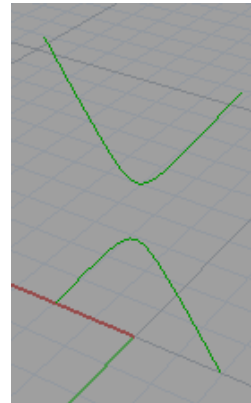
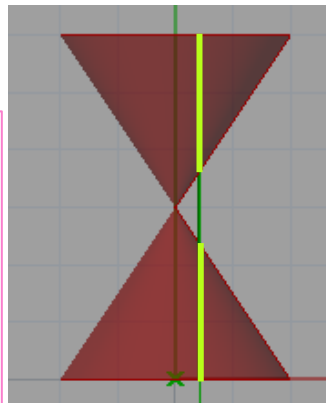
Eixo para a revolução
gerado por seus parâmetros
(linha com origem ponto inicial do cone de revolução e orientação x)

Geração da superfície de revolução

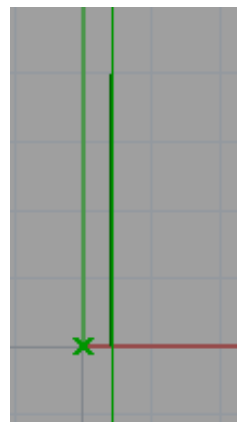
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hiperboloide de Revolução – Etapas de geração

Plano de seção é um Plano sem rotação em relação ao plano xz



Cone de revolução



Seção plana

Não é necessário orientar a curva pois ela já se encontra no plano xz

Eixo para a revolução gerado por seus parâmetros (linha com origem ponto inicial do cone de revolução e orientação x)

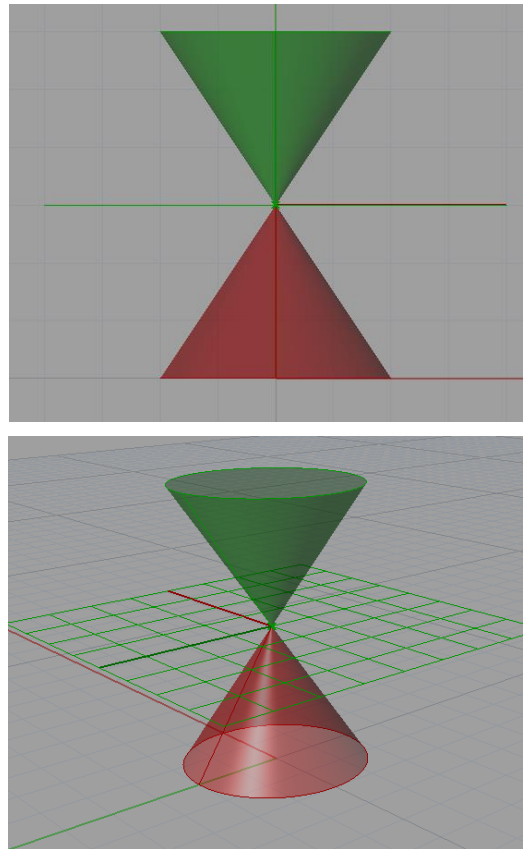
Superfície por Revolução da geratriz parábola em torno do eixo de revolução

O eixo de revolução é o eixo de simetria da hipérbole

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

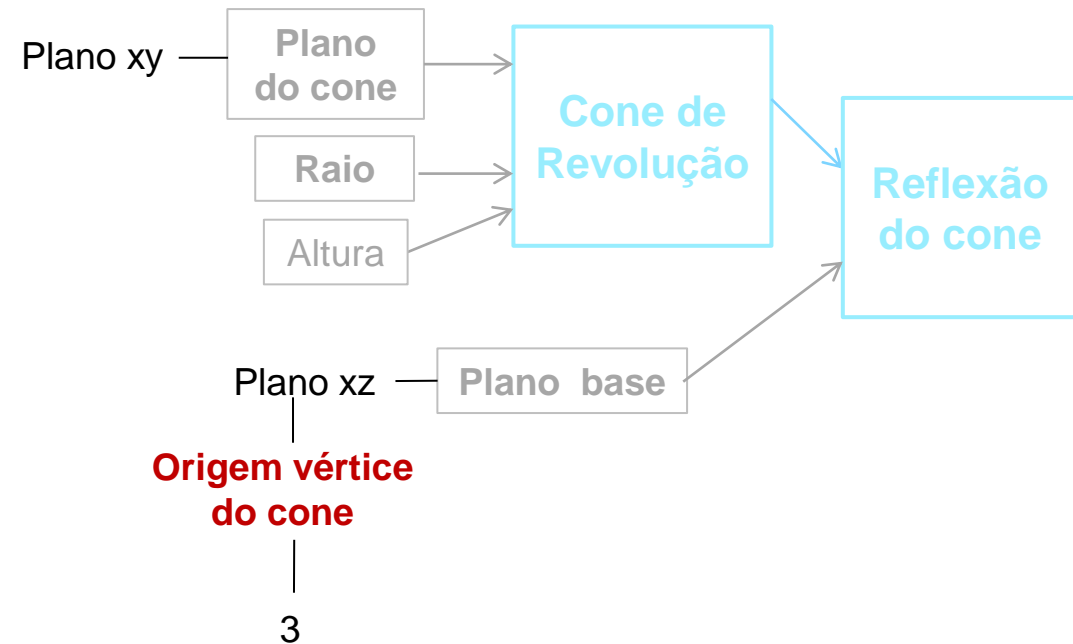
Cone de duas folhas – Reflexão sobre um plano xy com origem no vértice do cone

Esquema de geração



Algoritmo para a duplicação do cone

Por variação nos parâmetros de rotação e origem do plano que contém a seção, **ângulo ortogonal a diretriz do cone** (0 graus de rotação).

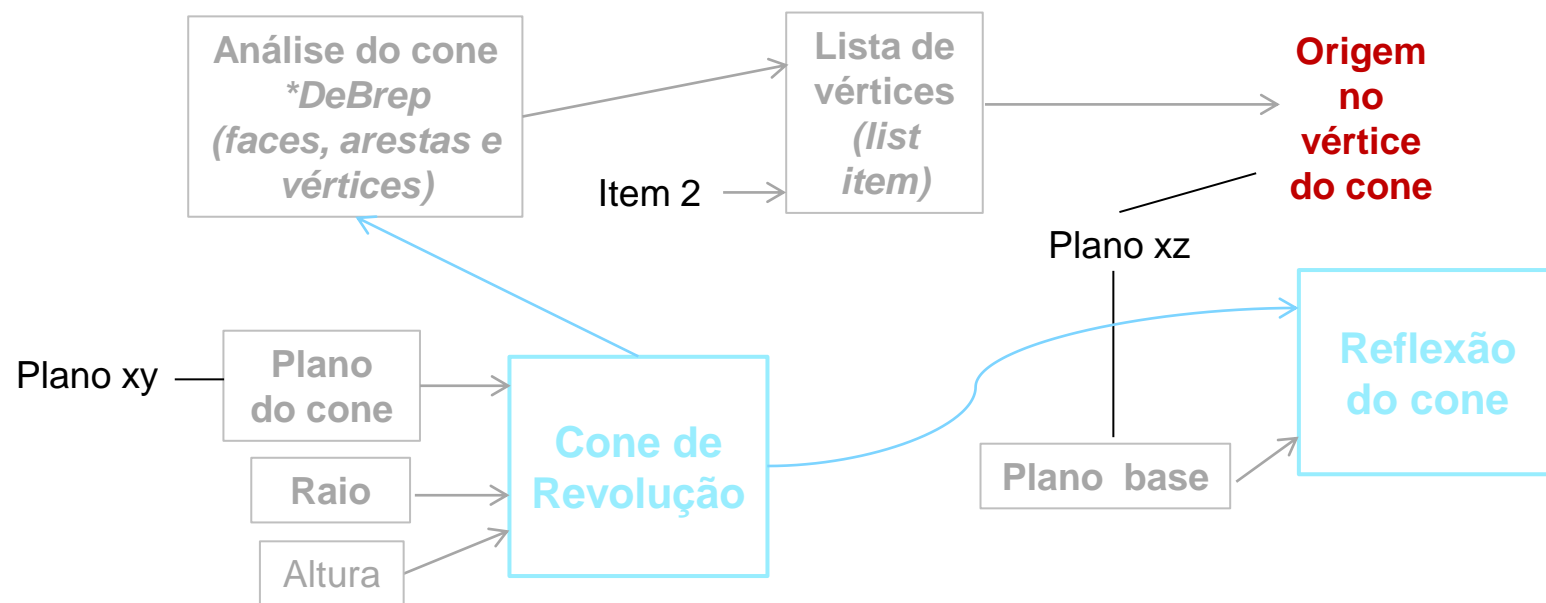


INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Cone de duas folhas – Reflexão sobre um plano xy com origem no vértice do cone

Algoritmo Reflexão do cone

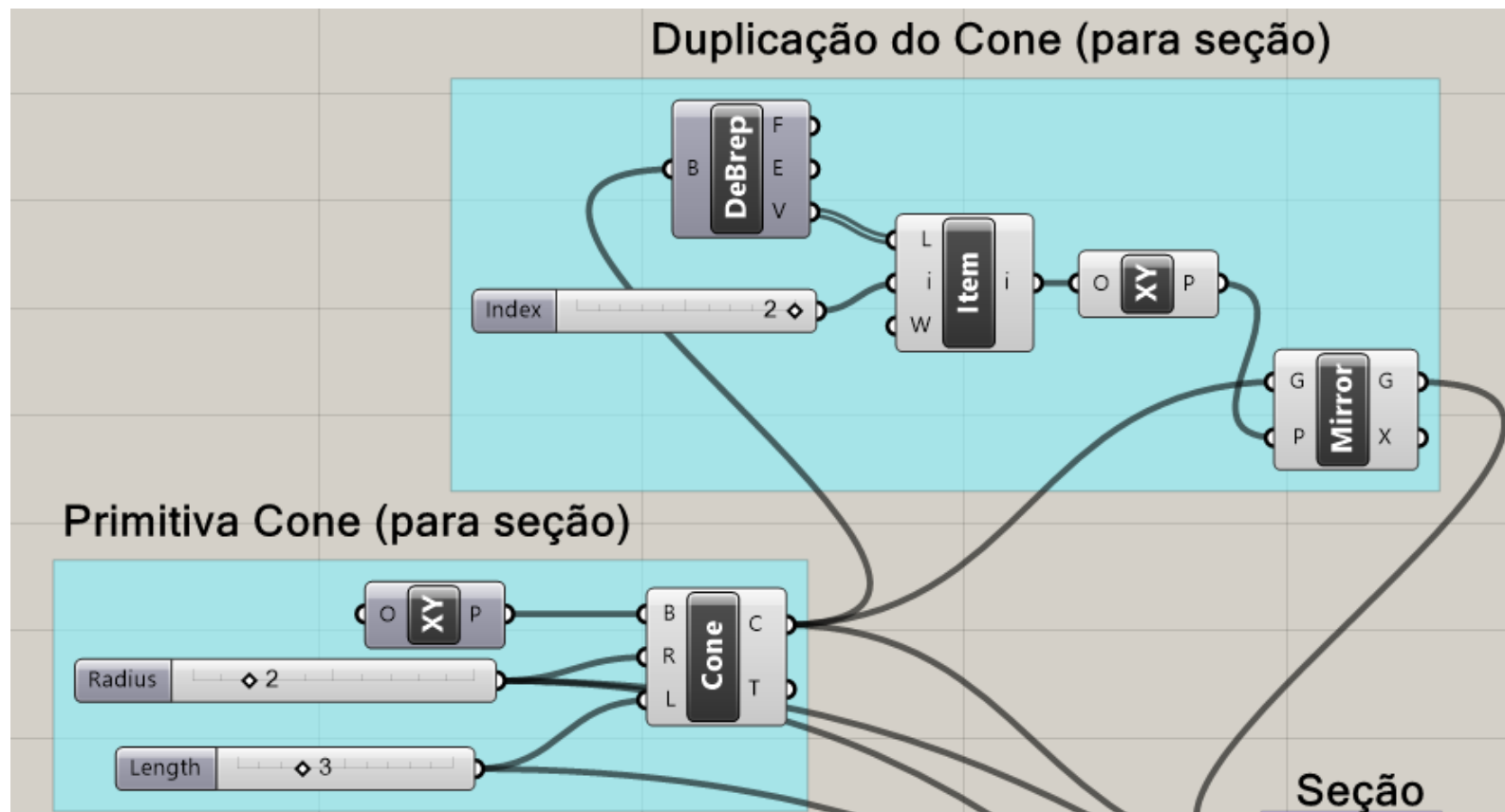
Para encontrar **o vértice do cone** que será a origem do plano de reflexão, avalia-se o cone com o componente **Deconstruct Brep** e extrai-se, por meio de uma lista, o item relativo a tal vértice, neste caso o item 1 (**list item**, item 2).



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Duplicação do cone para gerar um cone de duas folhas

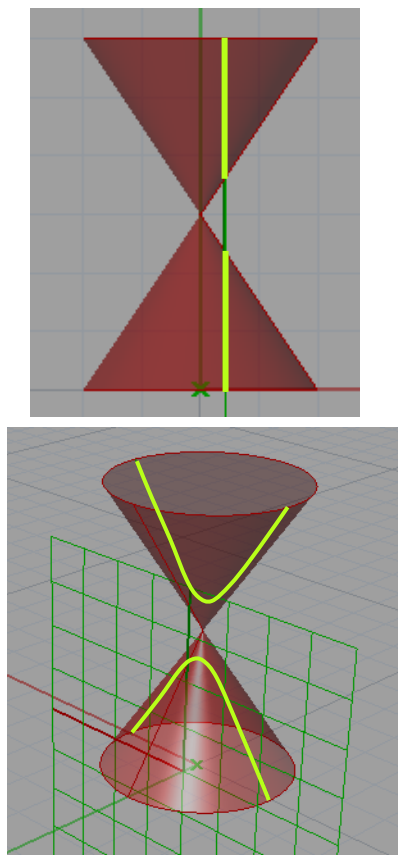
Programação



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

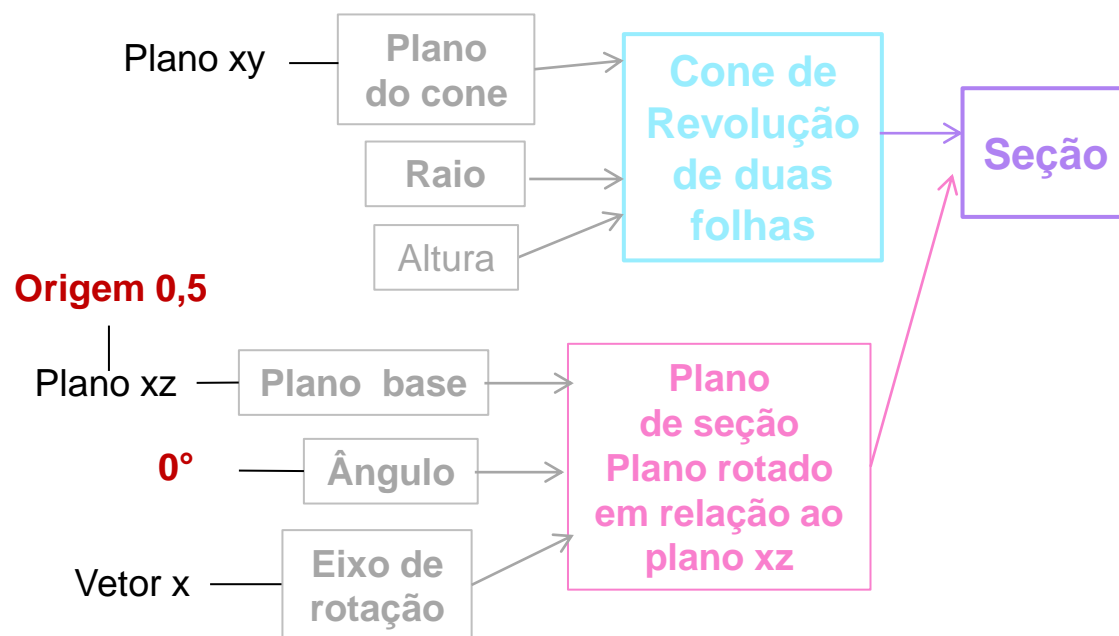
Hiperboloide de Revolução – Obtenção da hipérbole geratriz por seção plana em um cone de revolução, ortogonal a base do cone

Esquema de geração



Algoritmo Hipérbole

Por variação nos parâmetros de rotação e origem do plano que contém a seção, **ângulo ortogonal a diretriz do cone** (0 graus de rotação).

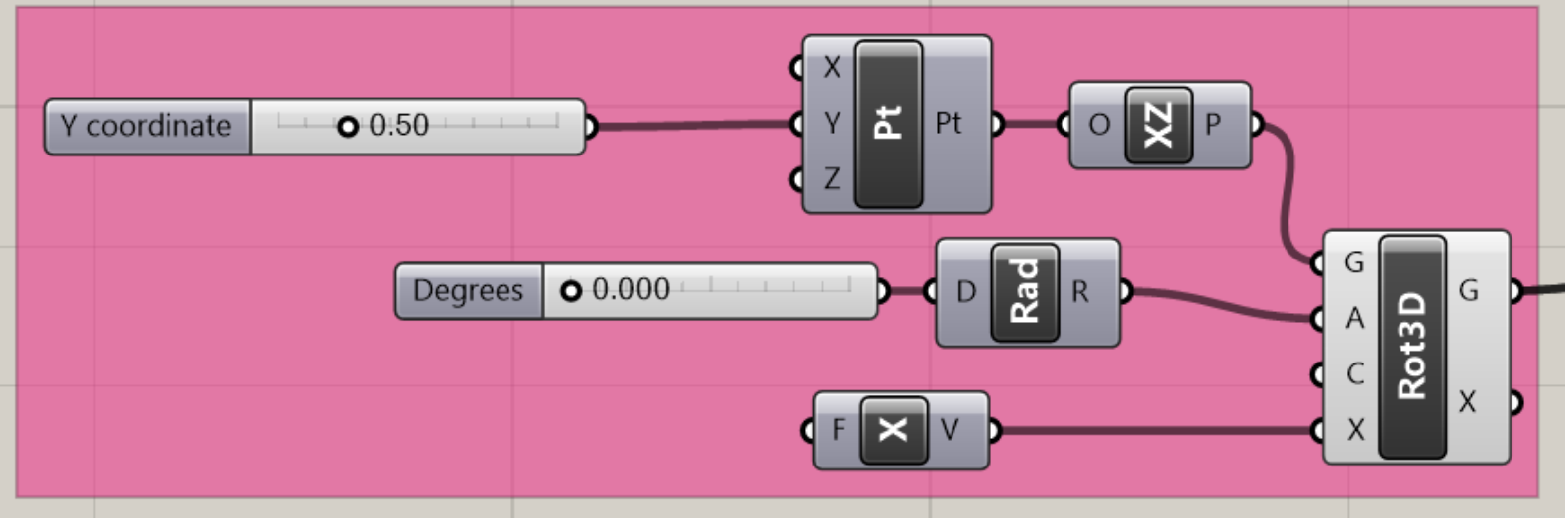


INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hiperboloide de Revolução – Obtenção da parábola geratriz por seção plana em um cone de revolução

Programação

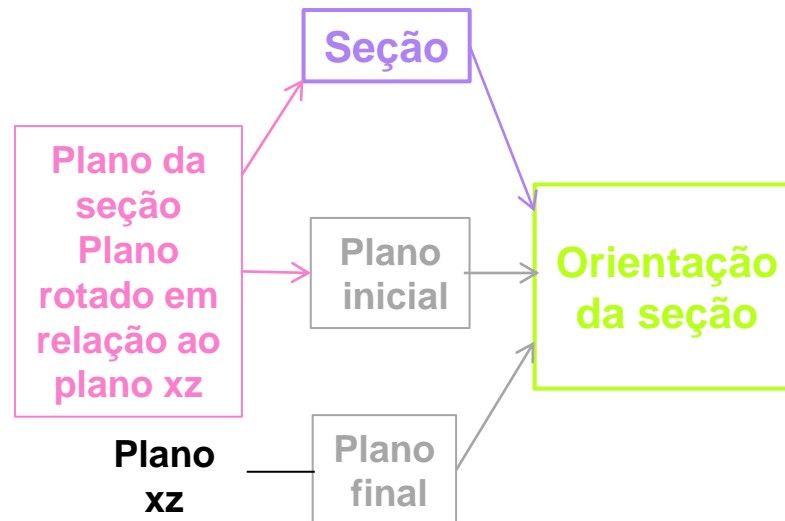
Plano base da seção, com inclinação e origem (a partir de um plano xz rotado)



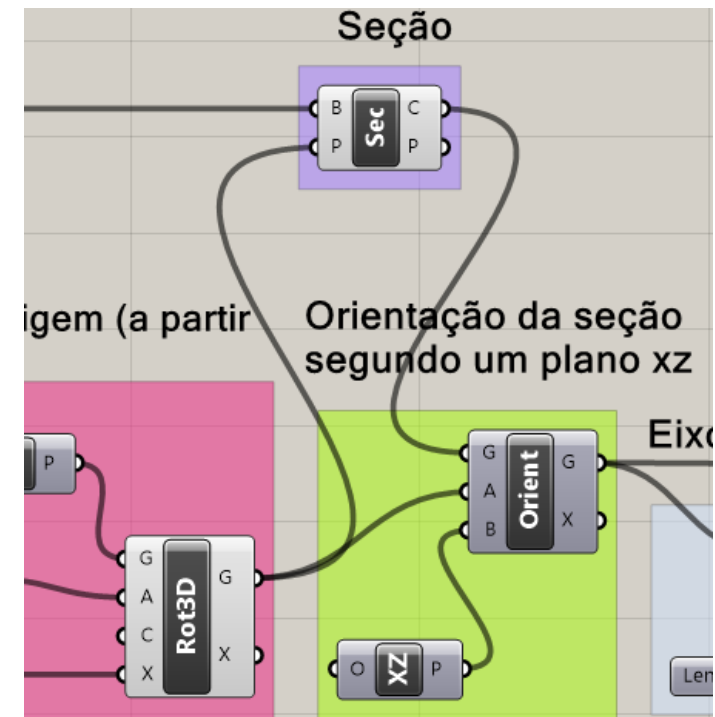
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hiperboloide de revolução – Não é necessária a orientação da seção (hipérbole geratriz) para um plano vertical (Plano xz), desde que ela já está inserida em um plano nesta posição. Manteve-se a programação para que possa ser usada quando houver alteração no tipo de seção (inclinação do plano).

Algoritmo



Programação



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

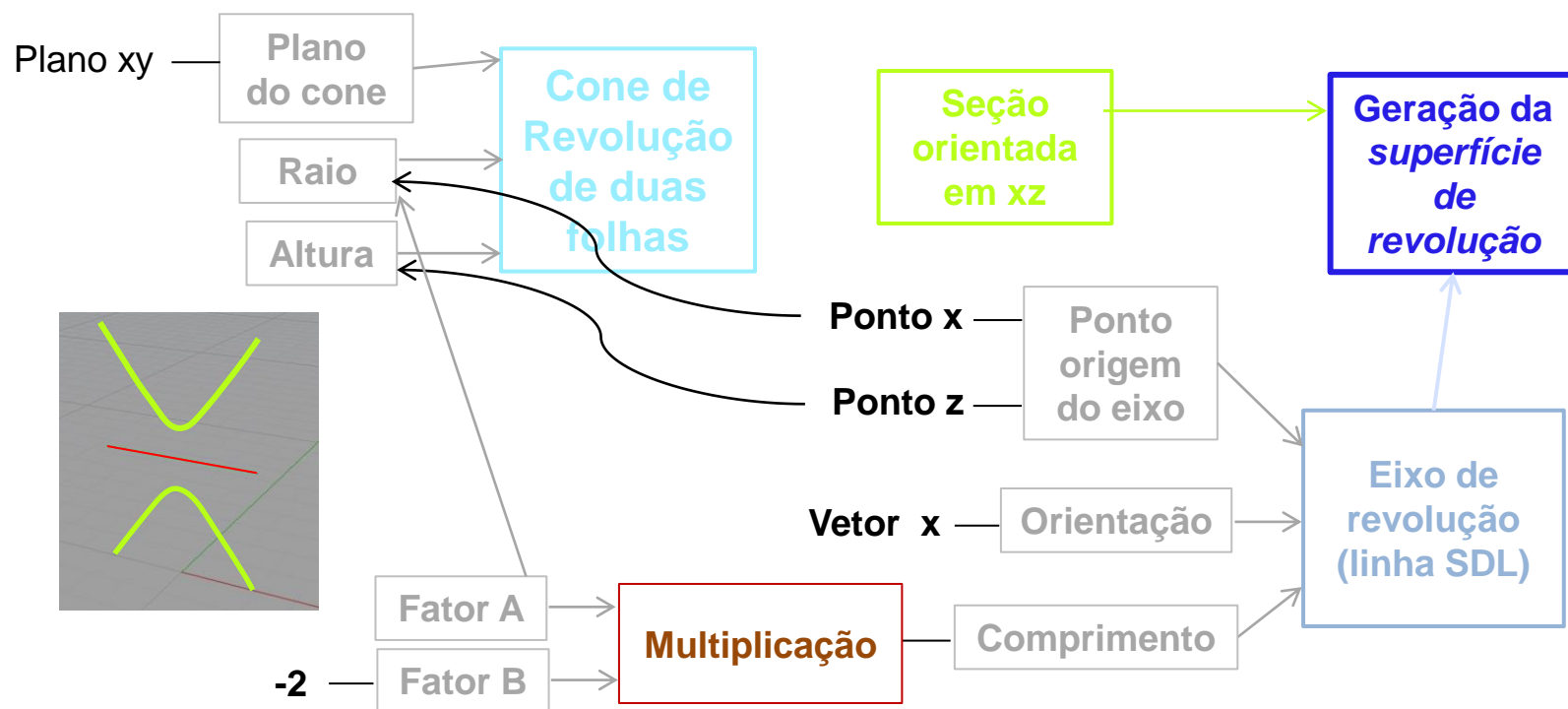
Hiperboloide de Revolução – Representação do eixo de revolução parametrizado ao vértice do cone e ao valor do seu raio

O eixo para esta representação é o eixo que não corta a curva, denominado de **não transverso**. Por isso, não é possível representá-lo como nos demais casos, a partir de um ponto sobre a curva, já que este eixo não encontra a curva. A representação foi por uma **linha orientada SDL** no eixo x com ponto inicial parametrizado ao **ponto inicial do raio do cone** que deu origem a seção, pois ao alterar-se o raio do cone, tal linha terá nova origem em x. A coordenada **em z deste ponto inicial** foi parametrizada com o **ponto do vértice do cone**, o qual se localiza no ponto médio do eixo não transverso da hipérbole. A sua dimensão em x foi dada por **uma função de subtração** entre o **valor do raio** e um **valor oposto a ele**, ou seja, seu inverso. Isso porque ao atribuir, por exemplo, um raio que vai de 0 a 2 ao cone, haverá outro raio que irá do valor 0 ao valor -2. Com esta função fica definido que a dimensão da linha vai de um extremo a outro, compreendido entre estes dois valores do raio (2 e -2). Com alteração dos valores dos raios, o novo cálculo é feito e o eixo se adaptará a nova dimensão linear em x.

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hiperboloide de Revolução – Representação do eixo de revolução parametrizado ao vértice do cone e ao valor do seu raio

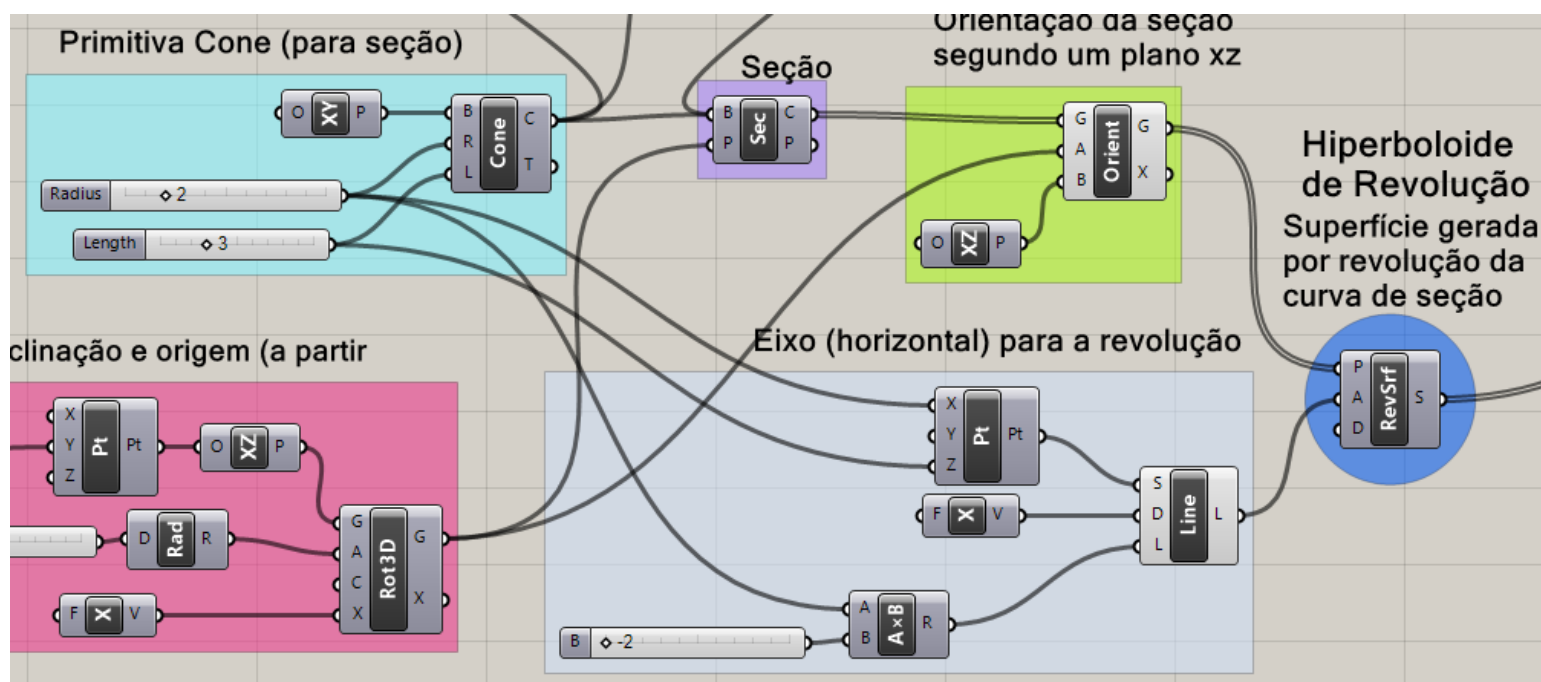
Algoritmo



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hiperboloide de Revolução – Representação do eixo de revolução parametrizado ao vértice do cone e ao valor do seu raio

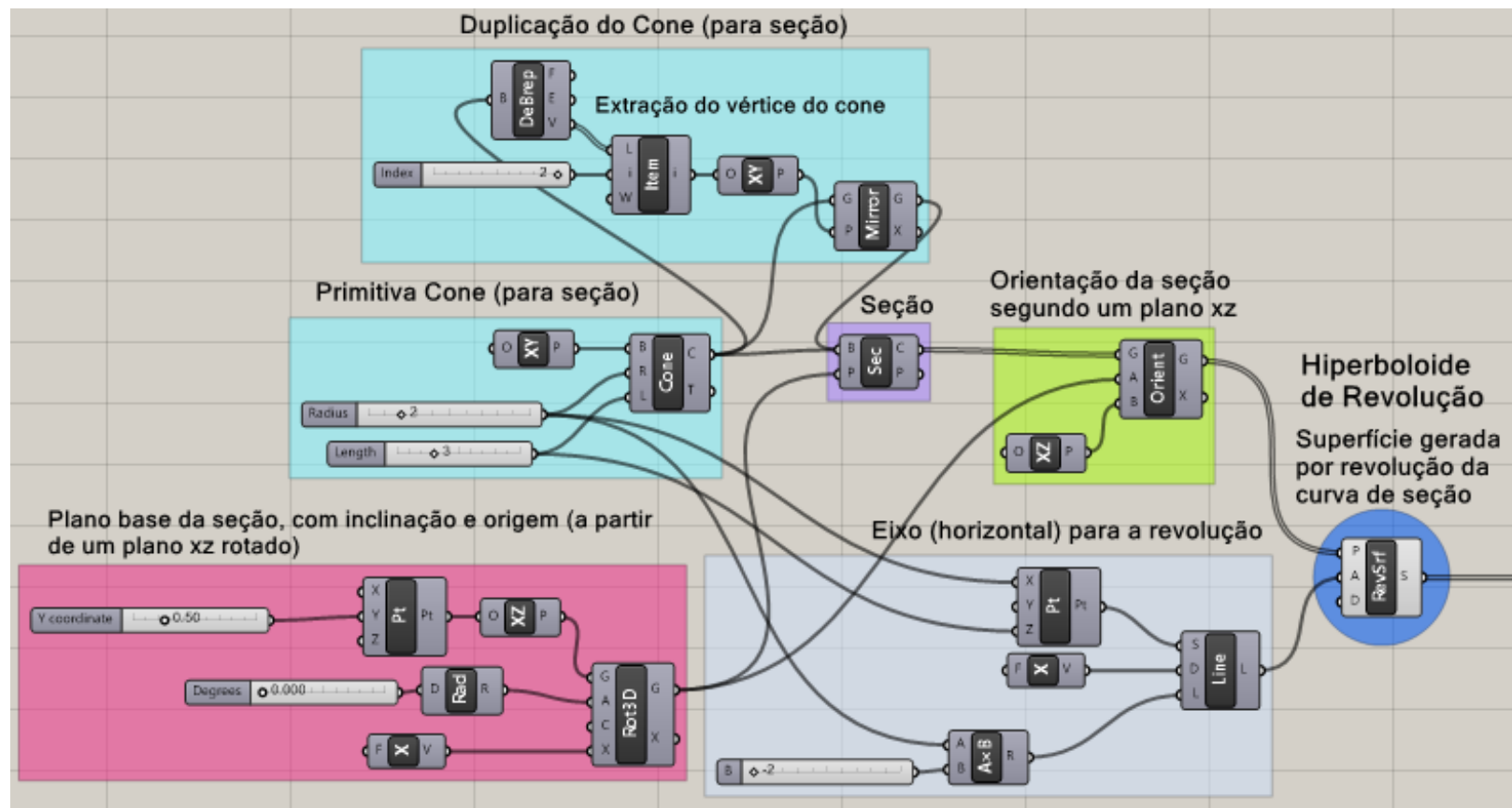
Programação



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
Superfície esférica	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hiperboloide de Revolução

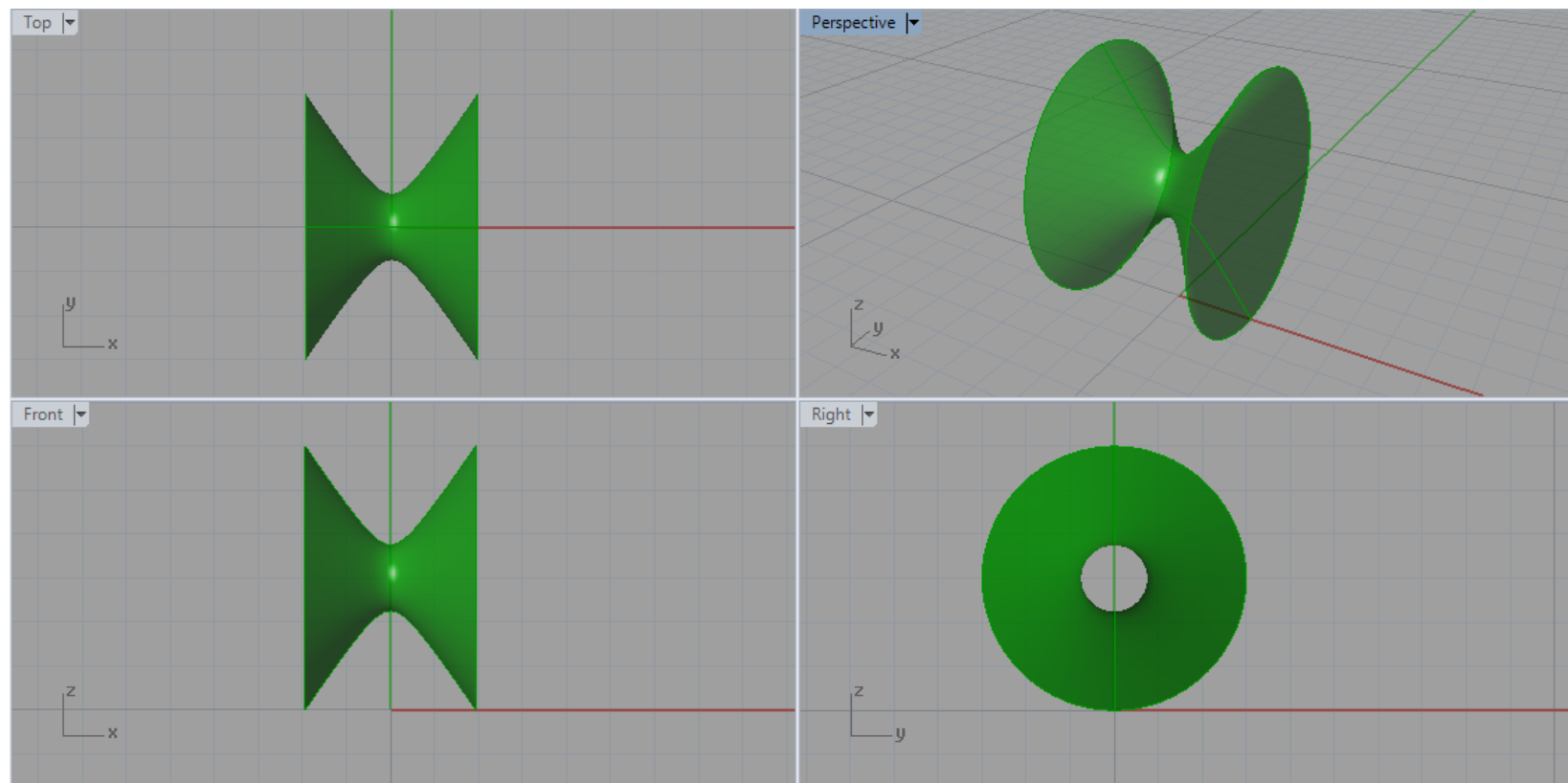
Programação inteira



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hiperboloide de Revolução

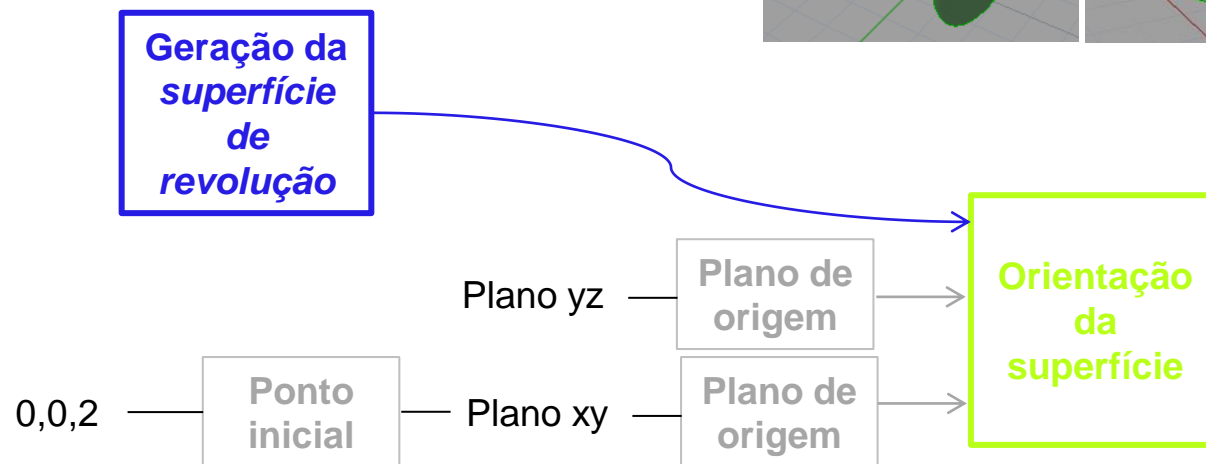
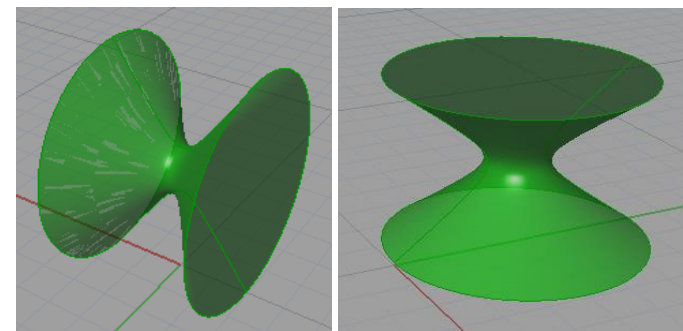
Vistas ortográficas e perspectiva



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

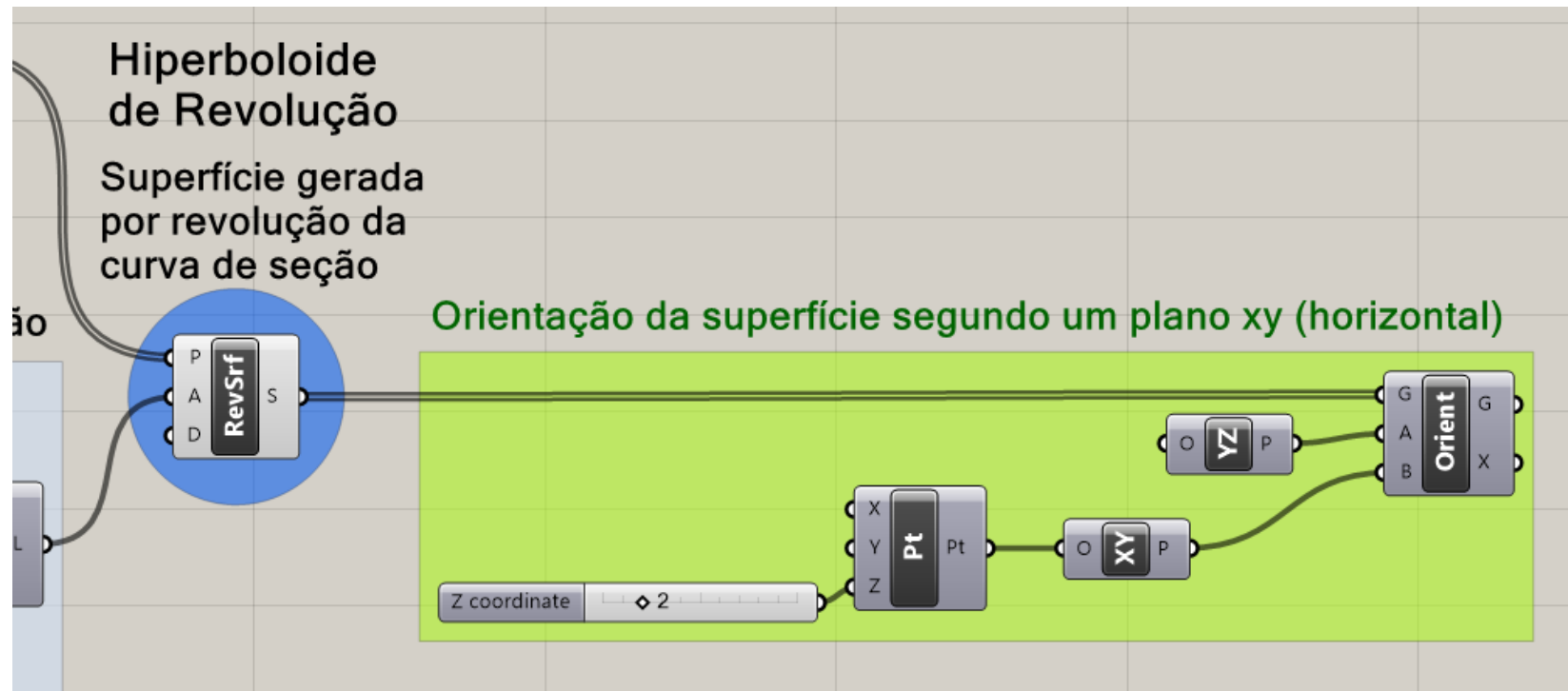
Hiperboloide de Revolução – Orientação da superfície para o plano horizontal xy

Algoritmo



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

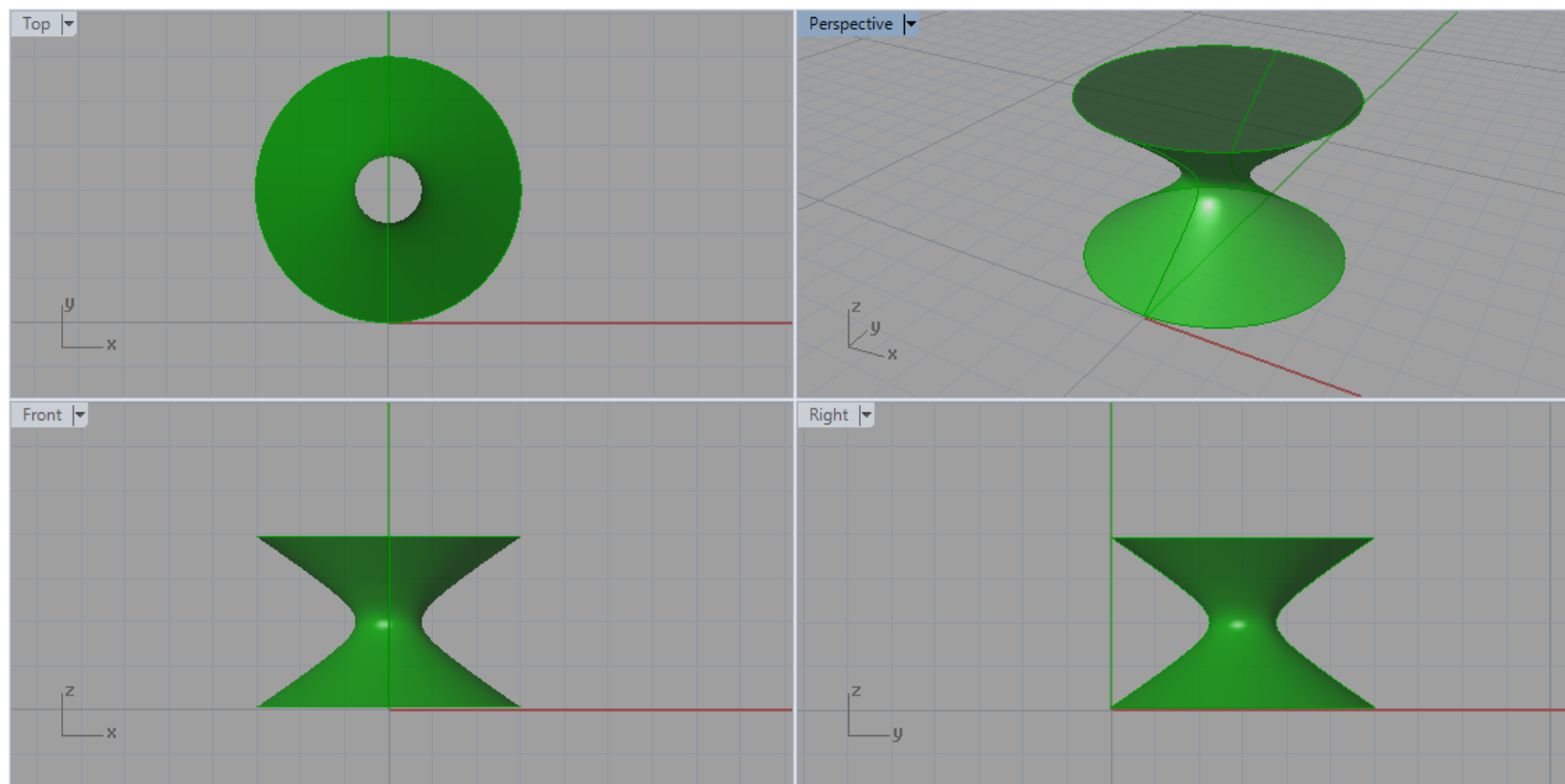
Hiperboloide de Revolução orientado em xy Programação



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Hiperboloide de revolução orientado em xy

Vistas ortográficas e perspectiva



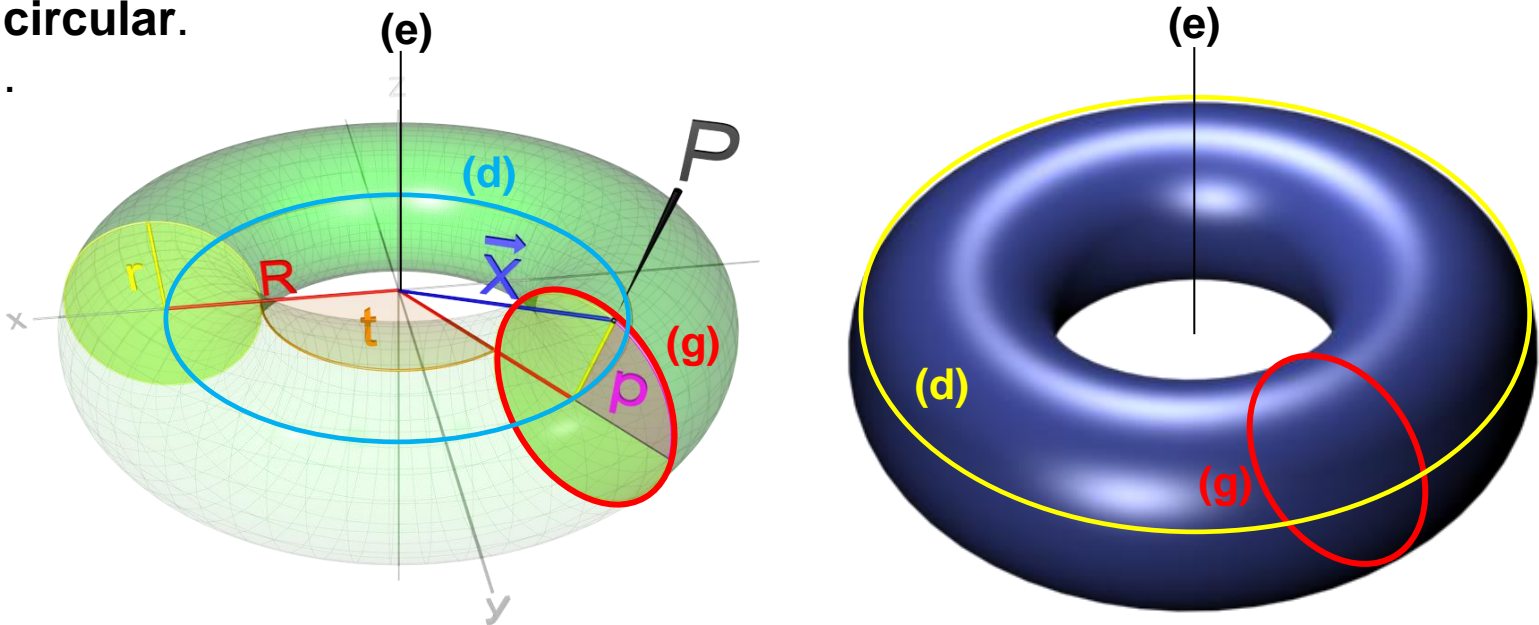
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Toro de Circunvolução

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Toro de Circunvolução – Definição

É a superfície gerada pela circunvolução completa de uma **circunferência g (geratriz)** em torno de uma reta contida no seu plano que não passa pelo seu centro, apoiando-se em uma **diretriz (d) circular**.

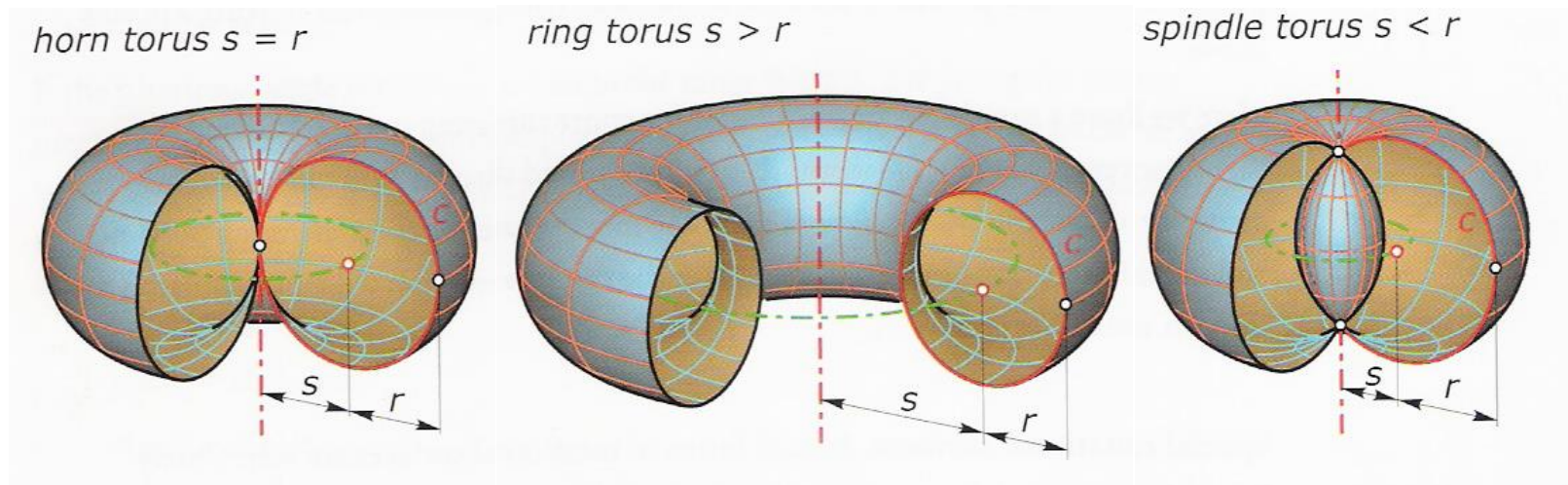


Fonte da imagem: http://it.wikipedia.org/wiki/Toro_circolare

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

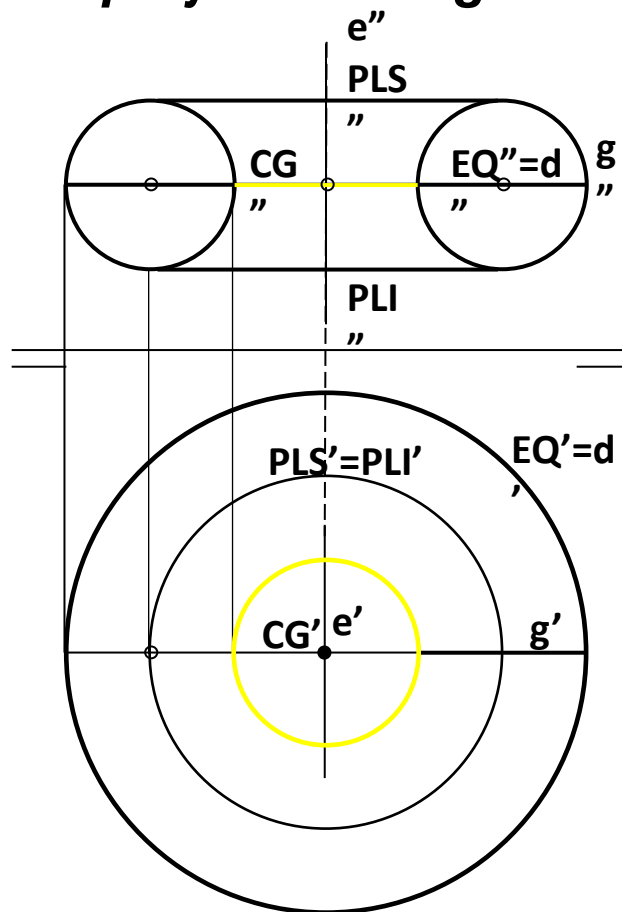
Esta classificação ocorre em decorrência da relação estabelecida entre o **raio da circunferência geratriz** e a **distância do centro desta ao eixo de rotação**.

se o raio da geratriz for igual ao raio da base, o sólido resultante é um cilindro reto, a superfície é plana e circular lateral (Chaffa, 2007)



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Exemplo de processo de representação gráfica no **método bi-projetivo mongeano** de um toro aberto



Elementos principais da superfície representados nos planos de projeção horizontal (π') e vertical (π''):

Diretriz (d) (circunferência) e geratriz (g) (circunferência) em projeções, e o eixo (e).

Exemplo de representação, dados as **projeções da geratriz (g' e g'') e do eixo da superfície (e' , e'').**

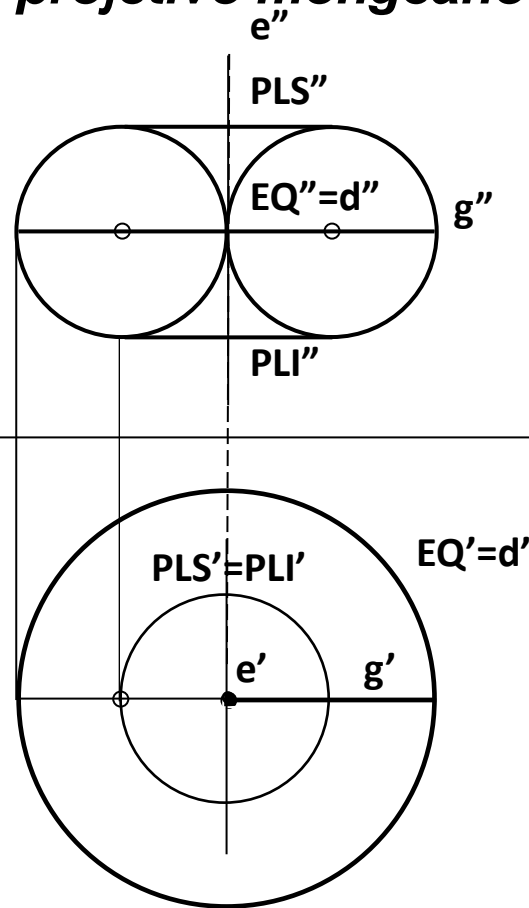
Representam-se os seguintes elementos:

EQ=equador; **CG**=círculo de gola;

PLS, **PLI**=paralelos limite superior, inferior.

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Exemplo de processo de representação gráfica no **método bi-projetivo mongeano** de um toro fechado



Elementos principais da superfície representados nos planos de projeção horizontal (π') e vertical (π''):

Diretriz (d) (circunferência) e geratriz (g) (circunferência) em projeções, e o eixo (e).

Exemplo de representação, dados as **projeções da geratriz (g' e g'')** e do **eixo da superfície (e', e'')**.

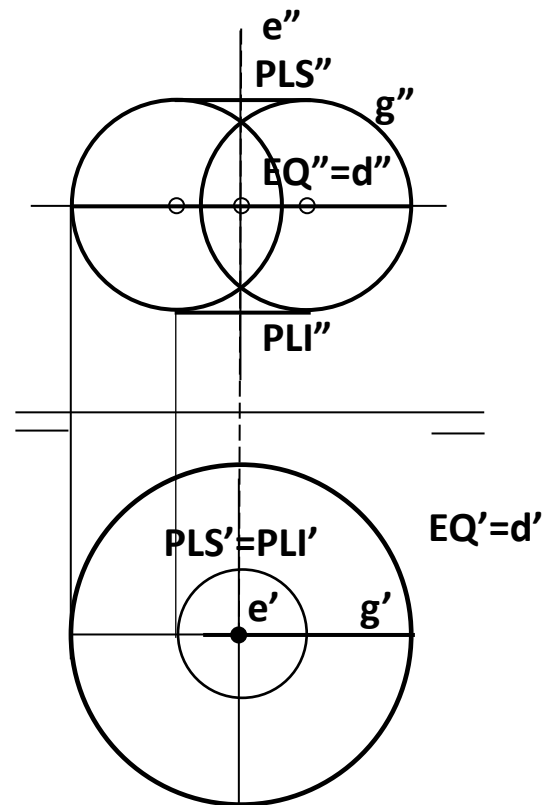
Representam-se os seguintes elementos:

EQ=equador; **CG**=círculo de gola;

PLS, PLI=paralelos limite superior, inferior.

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Exemplo de processo de representação gráfica no **método bi-projetivo mongeano** de um toro reentrante



Elementos principais da superfície representados nos planos de projeção horizontal (π') e vertical (π''):

Diretriz (d) (circunferência) e geratriz (g) (circunferência) em projeções, e o eixo (e).

Exemplo de representação, dados as **projeções da geratriz (g' e g'')** e do **eixo da superfície (e', e'')**.

Representam-se os seguintes elementos:

EQ=equador; **CG**=círculo de gola;

PLS, PLI=paralelos limite superior, inferior.

INTRODUÇÃO

Modelos | Superfícies

SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.

SUP. CIRCULARES REVOL.

SUPERFÍCIE ESFÉRICA

Conceito | Algoritmo

Modelagem

ELIPSOIDE S

Conceito | Algoritmo

Modelagem

PARABOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

HIPERBOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

TORO CIRCULAR

Conceito | Algoritmo

Modelagem

Toro de Circunvolução – Emprego na Arquitetura

Projeto: Walloon
Branch of
Reproduction Forestry
Material
Arquiteto: Samyn and
Partners
Localização: Bélgica
Ano:

Fonte da imagem; :
<http://www.samynandpartners.be/v5/index.asp?project=01-279&search=buildingtype&id=4&categoryid=1&page=20#>



INTRODUÇÃO

Modelos | Superfícies

SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.

SUP. CIRCULARES REVOL.

SUPERFÍCIE ESFÉRICA

Conceito | Algoritmo

Modelagem

ELIPSOIDE S

Conceito | Algoritmo

Modelagem

PARABOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

Modelagem

HIPERBOLOIDE DE REV.

Conceito | Algoritmo

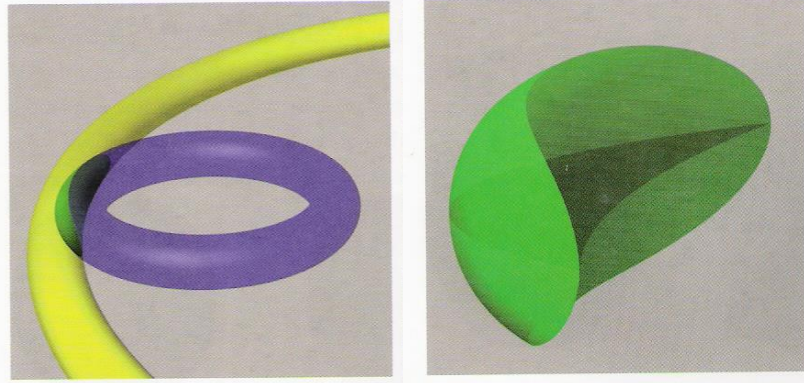
Modelagem

TORO CIRCULAR

Conceito | Algoritmo

Modelagem

Toro de Circunvolução – Emprego na Arquitetura



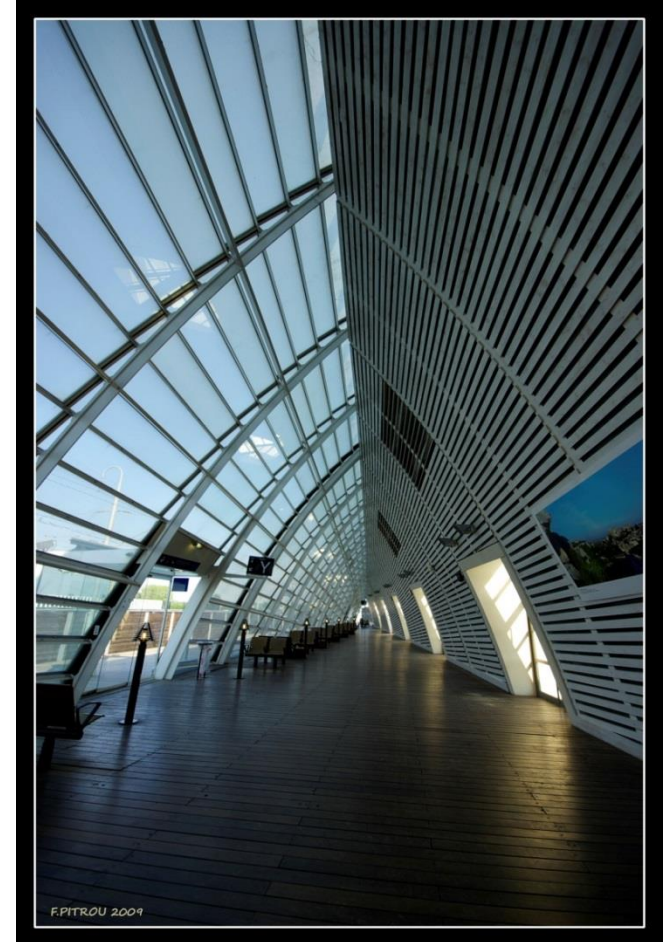
Projeto: TGV Railway Station

Arquiteto: Jean-François Blassel

Localização: Avignon, [Provence-Alpes-Côte d'Azur](#) (França)

Ano:

Fonte das imagens:: Pottmann et al (2007) e
<http://www.panoramio.com/photo/21854610>



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

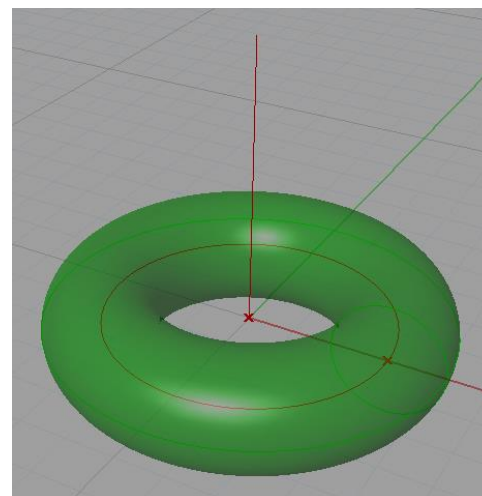
Toro de Circunvolução

Esquema de geração

Algoritmo



O eixo de circunvolução está deslocado do eixo de simetria da circunferência geratriz



Superfície por Circunvolução da geratriz circunferência em torno do eixo de circunvolução

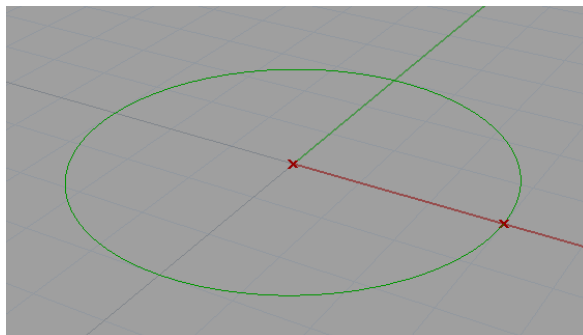
Geratriz
Circunferência
Gerada pelos seus parâmetros

Eixo com origem no ponto central da circunferência diretriz e orientação em z

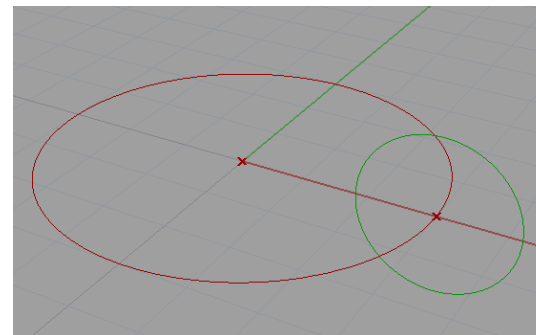
Geração da superfície de circunvolução (ou revolução pela nome dado na software de modelagem)

INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

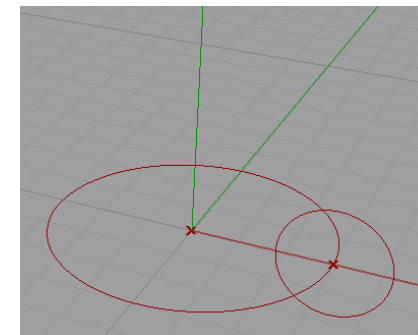
Toro de Circunvolução – Etapas de geração



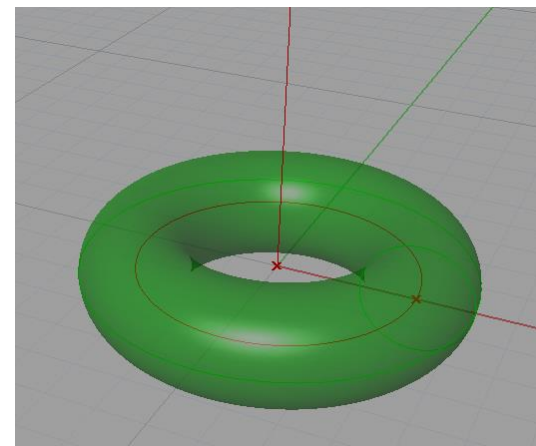
Circunferência base para construir o eixo de circunvolução e a circunferência geratriz



Circunferência geratriz com ponto origem no ponto inicial da diretriz



Eixo com origem no ponto central da circunferência diretriz e orientação em z



Geração da superfície de circunvolução (ou revolução pela nome dado na software de modelagem)

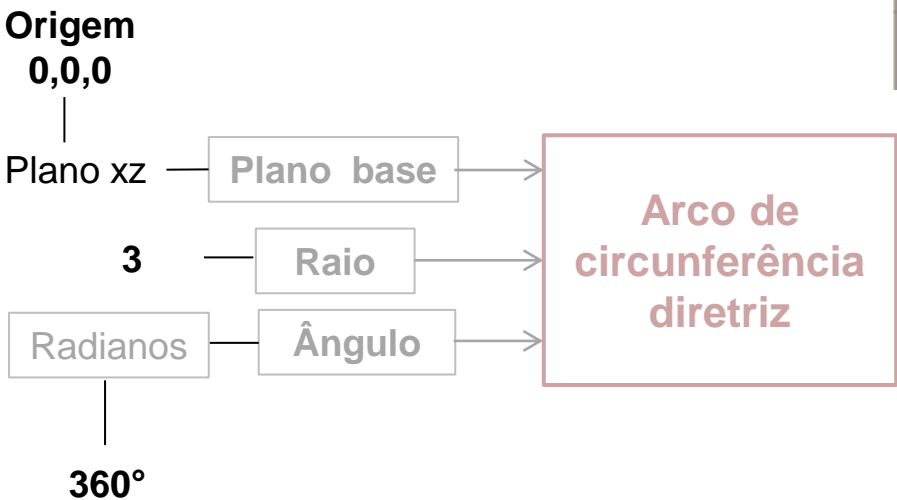
INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Arco diretriz

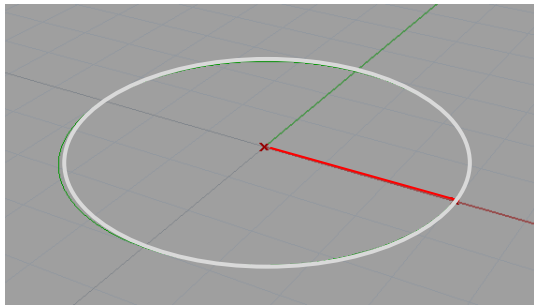
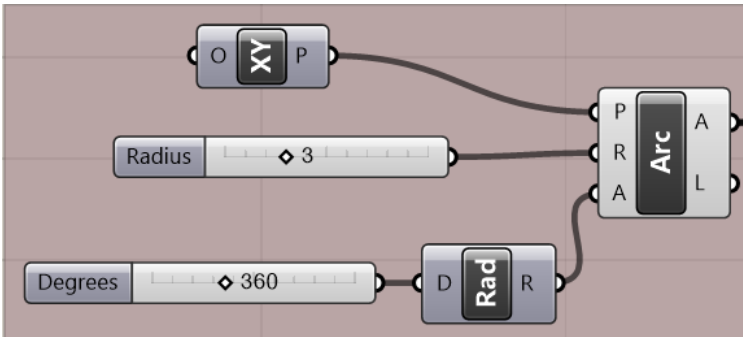
Circunferência base para construir o eixo de circunvolução e a circunferência geratriz

Algoritmo Circunferência

Plano base xy, raio 3 e ângulo de 360 graus



Programação

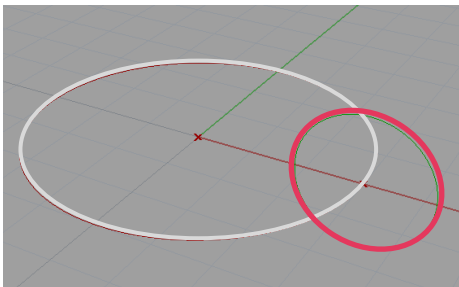
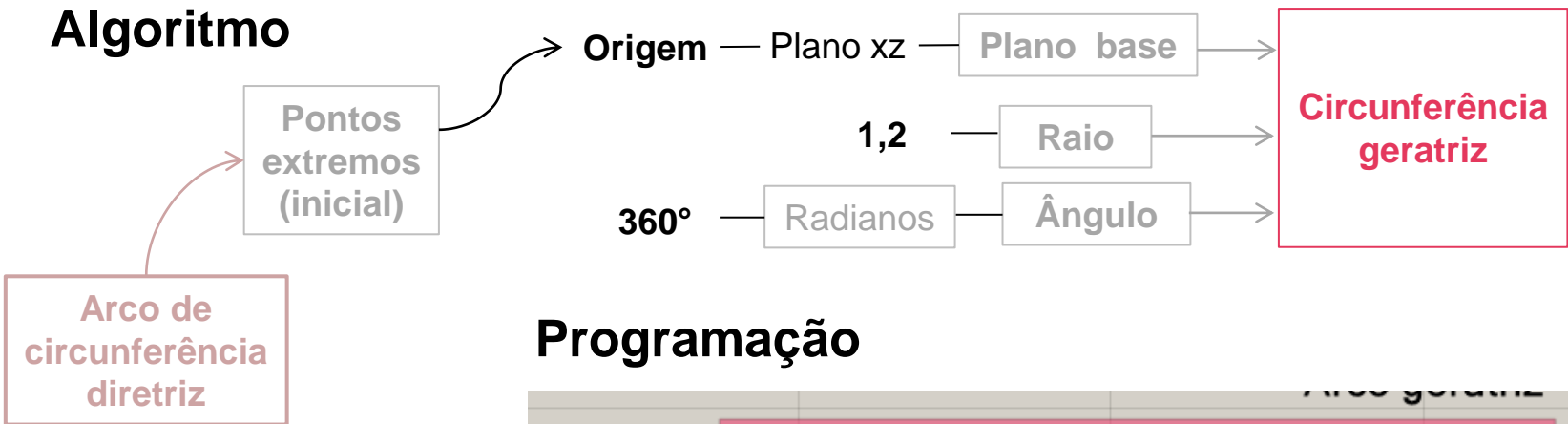


INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
Superfície esférica	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

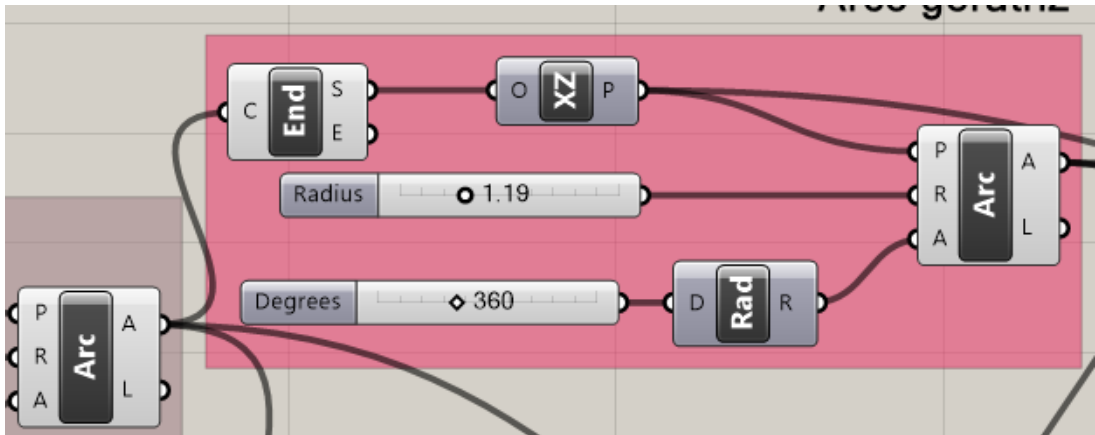
Arco geratriz

Circunferência com ponto origem (centro) no ponto inicial da circunferência diretriz

Algoritmo



Programação

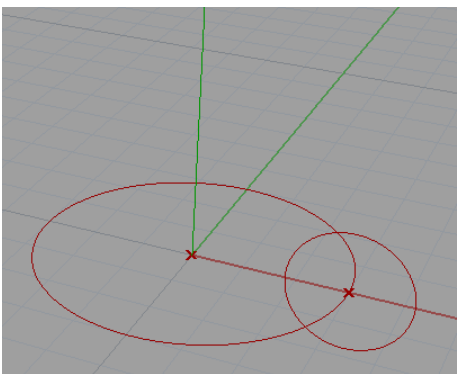
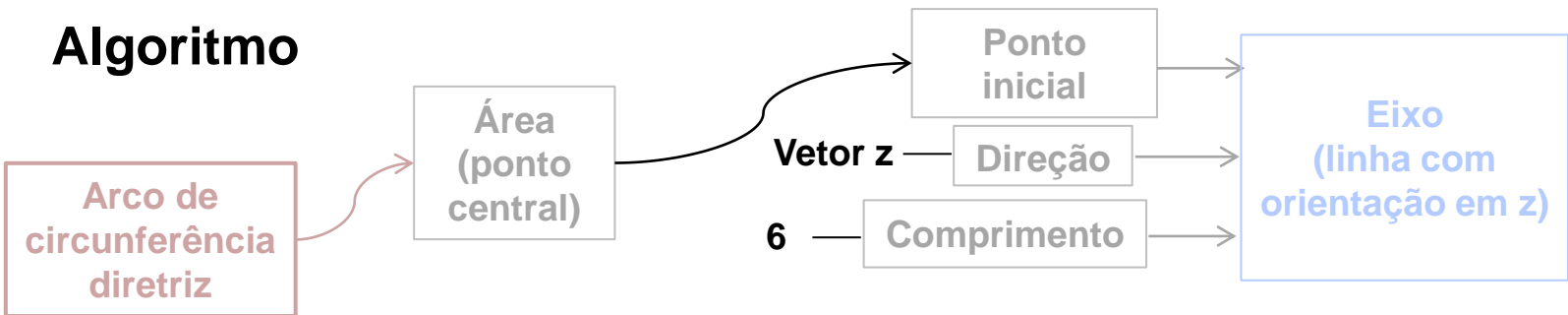


INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Eixo de revolução

Linha orientada com ponto inicial no ponto origem (centro) da circunferência diretriz

Algoritmo



Programação



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Geração da superfície

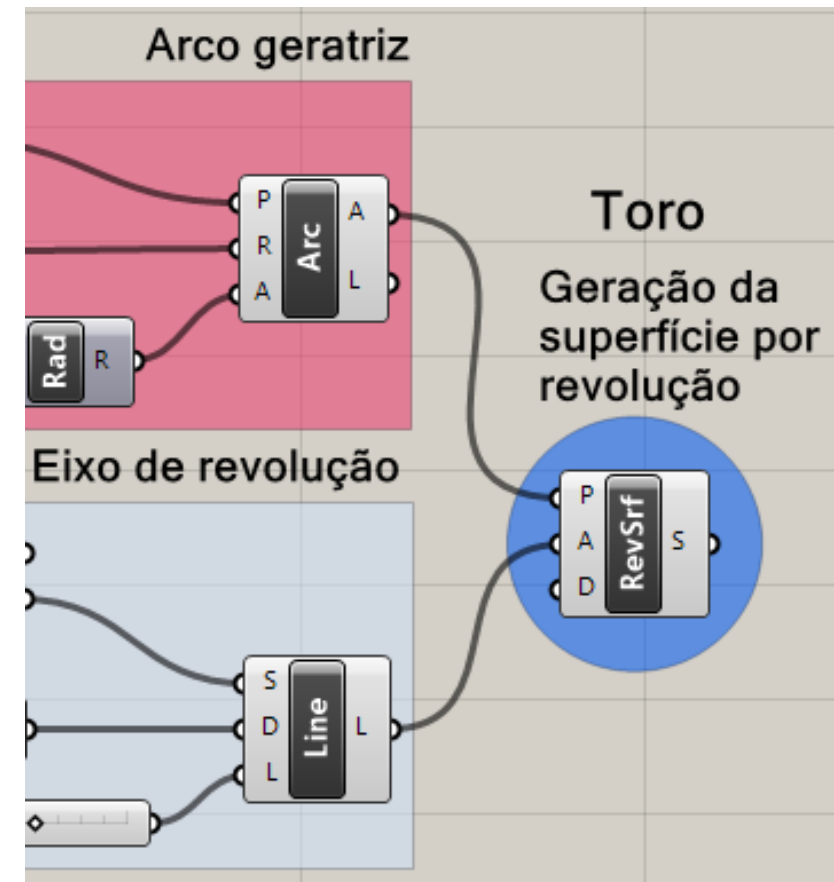
Por circunvolução da geratriz em torno do eixo em z

Algoritmo

Circunferência geratriz

Geração da superfície de circunvolução (ou revolução pela nome dado na software de modelagem)

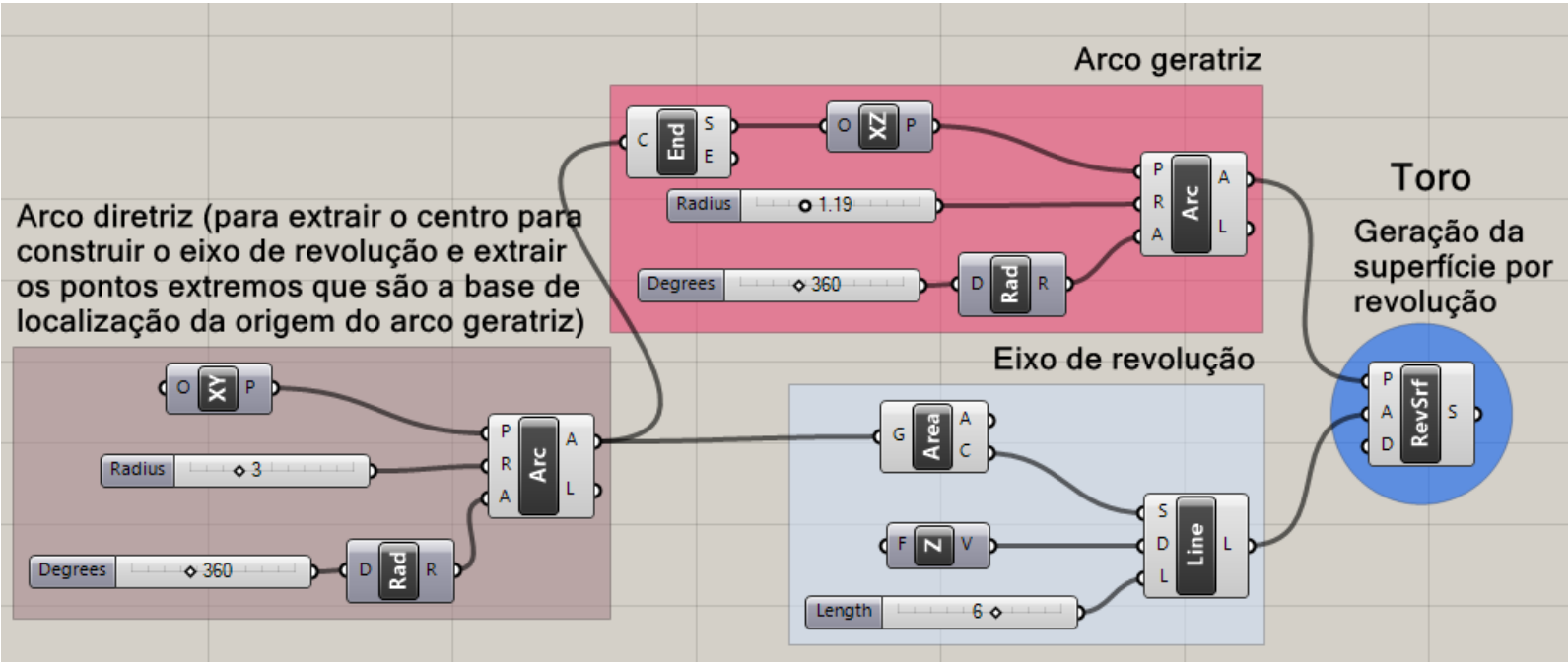
Eixo (linha com orientação em z)



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Toro de circunvolução

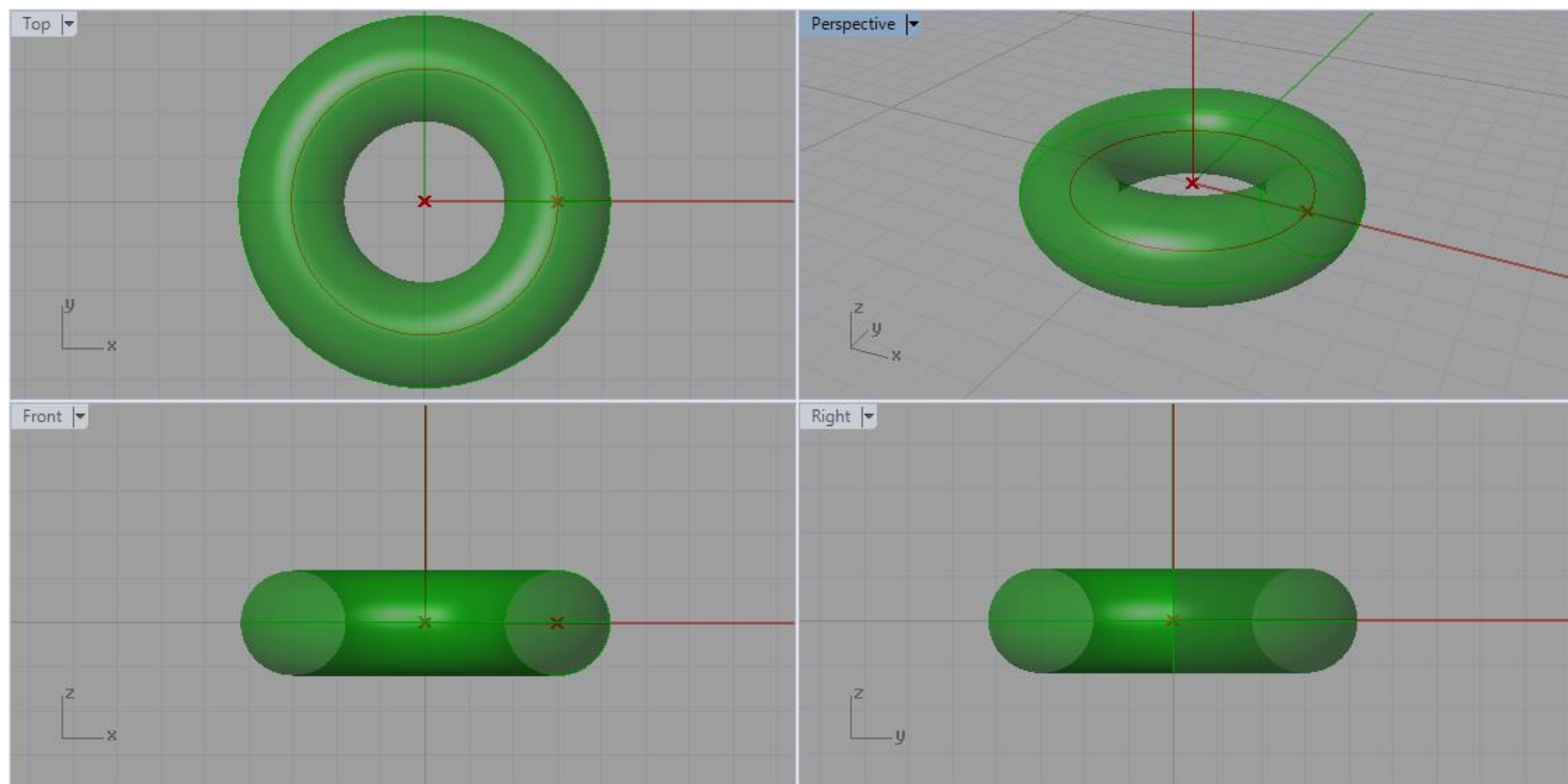
Programação completa



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Toro de Circunvolução

Vistas ortográficas e perspectiva



INTRODUÇÃO	
Modelos	Superfícies
SUP. PROP. CURVAS NÃO DESENVOLV.	
SUP. CIRCULARES REVOL.	
SUPERFÍCIE ESFÉRICA	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
ELIPSOIDE S	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
PARABOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
HIPERBOLOIDE DE REV.	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	
TORO CIRCULAR	
Conceito	Algoritmo
Modelagem	

Bibliografia

POTTMANN, H. ASPERL, A. HOFER, M. KILIAN, A. **Architectural Geometry**. Exton, Pensnsylvania: Bentley Institute Press, 2007, 1ª ed.

RODRIGUES, Álvaro J. **Geometria Descritiva – Projetividades, curvas e superfícies**. Rio de Janeiro: A. O. Livro Técnico S. A., 1960, 3ª ed.

Imagens do *Grasshopper* retiradas do material disponibilizado pela prof.^a Gabriela Celani da UNICAMP, para o workshop PROJETO ACORDA – GEGRADI/UFPEL, 2015.

Materiais desenvolvidos para a disciplina de Geometria Descritiva IV (atual Geometria Gráfica e Digital II) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas. Elaboração própria.