METODOLOGIA DE PROJETO ASSISTIDO POR COMPUTADOR COMO SUPORTE AO ENSINO DE ENGENHARIA

Osiris Canciglieri Junior - e-mail: osiris@rla01.pucpr.br
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) – Laboratório de Automação e Sistemas (LAS) – Engenharia Mecatrônica – Av. Imaculada Conceição, 1155 – Bairro Prado Velho – CEP 80215-030 Curitiba - PR.

Mariano Pacholok – e-mail: marianop@uol.com.br
Centro Universitário Positivo - UNICENP – Engenharia Mecânica – Rua Prof. Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300 – Bairro Campo Cumprido - CEP 81280-330 – Curitiba – PR.

Resumo: *Atualmente é visível o aumento tecnológico devido à evolução computacional, tanto em nível de software como de hardware. Esta evolução vem provocando mudanças significativas na forma do ensino principalmente no suporte aos cursos técnicos, de engenharia e pós-graduação do Brasil e em paises desenvolvidos. Essa nova mentalidade tem como objetivo principal formar profissionais capacitados e adaptados às inovações impostas pelo mercado, principalmente às empresas do setor fabril. Esta pesquisa explora o uso de metodologias avançadas de modelagem geométrica de sólidos, chapas finas, montagem de conjuntos, obtenção de desenhos detalhados, propriedades físicas do modelo, entre outros, e a influência desses recursos avançados integrados em sistemas CAD oferecendo suporte ao ensino dos cursos de engenharia mecânica.*

Palavras-chave: *Projeto Assistido por Computador, Metodologia de Ensino, Padronização de Projetos, Modelagem Geométrica*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a área computacional, tanto em nível de software como o de hardware, vem influenciando a maioria das metodologias aplicadas ao ensino dos cursos técnicos, de engenharia e pós-graduação do Brasil e de paises desenvolvidos. Essa nova mentalidade procura formar profissionais capacitados e adaptados às inovações impostas pelo mercado, principalmente às empresas do setor fabril. Canciglieri *et al.* (2002a) apresentaram uma visão das mudanças em atividades de projeto, fabricação, normalização e ensino de engenharia, decorrentes dos avanços oferecidos pela computação gráfica. Conjugando-se essa nova geração de profissionais, do suporte de aplicativos computacionais, computadores e máquinas de produção ligadas por meios computacionais ou via redes, os produtos conseguem chegar aos consumidores num menor espaço de tempo e com nível de qualidade superior aos praticados anteriormente. Isso só é possível devido às novas metodologias aplicadas ao projeto e desenvolvimento dos produtos, conseguindo, dessa forma, reduzir o custo de desenvolvimento ao máximo e aplicar tecnologias apropriadas a eles.

Bortoli (2002) apresentou a Integração CAE/CAD/CAM em projeto de compressores que demonstra a atualidade do assunto. Canciglieri *et al.* (2002b) apresentaram a potencialidade do uso de sistemas CAD no suporte às aulas da disciplina de Desenho Técnico dos cursos de Engenharia Mecânica e Mudanças no Projeto, Fabricação, Normalização e Ensino da Engenharia Devido ao Avanço da Computação Gráfica. Os autores consideram que este tipo de ferramenta é indispensável a qualquer projetista, designer ou engenheiro, que atuam nos diversos seguimentos do setor de engenharia.

Fischer e Kunz (2003) analisaram o impacto da informação tecnológica e multidisciplinaridade da modelagem.

Sant'Ana (2002) mostrou o uso do CAM na construção de moldes e matrizes.

Esta pesquisa explora a modelagem geométrica de sólidos e chapas finas, montagem de conjuntos, obtenção de desenhos, propriedades físicas do modelo, entre outros, e a influência desses recursos avançados em sistemas CAD no processo de ensino de engenharia mecânica.

2. SUPORTE COMPUTACIONAL AO ENSINO DE ENGENHARIA

No início da década passada, na maioria das universidades brasileiras, não existiam ferramentas computacionais para suporte eficiente à área de desenvolvimento de produto. Haviam limitações nos microcomputadores, visto que, os softwares de CAD e de análise exigiam uma grande capacidade de processamento e de memória. Com isso, somente os softwares, executados em computadores mainframes, conseguiam atender às exigências e estes só eram adquiridos por empresas de grande porte. Atualmente os microcomputadores com plataformas Windows atendem satisfatoriamente às exigências e a baixo custo.

A política das empresas de softwares para o setor universitário vem permitindo a redução de custos das licenças para quase todos os softwares e a adequada atualização. Dessa forma, reduziu-se significativamente a defasagem tecnológica principalmente as praticadas nos cursos de engenharia de muitas universidades brasileiras, permitindo que a realidade do setor produtivo esteja dentro ou muito próximo da sala de aula.

O ensino tradicional de engenharia não deixa de ter sua importância. Porém, a introdução de sistemas computacionais avançados no processo do ensino já consolidou mudanças como o abandono total da prancheta e do papel vegetal que foram substituídos por sistemas interativos, dinâmicos e com interface direta com as máquinas de processo. Também a modelagem física-matemática sofreu avanços significativos. Pode-se citar como exemplos desses sistemas o AUTOCAD, CATIA, SOLID EDGE, UNIGRAPHICS, Pro/ENGINEER,

SOLID WORKS, ARENA, LABVIEW, MATLAB, MAPLE, ALGOR, ANSYS, NASTRAN entre outros. As linguagens e metodologias de programação (orientado a objeto) e ferramentas computacionais superam barreiras e desafios a cada dia e continuarão influenciando o ensino de engenharia. A figura 1 ilustra a visão atual dos autores sobre a relação entre as ferramentas computacionais e os conteúdos de ensino.

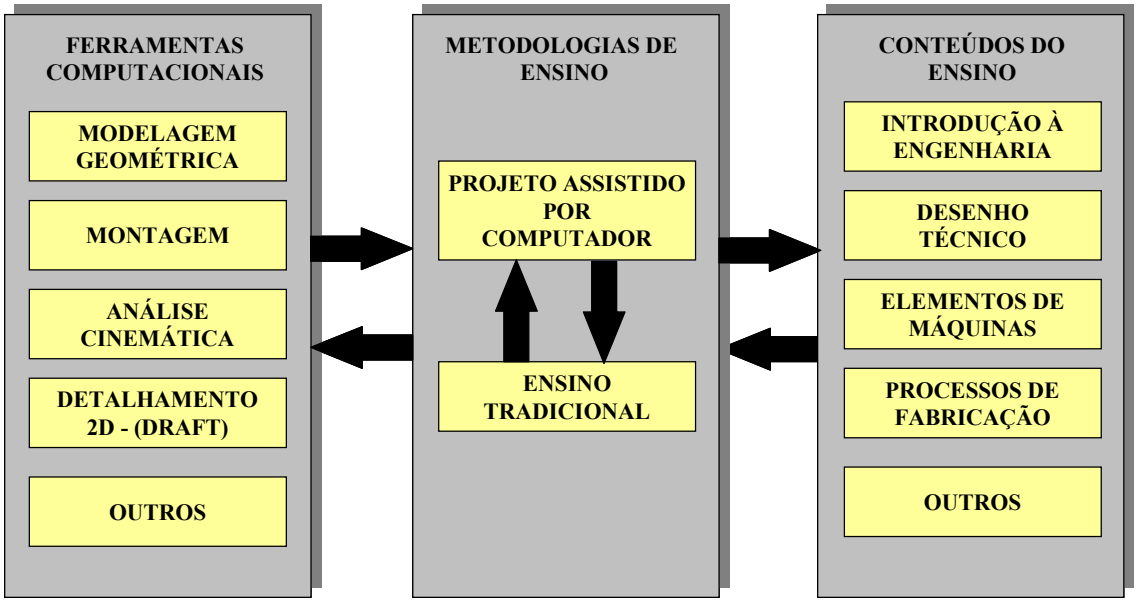


Figura 1 – relação entre as ferramentas computacionais e os conteúdos de ensino

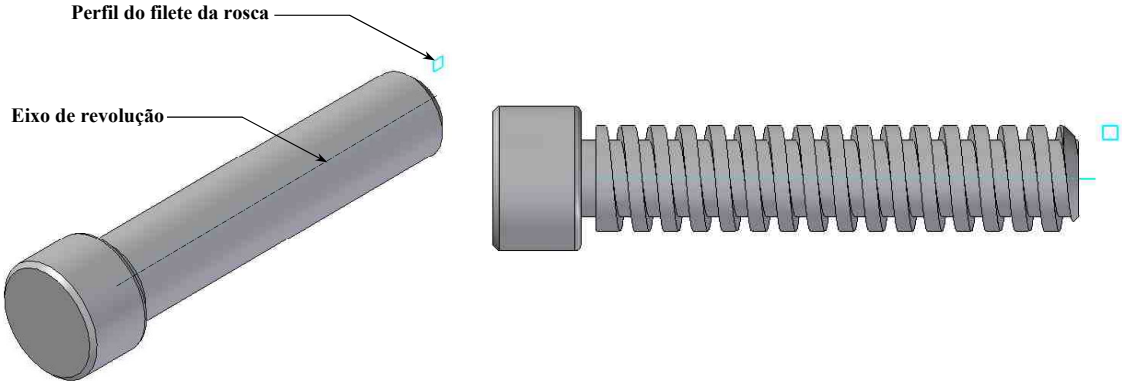
2.1 Modelagem Geométrica

A modelagem geométrica compreende a geração de sólidos e superfícies de qualquer forma. Os softwares de CAD oferecem diversos recursos para a obtenção de sólidos através de técnicas de extrusão, revolução, adição, subtração e intersecção de elementos primitivos (Canciglieri et al, 2002). Além desses recursos básicos os softwares atuais oferecem novos e sofisticados recursos que cada vez mais aumentam o suporte ao projeto enfocando a manufatura. Com isso garante-se produtos melhores projetados, com redução do tempo e do custo de desenvolvimento.

Dentre os novos recursos pode-se destacar a geração do perfil de roscas internas e externas, de modelos, seus respectivos moldes (como por exemplo utilizados para fundição e injeção de plásticos) e a modelagem de peças em chapa de pequena espessura. Outro ponto a ser destacado é que na modelagem de sólidos o sistema determina, automaticamente, os cálculos de área superficial, volume, centro de massa, centro de volume, momentos de inércia relativos aos eixos x,y,z, entre outros. Essas informações são muito úteis em resistência dos materiais, elementos de máquinas e disciplinas referentes a projetos.

A figura 2 ilustra a modelagem de uma rosca quadrada externa, onde é criado o perfil da rosca a partir da definição de seu passo e o comprimento. A figura 2a ilustra a forma primitiva do parafuso, o eixo de revolução e a secção transversal do perfil da rosca a ser construída. A rosca da figura 2b não poderia ser construída através de operações geométricas mais simples, por exemplo, revolução. Neste caso é necessário o perfil quadrado, o eixo de revolução contendo o comprimento total da rosca e o seu passo, que são conjugados numa operação única com trajetória helicoidal de subtração do sólido.

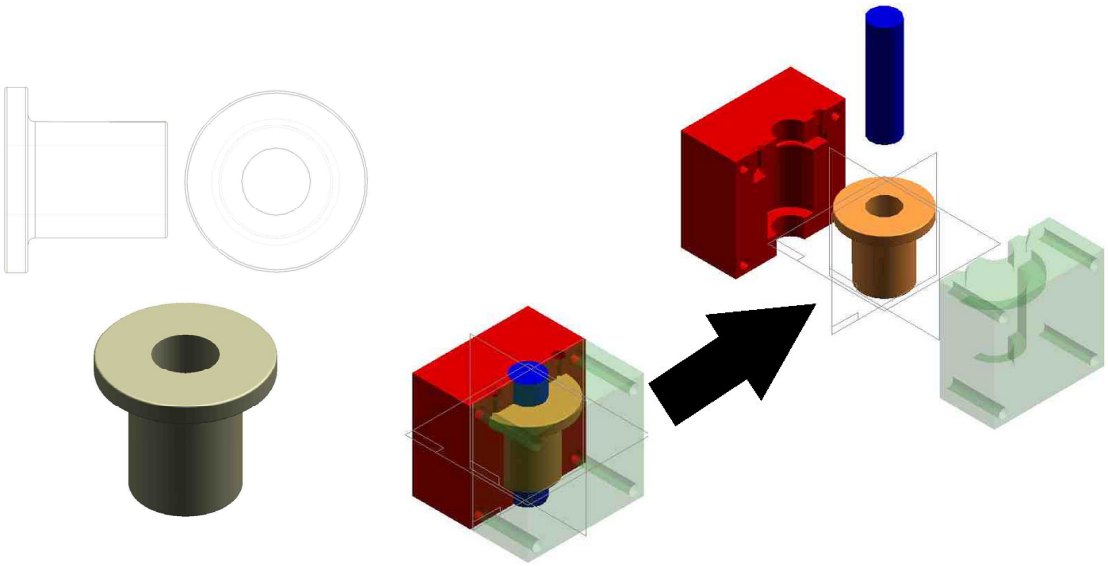
Outro aspecto importante a ser discutido é a modelagem geométrica de modelos de fundição ou de plásticos injetáveis e seus respectivos moldes. As informações contidas nos modelos são transformadas ou traduzidas em informação significativas para a modelagem da cavidade ou macho do molde nas atividades de projeto do molde.



(a) corpo do parafuso sem a rosca (b) corpo do parafuso com a rosca

Figura 2 – representação geométrica de uma rosca externa num parafuso

A figura 3a ilustra o modelo gerado e, através dele, é feito um molde que neste caso, em particular, possui três partes, sendo as cavidades esquerda e direita e o macho para formação do furo existente neste modelo, conforme figura 3b. Também pode-se citar que a figura ilustra uma outra facilidade dos softwares de CAD em oferecer ao usuário uma vista explodida de um conjunto montado. Isso facilita, por exemplo, a criação de catálogos e manuais de operação/manutenção dos produtos, com expressiva redução de custos e tempos de editoração.



(a) modelo (b) cavidades e macho do molde

Figura 3 – modelo e molde

Há softwares que oferecem recursos específicos para a modelagem de corte, dobra, repuxo e estiramento com grande fidelidade aos processos de fabricação existentes. Destaca-se também o recurso de planificação automática. Na figura 4 é ilustrada a modelagem de chapa de pequena espessura e a sua respectiva planificação.

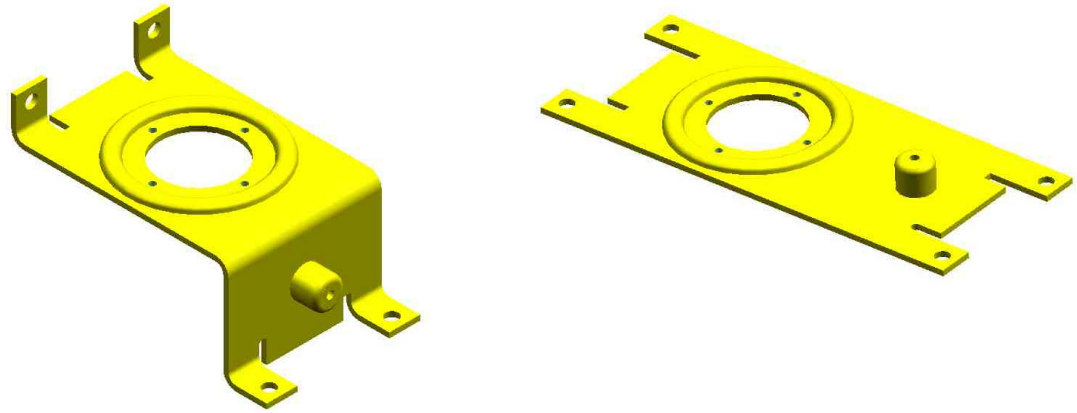


Figura 4 - modelagem de chapa

No caso de superfícies os softwares de CAD também oferecem algumas alternativas para a construção destas. Uma superfície pode ser construída através da projeção de curvas fechadas ou abertas na direção de um vetor, revolução de curvas em torno de uma linha de centro, projeção de um perfil perpendicular à uma curva qualquer (varredura), ligação de diferentes curvas em planos diferentes formando uma superfície qualquer, criação de superfícies paralelas, interseção de duas superfícies criando uma curva qualquer. Também pode-se obter curvas planas através da projeção de superfícies e curvas quaisquer num plano e pontos através da intersecção entre curvas e entre curvas e superfícies. Os principais casos descritos estão ilustrados na figura 5.

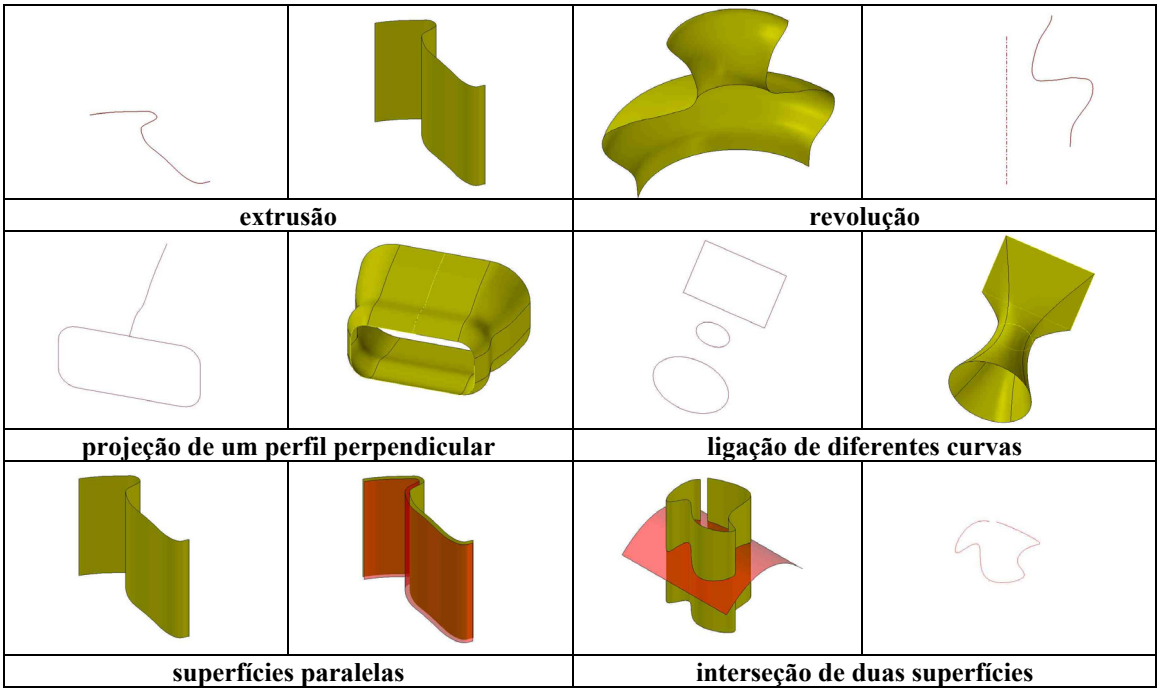


Figura 5 - diferentes modelagens de superfícies

Num ambiente de engenharia as superfícies geradas num sistema CAD têm várias aplicações em prototipagem rápida, desenvolvimento de produtos com formas complexas,

definição de superfícies obtidas a partir de nuvem de pontos (originadas por scanner 3D laser ou tomografias computadorizadas, entre outros) para confecção de próteses ortopédicas entre outros.

2.2 Montagem

Para a montagem de conjuntos virtuais dentro de sistemas CAD são necessárias várias ferramentas de auxílio ao posicionamento de seus elementos constituintes. Estas ferramentas podem ser a coincidência de eixos de revolução, faces planas opostas ou coincidentes, superfícies de tangência, pontos de conexões, entre outros. É possível também executar funções conjugadas, como por exemplo, uma superfície e um eixo de revolução entre duas peças constituintes. A figura 6 ilustra um exemplo de montagem entre a cavidade e o punção/macho de um molde.

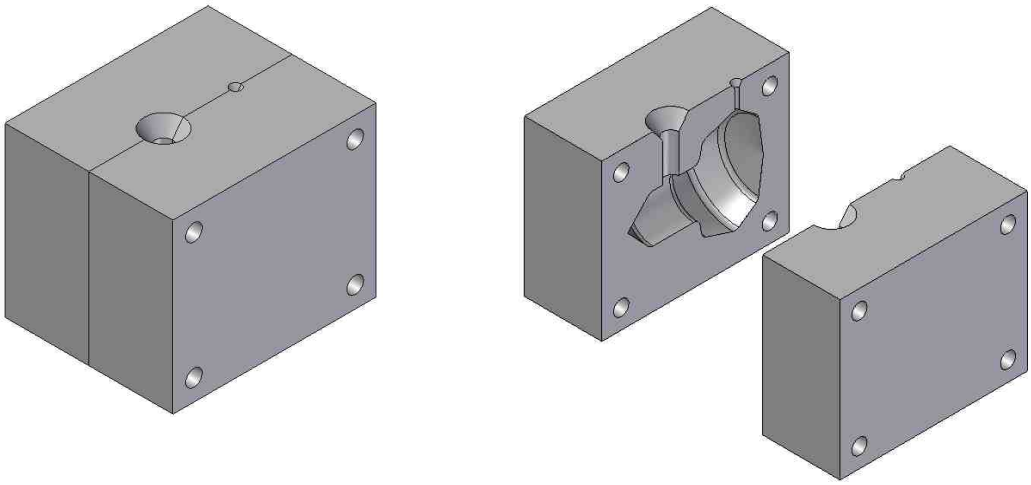


Figura 6 - montagem parcial de um molde de injeção plástica

No processo de geração do sólido pode-se também definir a criação de múltiplos furos e neles, durante o processo de montagem, posicionar elementos como parafusos ou pinos em uma só ação. Outro importante recurso dos softwares é a possibilidade de fazer análise cinemática de mecanismos, movimentação e análise de colisão e interferência entre partes do conjunto.

Na montagem de conjuntos sempre há necessidade de componentes normalizados (standard). As versões atuais dos softwares oferecem bibliotecas, fornecidas com a licença e via internet, com esses componentes e ainda definidos em conformidade com as diferentes normas.

2.3 Obtenção de desenhos

A partir do modelo, tanto de partes individuais, subconjuntos ou conjuntos, pode-se obter quaisquer desenhos. Esses desenhos podem ser em duas dimensões (vistas ortogonais) ou em três dimensões (perspectivas isométricas). Em ambos os casos obtém-se uma primeira vista a partir do modelo e, em seguida, obtém-se as demais vistas referenciando-se, ortogonalmente, à primeira ou às antecessoras, conforme figura 7.

Outro importante recurso disponibilizado pelos softwares atuais é a geração de vistas em corte referenciadas a planos de corte indicados pelo usuário, seção AA da figura 7. Também pode-se destacar como importantes os recursos de cotagem automática referenciada ao dimensionamento explícito no modelo, de cotagem manual selecionando-se os elementos e suas relações no desenho, de inserção de tolerâncias dimensionais e geométricas, de geração automática de detalhes (ver detalhe B na figura 7), de geração de listas de itens para os desenhos de subconjuntos ou conjuntos montados.

Destaca-se ainda a formatação de estilos referenciados às normas ISO, DIN, JIS, outras, mas com total liberdade de alterações.

Todos esses recursos descritos facilitam imensamente o ensino de desenho técnico, eliminando o cansativo trabalho manual da construção linha-a-linha presente nos softwares 2D não parametrizados e, permitindo ênfase no raciocínio lógico sobre o assunto. Nos casos de aplicações na indústria (ambiente produtivo), a economia de tempo é muito significativa, além da redução de erros. Vale lembrar que futuramente esses recursos perderão importância frente aos recursos de visualização dinâmica ainda em disseminação.

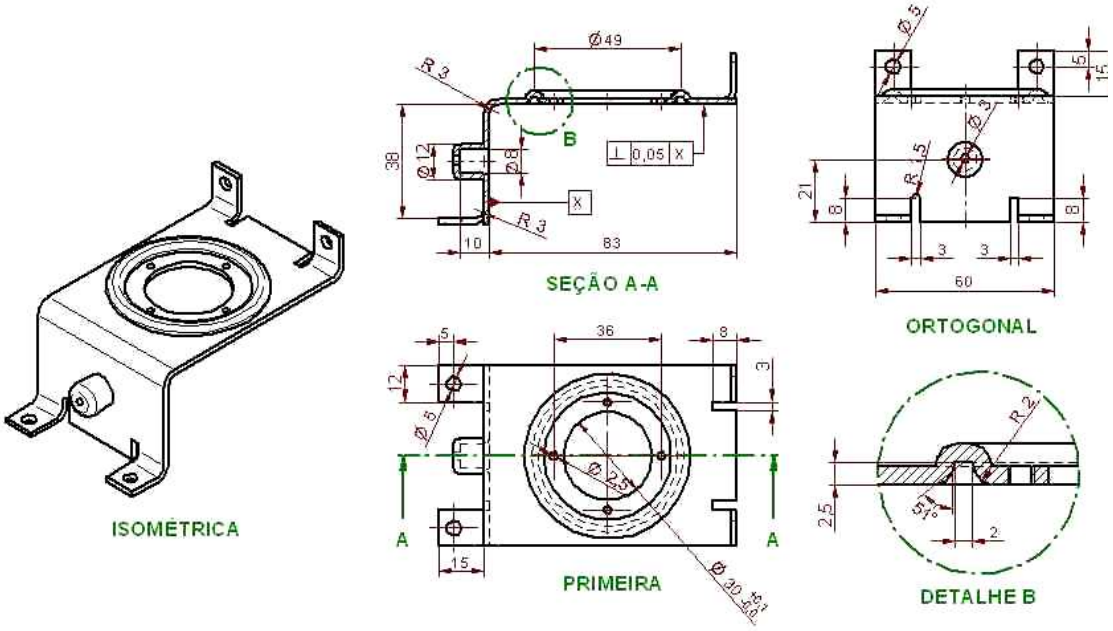


Figura 7 - desenhos de detalhamento

3. CONCLUSÃO

Este trabalho enfatizou o uso de ferramentas computacionais avançadas que dão suporte às atividades de projeto e manufaturas integrados. Essa necessidade de integração força o ensino de engenharia a criar novas metodologias baseadas em ambientes computacionais para colocar o egresso o mais próximo possível da realidade do mercado de trabalho. As ferramentas discutidas incorporam tanto o conhecimento teórico do ensino tradicional quanto o conhecimento tecnológico da mecânica, elétrica, eletrônica e da computação. Com isso é possível criar modelos produtos virtuais e neles aplicar simulações que anteriormente somente eram possíveis em protótipos reais, que dispendiam tempo e volumosos recursos e ofereciam risco de confiabilidade considerável. Hoje é possível criar produtos em conformidade com normas, adequados ergonomicamente, evitando construção desnecessária de ferramental para produção seriada, e com alta confiabilidade.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Centro Universitário Positivo (UNICENP) pelo suporte financeiro para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORTOLI, M. G. D. Integração CAE/CAD/CAM em projeto de compressores. Máquinas e Metais. São Paulo, n. 443, p. 110-121, 2002.

CANCIGLIERI, O. J., FRANCESCONI, T., PACHOLOK, M., **PROJETO AUXILIADO POR COMPUTADOR NO ENSINO DA ENGENHARIA MECATRÔNICA**. Congresso Nacional de Engenharia Mecânica 2002, João Pessoa – Paraíba, 2002.

CANCIGLIERI, O. J., RODACOSKI, M. R., PACHOLOK, M., A potencialidade de sistemas cad 3d no ensino de engenharia mecânica. XXX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia 2002, S.B. D'Oeste – São Paulo, 2002.

FISCHER, M.; KUNZ J. Impact of information technology on facility engineering, Leadership and Management in Engineering. Flórida n. 2, 100-103, 2003.

SANT'ANA, F. S. O uso do CAM na construção de moldes e matrizes. Máquinas e Metais. São Paulo, n. 443, p. 138-147, 2002.

COMPUTER AIDED DESIGN METODOLOGY AS ENGINEERING TEACHING SUPPORT

Abstract: *Nowadays, we can clearly see the technological increase owing to the computer evolution, as much as in the software and hardware level. This evolution has been significantly changing, worldwide, the way of teaching, mainly as support for the technological Colleges and engineering courses. This new approach aim to form professionals that are capable and adapted to the innovations that the market has been impinged on, mainly to the factory companies. This research explore the use of advanced methodologies of solid geometric modelling, thin wall parts, drafting, physical properties of the model, etc., and the influence of these advanced integrated resources in the CAD systems, offering support to the teaching of Mechanical Engineering.*

Key-words: *CAD, Teaching Methodology, Standard Design, Geometric Modelling*