

# IMPLEMENTAÇÃO DE UM SOFTWARE PARA O PROJETO DE PEÇAS AXISSIMÉTRICAS VIA INTERNET USANDO MODELAGEM DE SÓLIDOS

**João Carlos Espíndola Ferreira** [jcarlos@emc.ufsc.br](mailto:jcarlos@emc.ufsc.br)

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia Mecânica - GRIMA/GRUCON, Caixa Postal 476, CEP 88040-900  
Florianópolis, SC, Brasil

**Darlan Vivian, Kimie Cadorini Nakahara**

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia Mecânica - GRIMA/GRUCON, Caixa Postal 476, CEP 88040-900  
Florianópolis, SC, Brasil

**Alberto José Álvares** [alvares@AlvaresTech.com](mailto:alvares@AlvaresTech.com)

Universidade de Brasília

Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica, Graco - Grupo de Automação e Controle,  
CEP 70910-900, Brasília, DF, Brasil

**Resumo.** Nos últimos anos cada vez mais pessoas têm tido acesso à Internet, a qual tem reduzido ou até eliminado as distâncias entre pessoas e/ou grupos localizados fisicamente distantes entre si. Pode-se comprar livros e automóveis via Internet, além de poder-se buscar informações em geral. A Internet tem também possibilitado o desenvolvimento de aplicações para o suporte às atividades de projeto e manufatura de peças industriais. Neste trabalho será apresentado um software para o projeto de peças axissimétricas via Internet usando o modelador de sólidos ACIS. Neste software o usuário introduz em seu browser as informações sobre os elementos que compõem a peça, e estes dados são encaminhados ao computador servidor, que cria o sólido no ACIS via CGI. Para o usuário visualizar a peça, o formato do sólido no ACIS é transformado para o formato VRML, e em seguida enviado para o browser do cliente. A peça pode conter cilindros, cones, chanfros, raios de concordância e furos concêntricos. Rotinas em C++ foram desenvolvidas para manter a consistência da peça sendo criada. O usuário pode optar por seccionar a peça ao longo do eixo de rotação, o que facilita a visualização no caso da presença de furos. Além de peças axissimétricas, o usuário pode criar diferentes tipos de sólidos, como paralelepípedo, cilindro, cone, prisma, pirâmide e cunha. O usuário também pode obter o arquivo do sólido criado em formato SAT, caso deseje manusear a peça em seu próprio software de CAD.

**Palavras-chave:** Projeto Assistido por Computador (CAD), Features, Internet, Modelagem de Sólidos, Peças Axissimétricas.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente o acesso à tecnologia da Internet tornou-se um fato comum e necessário, o que tem facilitado muito a comunicação entre pessoas e/ou grupos localizados fisicamente distantes entre si. A Internet tem também possibilitado o desenvolvimento de diversas aplicações e entre elas estão as atividades de projeto e manufatura de peças e produtos industriais. Dentre estas aplicações, tem-se o Cybercut (<http://cybercut.berkeley.edu>) (Smith e Wright, 2001), que possibilita a concepção de

uma peça prismática que será usinada utilizando-se de um sistema CAD/CAM desenvolvido em Java em um contexto de manufatura remota. O software de CAD do Cybercut foi escrito em Java usando *applets*.

No presente artigo é descrito um software que foi desenvolvido para a modelagem e visualização de sólidos via Internet. Para a implementação deste software, foi utilizado o *kernel* do modelador de sólidos ACIS ([www.spatial.com](http://www.spatial.com)) além de outras tecnologias JSP (*Java Server Pages*), Java, Java Beans, C++, CGI (*Common Gateway Interface*), VRML (*Virtual Reality Markup Language*) e SSI (*Server Side Includes*).

O *kernel* ACIS (Corney e Lim, 2001) foi utilizado na construção das funções escritas em C++ (Deitel e Deitel, 2001a) presentes no servidor, as quais são responsáveis pela geração do sólido. O modelador de sólidos ACIS também é escrito em C++ e consiste num *framework* composto por várias classes e funções que podem ser usadas para criar uma aplicação 3D para o usuário final. Para armazenar um sólido o ACIS utiliza o formato SAT (“Standard ACIS Text”) o qual contém todas as informações necessárias para uma visualização do sólido.

As páginas com os formulários nos quais o usuário define as características do sólido foram desenvolvidas em JSP (Sun Microsystems, 2003a). Esta tecnologia é usada para servir conteúdo dinâmico para o usuário, usando lógica e dados no lado do servidor. JSP faz parte da plataforma J2EE (*Java 2 Enterprise Edition*) e juntamente com os *Java Servlets* e *Java Beans* pode ser usada para desenvolver rapidamente aplicações *web* eficientes e seguras.

A verificação da consistência dos dados que foram passados pelo usuário foi desenvolvida utilizando o conceito de *Java Beans*, isto é, uma classe escrita na linguagem de programação Java (Deitel e Deitel, 2001; Sun Microsystems, 2003b) que segue um conjunto de convenções simples de projeto e nomeação. Os *Beans* não precisam estender uma determinada classe ou implementar uma determinada interface.

A tecnologia CGI foi utilizada no envio dos dados dos formulários para o servidor responsável pela criação do sólido. Um CGI permite interatividade entre um cliente e um servidor através do protocolo HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*). Um documento HTML que o servidor Web entrega é estático, já um programa CGI é executado em tempo real, logo pode apresentar como resultado uma informação dinâmica, como por exemplo o sólido gerado.

A linguagem VRML ([www.vrml.org](http://www.vrml.org)) foi necessária para permitir a visualização 3D do sólido em qualquer *browser*, desde que no computador do cliente esteja instalado o visualizador adequado para tal operação, como por exemplo o Cortona ([www.parallelgraphics.com](http://www.parallelgraphics.com)). VRML é uma linguagem independente de plataforma que permite a criação de ambientes virtuais que possibilitam visualizar objetos por ângulos diferentes e até interagir com eles.

Finalmente, a ferramenta SSI possibilitou a inclusão do sólido no formato VRML na página de resposta, no formato SHTML, enviada pelo servidor do software. Comandos SSI são ferramentas bastante úteis na criação dinâmica de páginas Web, e são normalmente utilizados como interface para programas CGI. Além disso, podem ser utilizados para incluir os valores de várias variáveis de ambiente dentro do HTML.

A seguir a estrutura e o funcionamento do software serão descritos.

## 2. ESTRUTURA

A estrutura deste software, que está representada na Fig. (1), é composta por vários arquivos, cada qual responsável por uma etapa da criação do sólido.

Através da página inicial (*Select\_solido.jsp*), o usuário seleciona o tipo de sólido que deseja modelar. Após a escolha, os dados são enviados para a página *Principal.jsp* que, de acordo com a informação recebida, decide qual o formulário que deverá ser mostrado para que o usuário entre com as especificações do sólido.

Então, os dados com as medidas do sólido são enviados para a página de verificação dos dados (p.ex. arquivo *vCone.jsp* na Fig. (1)). Caso o sólido escolhido seja uma peça axissimétrica, estes

dados são enviados para outra página (*ParametrosEixo.jsp*) para obtenção de mais especificações e posteriormente todos estes dados são enviados para a página de verificação.

Para o processo de verificação da consistência dos dados, foram criadas várias classes na linguagem Java usando o conceito de *Java Beans*. Para cada tipo de sólido existe uma classe com os atributos que representam sua especificação e métodos *get* e *set* para acessá-los e modificá-los, como ilustrado na Fig. (2). Além disso, cada classe possui um atributo do tipo *Hashtable* para o processamento de eventuais erros ocorridos no preenchimento do formulário e um método principal que verifica se todos os dados foram digitados corretamente, validando ou não o formulário.

A etapa 3.1 ocorre sempre que algum dado no formulário esteja incompleto, sendo necessário então que o usuário faça a devida correção. Para facilitar a identificação do erro, a própria página de verificação acusa através de uma mensagem a localização do dado incorreto, e um exemplo desta mensagem será mostrado ao fim deste artigo.

Após verificar-se que os dados estão corretos, eles são enviados, de acordo com o tipo de sólido, para um dos programas CGI presentes no servidor, os quais foram desenvolvidos em C++.

O programa *Eixo.cgi* é o responsável pela criação da peça assimétrica, sendo que os demais sólidos, como por exemplo a pirâmide elíptica e a cunha são gerados pelo programa *Solido.cgi*.

Para que os programas CGI recebam e identifiquem corretamente os dados do sólido provenientes da página JSP, foi utilizada uma biblioteca chamada *cgiparser.h* (RudeServer, 2003) a qual fornece os métodos necessários para tal operação (Fig. (3)).

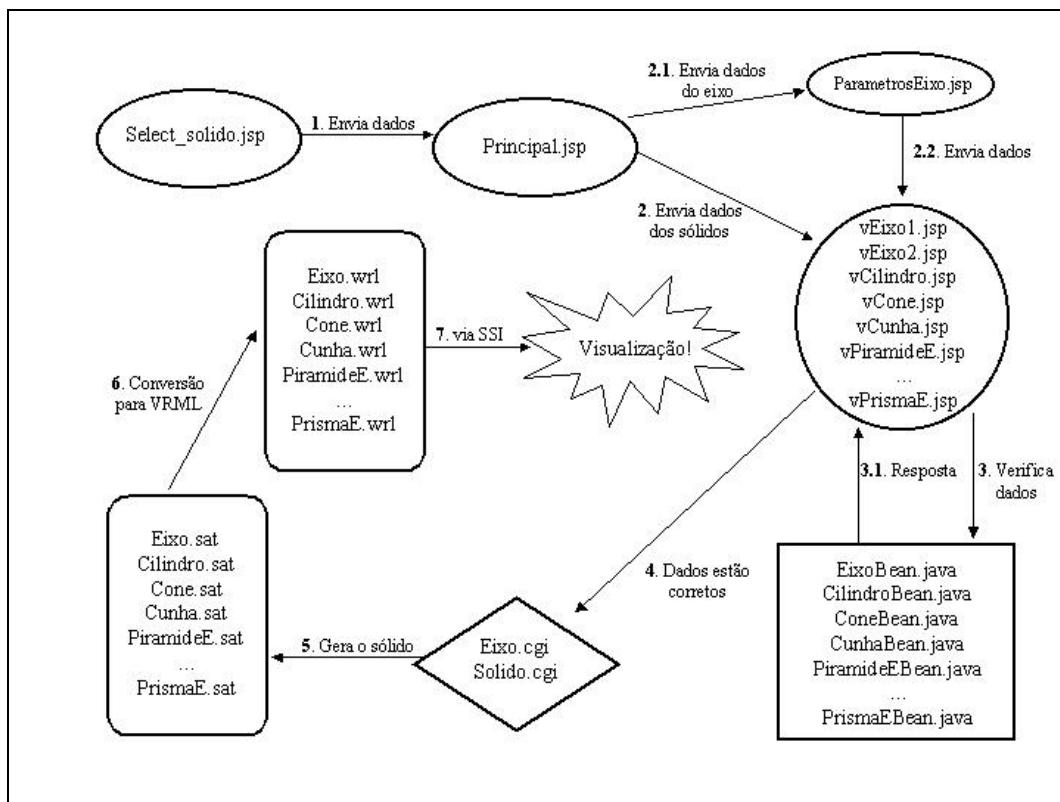


Figura 1. Estrutura do software

Na Fig. (4) ilustra-se o funcionamento de um programa CGI. Estes programas utilizam o *kernel* do modelador de sólidos ACIS para finalmente gerar o sólido (etapa 5 na Fig. (1)).

```

public class CunhaBean {

    private String comprimento, largura, altura;
    private Hashtable erros;

    public CunhaBean(){
        comprimento = "";
        largura = "";
        altura = "";
        erros = new Hashtable();
    }
    public String getComprimento(){ return comprimento; }
    public void setComprimento(String v){ comprimento = v; }
}

```

Figura 2. Fragmento de código de uma classe *Bean*

```

CGIParser *parser = CGIParser::instance();

diam = atof(parser->value("diam_s")); //Diâmetro
radius = 0.5 * diam; //Raio

comp = atof(parser->value("comp_s")); //Comprimento
larg = atof(parser->value("larg_s")); //Largura
altu = atof(parser->value("altu_s")); //Altura

```

Figura 3. Exemplo de utilização da biblioteca *cgiparser.h*

O arquivo do sólido 3D obtido através da biblioteca ACIS encontra-se no formato SAT (“Standard ACIS Text”) e não foram encontrados visualizadores Web para este formato. Para contornar este problema, foi necessária a utilização de uma biblioteca para então transformar o arquivo SAT em um arquivo WRL (etapa 6 na Fig. (1)) (Lapadat, 2003). Esta extensão corresponde à linguagem VRML, a qual é amplamente utilizada na Internet para a visualização de ambientes 3D via *browser*, devido à sua simplicidade na descrição dos sólidos e rapidez de carregamento das imagens. Assim, o sólido pode ser visualizado pelo usuário remoto através de qualquer visualizador VRML.

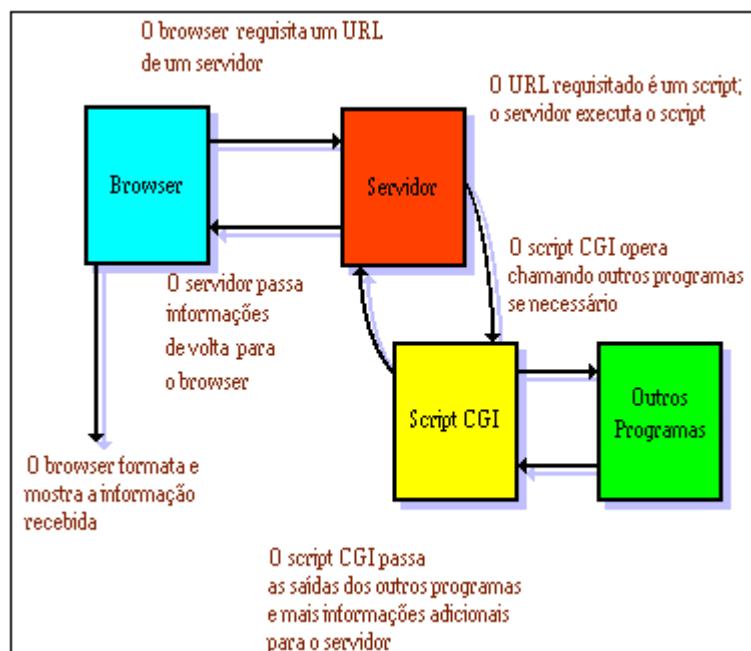


Figura 4. Funcionamento de um programa CGI

A etapa 7 da Fig. (1) corresponde ao envio, por parte do servidor, de uma página SHTML para o *browser* do usuário, a qual contém em seu código o carregamento do arquivo no formato WRL para visualização 3D do sólido que foi gerado (Fig. (5)).

```
<!--#include virtual="forms.jsp"-->
<!--#include virtual="top.html"-->
<embed src="../wrls/esfera.wrl" width="493" height=366 align="left"></embed>
<!--#include virtual="download_solid.jsp"-->
<!--#include virtual="bottom.html"-->
```

Figura 5. Página SHTML

O uso de SSI (*Server Side Includes*) (Apache, 2003) teve o objetivo de permitir a geração e manutenção das páginas que carregam os arquivos WRL, e esta ferramenta é utilizada em todas as páginas para a visualização dos sólidos.

### 3. EXECUÇÃO DAS PÁGINAS PARA CRIAR OS SÓLIDOS

O funcionamento do software será apresentado através de um exemplo no qual será gerado um eixo composto por três cilindros, um furo e alguns chanfros e raios de concordância.

Primeiramente tem-se na Fig. (6) a página inicial do software, na qual o usuário deverá selecionar qual o tipo de sólido que ele/ela deseja modelar.

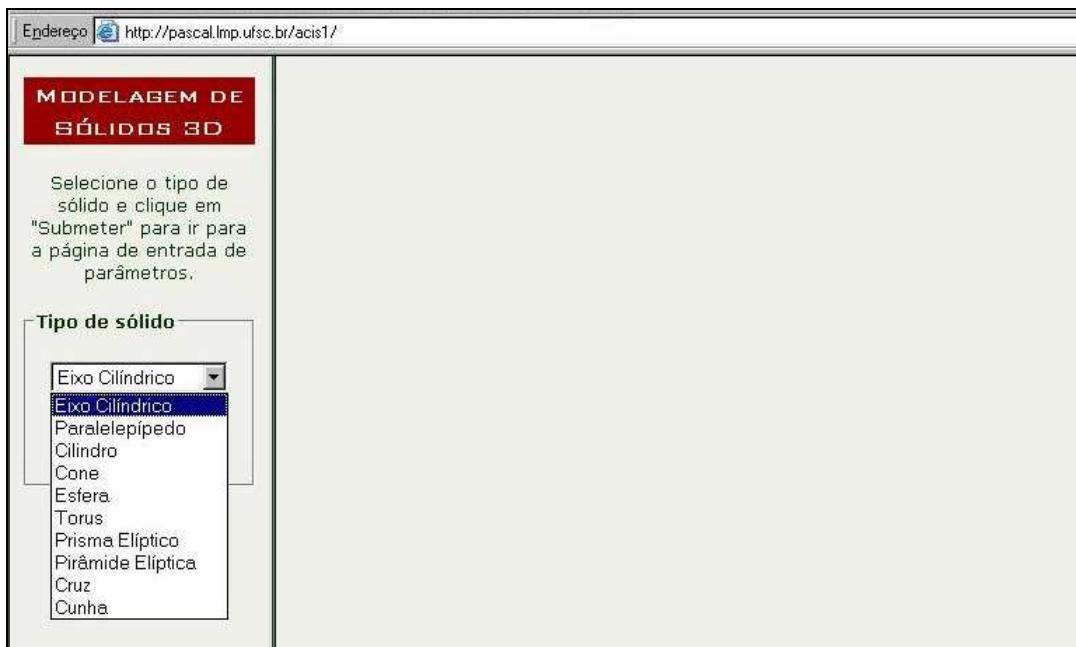


Figura 6. Tela inicial

É importante ressaltar que esta página assim como as demais nas quais o usuário irá fornecer os dados necessários para a criação do sólido foram desenvolvidas em JSP, o que possibilita a troca de informações entre elas.

Feita a escolha de qual o sólido se deseja criar, a próxima etapa consiste em definir quais serão as características da peça. No caso da peça axissimétrica, o usuário deverá indicar a quantidade de cilindros/cones que irão compor a peça e qual a disposição dos furos (Fig. (7)).

Endereço  http://pascal.lmp.ufsc.br/acis1/

**MODELAGEM DE SÓLIDOS 3D**

Selecione o tipo de sólido e clique em "Submeter" para ir para a página de entrada de parâmetros.

**Tipo de sólido**

**ENTRADA DOS PARÂMETROS DO EIXO**

Número de cilindros que irão compôr o eixo

Com relação a furos, escolha a opção desejada

O eixo não possui furos

O eixo possui um furo à direita

O eixo possui um furo à esquerda

O eixo possui um furo passante

Figura 7. Definindo a peça

Quando o usuário selecionar o botão “Continuar”, os dados são enviados para a página verificadora *vEixo1.jsp*, e caso não houver nenhuma inconsistência, uma nova página será apresentada para a continuação da modelagem da peça (Fig. (8)).

Endereço  http://pascal.lmp.ufsc.br/acis1/

**MODELAGEM DE SÓLIDOS 3D**

Selecione o tipo de sólido e clique em "Submeter" para ir para a página de entrada de parâmetros.

**Tipo de sólido**

**Parâmetros do cilindro/cone 1**

Diâmetro Esquerdo  Chanfro à esquerda

Diâmetro Direito  Raio à direita

Comprimento

**Parâmetros do cilindro/cone 2**

Diâmetro Esquerdo  Raio à esquerda

Diâmetro Direito  Raio à direita

Comprimento

**Parâmetros do cilindro/cone 3**

Diâmetro Esquerdo  Raio à esquerda

Diâmetro Direito  Chanfro à direita

Comprimento

**Parâmetros do furo**

Diâmetro

Profundidade

Escolha dentre as opções abaixo:

Deixar o eixo como está

Seccioná-lo ao longo do seu centro de rotação, gerando metade do sólido

Seccioná-lo duas vezes ao longo do seu centro de rotação, gerando 1/4 do sólido

Figura 8. Continuação da definição da peça

Pode-se então introduzir o diâmetro esquerdo, o diâmetro direito e o comprimento de cada cilindro/cone que irá compor a peça assim como a presença ou não de chanfros e raios de concordância. Existe ainda a possibilidade de seccionar a peça ao longo do seu centro de rotação para uma visualização alternativa do sólido.

Quando o usuário clicar no botão “Criar eixo”, todos os dados que foram digitados nesta página serão enviados para uma nova página de verificação chamada *vEixo2.jsp*. Neste processo é verificado, por exemplo, se o comprimento de todos os cilindros/cones é um número positivo e maior que zero, e se é possível criar todos os chanfros ou raios de concordância nas medidas que

foram definidas. Se o processo de verificação detectar algum problema, o usuário será informado do seu erro através da visualização de uma página idêntica à anterior (Fig. (9)), e assim ele/ela poderá corrigi-lo.



Figura 9. Exemplo de um erro na definição da peça

O processo de verificação se repetirá até o momento em que nenhum erro for encontrado e o sólido possa ser gerado corretamente. Desta forma, quando o usuário clicar no botão “Criar eixo” e todos os dados estiverem corretos, eles serão enviados para o programa CGI que está no servidor e o sólido poderá ser visualizado em uma nova página (Fig. (10)).

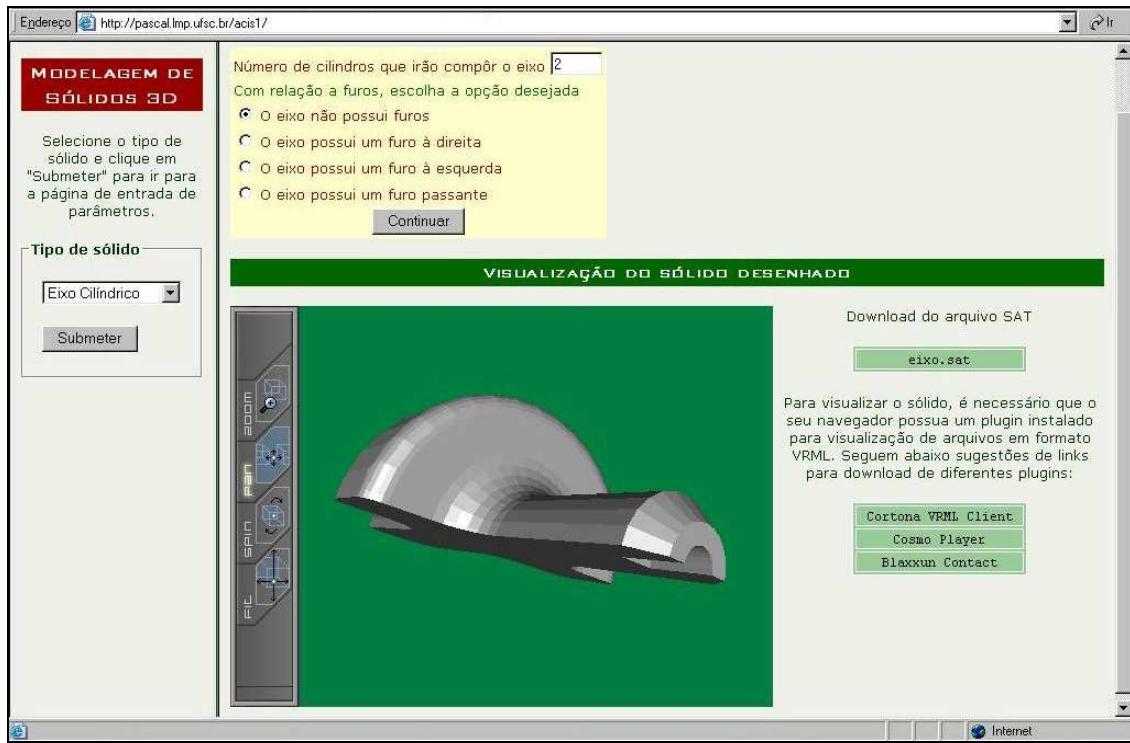


Figura 10. Visualização da peça

Nesta página o usuário poderá interagir com a peça que foi gerada devido às facilidades proporcionadas pela linguagem VRML, que possibilita uma visualização sob diferentes ângulos do sólido. Pode-se também a partir desta página criar uma nova peça axissimétrica ou selecionar o novo tipo de sólido que se deseja criar.

O arquivo no formato SAT da peça gerada pode ser obtido através do *link* presente no lado direito do visualizador VRML, para que o usuário possa manusear a peça em seu próprio software de CAD. Neste mesmo local é possível fazer o *download* gratuitamente de três visualizadores VRML distintos caso o usuário não possua nenhum instalado em seu computador.

## 4. CONCLUSÕES

Neste artigo foi descrito um software de CAD para a entrada de peças via Internet, sendo que as peças criadas baseiam-se em primitivas sólidas. Foram criadas páginas em que o usuário escolhe o tipo de peça (sólido) que ele/ela deseja criar, e então são introduzidos os parâmetros do sólido. O sólido pode ser visualizado pelo usuário remoto através de qualquer visualizador VRML.

Este programa, que pode ser executado no link <http://einstein.grucon.ufsc.br/acis1>, apresenta as seguintes características:

- Ele utiliza um kernel comercial (no caso o ACIS), o que praticamente elimina a possibilidade de erros na criação de um sólido.
- O usuário não necessita possuir o kernel ACIS. O sólido é criado no computador servidor, o que desonera o computador cliente, ao mesmo tempo em que o usuário tem acesso a um software comercial (o qual neste caso é disponibilizado para uma aplicação específica).
- Além de este programa possibilitar a visualização da peça em 3D, as informações topológicas e geométricas estão disponíveis. Tais informações são importantes para o planejamento do processo (CAPP) e para a manufatura (CAM).

## 5. REFERÊNCIAS

- Apache HTTP Server Project, 2003, "Introduction to Server Side Includes", <http://www.apache.org/docs/howto/ssi.html>, acessado em 08/03/2003.
- Corney, J. e Lim, T., 2001, "3D Modeling with ACIS", Saxe-Coburg Publications.
- Deitel, H. M. e Deitel P. J., 2001a, "C++, como programar", 3<sup>a</sup>edição, Bookman, Porto Alegre.
- Deitel, H. M. e Deitel P. J., 2001b, "Java, como programar", 3<sup>a</sup>edição, Bookman, Porto Alegre.
- Lapadat, D., 2003, "Program to convert SAT files to VRML 2.0 files", <http://edge.cs.drexel.edu/GICL/sat2vrml>, acessado em 07/03/2003.
- RudeServer, 2003, "Professional C++ CGI Development Libraries", C++ CGI Parser Library version 2.1, <http://www.rudeserver.com/cgiparser/index.html>, acessado em 01/12/2003.
- Smith, C. S. e Wright, P. K., 2001, "Cybercut: An Internet-based CAD/CAM System", ASME Journal of Computing and Information Science in Engineering, Vol. 1, No. 1, pp. 1-33.
- Sun Microsystems, 2003a, "Java Server Pages™ Technology", <http://java.sun.com/products/jsp>, acessado em 10/08/2003.
- Sun Microsystems, 2003b, "The Source for Java™ Technology", <http://java.sun.com>, acessado em 10/08/2003.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo suporte financeiro a este projeto.

## 7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

# IMPLEMENTATION OF A SOFTWARE FOR THE DESIGN OF AXISYMMETRIC PARTS VIA INTERNET USING SOLID MODELING

**João Carlos Espíndola Ferreira**

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia Mecânica - GRIMA/GRUCON, Caixa Postal 476, CEP 88040-900  
Florianópolis, SC, Brazil

**Darlan Vivian, Kimie Cadorini Nakahara**

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia Mecânica - GRIMA/GRUCON, Caixa Postal 476, CEP 88040-900  
Florianópolis, SC, Brazil

**Alberto José Álvares**

Universidade de Brasília

Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica, Graco - Grupo de Automação e Controle,  
CEP 70910-900, Brasília, DF, Brazil

**Abstract:** *In the last years more and more people are having access to the Internet, which has been reducing or even eliminated the distances among people and/or groups located physically distant amongst themselves. Books and automobiles can be bought via Internet, and information in general can be searched. The Internet has also been enabling the development of applications for the support to the design and manufacture activities of industrial parts. In this work a software will be presented for the design of axisymmetric parts via Internet using the ACIS solid modeler. In this software the user introduces in his/her browser the information about the elements that compose the part, and these data are directed to the computer server, which creates the solid in ACIS through CGI. For the user to visualize the piece, the format of the solid in ACIS is mapped into the VRML format, and soon afterwards it is sent to client's browser. The part may contain cylinders, cones, chamfers, fillets and concentric holes. Routines in C++ were developed to ensure that the part being created is consistent. The user may decide to split up the part along the rotation axis, which facilitates the visualization in the case of the presence of holes. Besides axisymmetric parts, the user can create different types of solids, such as a box, a cylinder, a cone, prism, a pyramid and a wedge. The user can also obtain the solid's file in the SAT format, in case he/she wants to handle the part in his/her own CAD software.*

**Keywords:** Computer-aided Design (CAD), Features, Internet, Solid Modeling, Axisymmetric Parts.