

# PARAMETRIZAÇÃO DE PRODUTOS MECÂNICOS COM FEATURES – UM ESTUDO DE CASO

I. N. RAITZ, L. A. C. CESCNETTO, R. R. M. DA CUNHA, A. DIAS

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Departamento de Engenharia Mecânica – EMC, Bloco A, 1o. andar, Sala 13/15, Trindade, Florianópolis SC CEP 88040-900.

**Palavras-chaves:** CAD, *Features*, Parametrização.

## RESUMO

O desenvolvimento de sistemas CAD que permitem a modelagem de componentes mecânicos de forma parametrizada gerou um grande avanço nas indústrias destes produtos. A possibilidade do desenvolvimento desta forma de modelagem tomou grande impulso a partir da integração com sistemas CAD baseados na teoria de *features*.

O presente trabalho tem como objetivo explorar os recursos disponibilizados em sistemas CAD comerciais para atender a parametrização de formas geométricas. O escopo do mesmo baseia-se nos conceitos de *features* e de parametrização de formas baseadas em perfis, enfatizando a integração entre essas abordagens de modelagem no sistema CAD, e na aplicação de diferentes estratégias de parametrização das formas que compõem um produto mecânico.

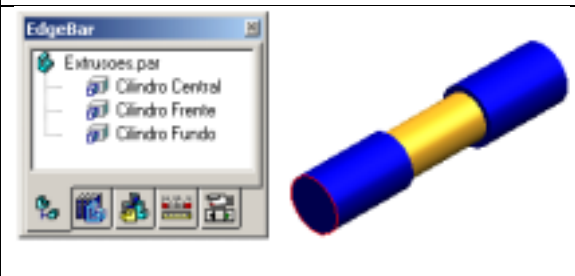
O estudo de caso foi feito a partir dos desenhos 2D do projeto de uma betoneira modelo 120L, fornecidos pela Metalúrgica Erwino Menegotti Ltda. sediada em Jaraguá do Sul – SC.

O resultado do trabalho consiste de modelos parametrizados e convertidos para sólidos tridimensionais baseados em *features* disponíveis em sistemas CAD comerciais.

*Features* são um conjunto de relações e formas geométricas, concebidas ou reusáveis na construção de um modelo sólido, permitindo a associatividade entre as definições do produto. No ambiente computacional de um sistema CAD, as *features* são conhecidas como operações e suas características que permitirão gerar modelos sólidos tridimensionais, ou seja, os modelos são objetos geométricos obtidos através de uma seqüência de *features* encadeadas, as quais aparecem registradas numa hierarquia de *features*. A aplicação da tecnologia de *features* em atividades de projeto como o desenvolvimento do produto, permite e/ou favorece a reutilização de informações, modelagem rápida,

propagação de alterações e padronização de representações.

As *features* servem de base para captura e armazenamento das informações de projeto (CUNHA, 2000).

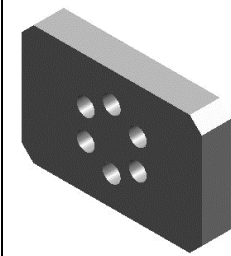


**Fig. 1** *Features* usadas na construção do modelo.



A parametrização que resulta nas *features* precisa de restrições associadas ao modelo sólido gerado no sistema CAD. Restrições são as informações atribuídas aos elementos geométricos do modelo paramétrico para que este atenda à topologia e geometria desejadas. Elas podem ser classificadas como geométricas ou dimensionais.

As restrições estabelecem um equacionamento matemático entre as variáveis numéricas associadas aos elementos geométricos do modelo (SHAH e MÄNTYLÄ, 1995). Este equacionamento rege e mantém os relacionamentos entre os elementos geométricos.

A parametrização consiste na atribuição de restrições, com valores definidos, a um modelo e pode ser aplicada de duas maneiras:

<p><b>Parametrização Geométrica:</b> somente a geometria, isto é, dimensões e posições relativas dos perfis do modelo podem variar, mas sua estrutura não. Este tipo de parametrização pode ser entendido como o inter-relacionamento entre os elementos construtivos que compõem as formas ou perfis bidimensionais.</p>	<p><b>Parametrização Topológica:</b> é basicamente a alteração do relacionamento estrutural dos elementos, pela mudança de um dos parâmetros previamente atribuídos ao modelo sólido.</p> <div data-bbox="837 376 1069 631">  </div> <div data-bbox="1129 376 1404 526"> <p><b>Fig. 2: Topologia circular usada na parametrização do modelo.</b></p> </div>
---	---

Os principais benefícios do uso da parametrização na modelagem de componentes são a relativa facilidade obtida na construção do sólido, bem como a facilidade de obter topologias diferentes apenas alterando os valores atribuídos aos parâmetros da *feature* como também da alteração das restrições associadas ao perfil e também gerar uma classificação dos perfis parametrizados para reuso em trabalhos futuros, pois cerca de 80% dos trabalhos de engenharia podem ser realizados pelo reuso de trabalhos anteriores (SHAH e MÄNTYLÄ, 1995).

<p>A parametrização de um modelo pode ser feita adotando-se duas diferentes estratégias:</p> <p><b>Independente:</b> não existe inter-relacionamento (equações) entre os parâmetros envolvidos na construção do modelo.</p> <p><b>Dependente:</b> existe inter-relacionamento entre os parâmetros do modelo através de um conjunto de equações ou regras, deixando o modelo restrito a apenas obedecer aos casos que satisfazem essas equações ou regras.</p>	<div data-bbox="702 896 1037 1243">  </div> <div data-bbox="1069 896 1420 1243">  </div> <p><b>Fig. 3: Relacionamento de variáveis para parametrização dependente do modelo.</b></p> <p>Para cada <i>feature</i> usada na construção de um modelo tem-se um conjunto de parâmetros associados. A atribuição de valores numéricos (<i>restrições dimensionais</i>) a estes parâmetros permite a construção de modelos sólidos.</p>
---	--

A descrição da metodologia usada na construção dos modelos sólidos é necessária, pois um bom entendimento das características do produto e um plano delineado corretamente podem tornar o modelo mais leve computacionalmente e evitar erros no futuro.

A seguir são apresentados passos a serem seguidos na construção dos modelos 3D:

1. Identificação dos perfis 2D e das *features* associadas que permitirão a construção do modelo de forma simples. Uso de perfis simples e flexíveis para futuramente, caso haja a necessidade, alterar sua estrutura e permitir o reuso em outros projetos.

2. Parametrizar cada perfil 2D, definindo totalmente os elementos no espaço.

3. Gerar o modelo sólido com os perfis e *features* anteriormente escolhidos.

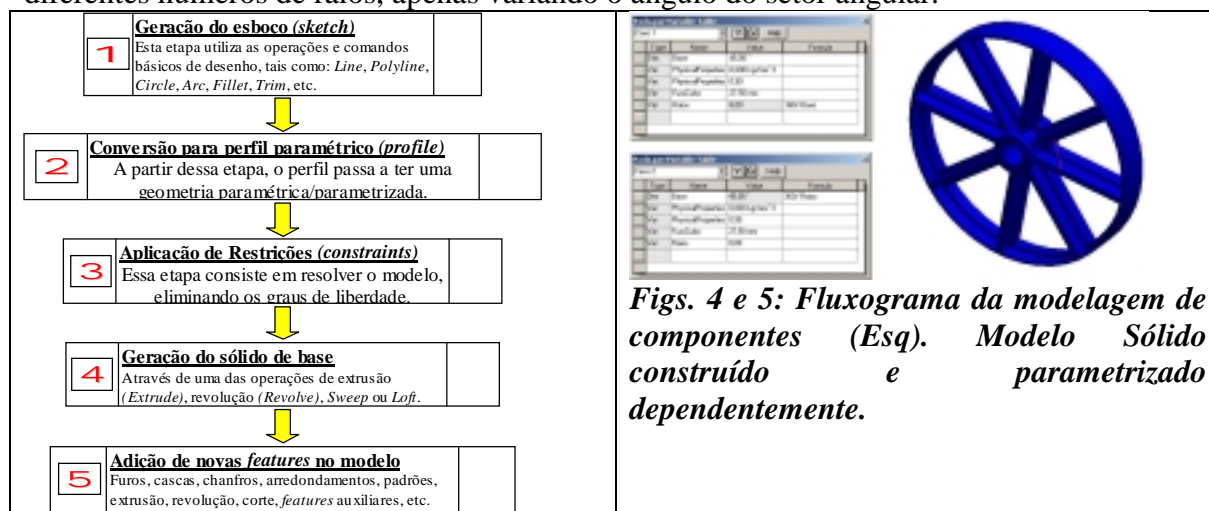
Para estudo de caso foi usada a modelagem de uma roda usada nas betoneiras. Esta roda é constituída basicamente por um círculo externo conectado por oito raios. Descrição a seguir:

O primeiro passo é reconhecer as características do componente. Neste caso a peça

possui simetria radial, ou seja, suas características se repetem a cada determinada variação de um ângulo, e por isto pode-se modelar apenas um setor angular para a posterior repetição da operação. O perfil inicial da roda pode, então, ser identificado como um setor da roda e as *features* associadas serão a extrusão, o corte, a repetição dos setores restantes e um espelhamento para concluir os dois lados, dianteiro e traseiro da roda completa. Como este modelo foi construído no Solid Edge™, e do exposto acima, a parametrização acontece de forma simultânea, a determinação das dimensões e posicionamento do modelo torna-o completamente definido.

1. Depois de identificados os perfis e as *features* associados, constrói-se o setor angular para depois repetir a operação na extensão da roda.

2. Neste caso o uso de parametrização dependente é interessante, pois mediante um equacionamento correto entre as variáveis, obtém-se um modelo flexível e atender a diferentes números de raios, apenas variando o ângulo do setor angular.



**Figs. 4 e 5: Fluxograma da modelagem de componentes (Esq). Modelo Sólido construído e parametrizado dependentemente.**

Neste estudo foi utilizado o software Solid Edge™ V.10 da *Unigraphics Solutions*, mas essa metodologia aplica-se a todos os ambientes de modelagem 3D que permitem a operação com formas parametrizadas. Após a conclusão da roda parametrizada, pôde-se obter uma roda com oito raios (*que era o projeto original*). Com isto pode-se ter qualquer número inteiro de raios da roda com a alteração de parâmetros não sendo necessário remodelar toda a roda. A alteração de outros parâmetros independentes também é possível, aumentando a flexibilidade do modelo e favorecendo a reutilização do projeto.

A utilização de projetos parametrizados de forma personalizada ao caso em estudo, através de uma análise dos elementos geométricos constituintes, possibilita uma grande flexibilidade na geração dos modelos sólidos usados no projeto. Quando associado e acrescido do uso de *features*, a modelagem dos componentes mecânicos fica enriquecida com mais informações adicionadas no modelo geométrico, as quais possuem um significado diretamente associado ao contexto da aplicação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CUNHA, R. R. M.. Troca de Dados e Informações das Fases de Projeto Mecânico em CAD com *Features*. Florianópolis-SC, 87 p, 2000.
- SHAH, J. J.; MÄNTYLÄ, M.. Parametric and Feature-based CAD/CAM: Concepts, Techniques, and Applications. John Wiley & Sons, Nova York, 619 p., 1995.
- BRONSVOORT, W. F.; JANSEN, F. W.. Feature Modeling and Conversion - Key Concepts to Concurrent Engineering. Computers in Industry, vol. 21, p. 61-86, 1993.
- HOFFMANN, C. M.; JOAN-ARINYO, R.. On User-Defined Features. Computer-Aided Design, vol. 30, No. 5, p. 321-332, Abril – 1998.