



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.  
ISBN 85-7515-371-4

## ENSAIOS PARA DETERMINAR POTENCIALIDADES E DIFICULDADES DE USO, DE UM MODELADOR CAD 3D

**Antônio Carlos de Souza** – souza@cce.ufsc.br

**Arnoldo Debatin Neto** – debatin@cce.ufsc.br

**Henderson José Speck** – speck@cce.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – DEPARTAMENTO DE EXPRESSÃO GRÁFICA.

CIDADE UNIVERSITÁRIA – TRINDADE

88040 900 – FLORIANÓPOLIS - SC

**Luis Alberto Gómez** – luis@ecv.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL.

CIDADE UNIVERSITÁRIA – TRINDADE

88040 900 – FLORIANÓPOLIS - SC

**Resumo:** *Este artigo busca através de ensaios de uso, determinar potencialidades e dificuldades na utilização da interface gráfica de um modelador sólido 3D. A interface gráfica avaliada é a do Solidworks, ferramenta gráfica de modelagem 3D, paramétrica e variacional, ferramenta gráfica de projeto que é muito difundida na área de engenharia mecânica. Através de ensaios de interação, utilizando-se usuários experientes no uso do aplicativo, buscou-se determinar qualidades e problemas de usabilidade da interface do sistema. Finalizamos analisando os resultados obtidos nos ensaios e sugerindo recomendações que podem melhorar a usabilidade geral do sistema, objeto deste estudo.*

**Palavras-chave:** Ensaios, Usabilidade, Interação.

### 1. INTRODUÇÃO

A interface gráfica é o componente fundamental de um sistema interativo computacional. É através da mesma que ocorre o contato visual do usuário com o aplicativo, meio pelo qual há comunicação entre os agentes para que as tarefas possam ser realizadas. Sendo entendida como espaço de comunicação, a interface pode ser desenvolvida utilizando diversos elementos gráficos, textuais, cores, sons, animações, que desta forma, podem estruturar de maneira organizada e sistematizada a configuração do espaço de comunicação, e assim, facilitar o processo de trabalho.

No caso de interfaces de ferramentas gráficas para o desenvolvimento de projetos, para a transformação de instrumentos físicos manipuláveis tais como: lápis, escalímetro, régua, borracha,

compasso e esquadros em ferramentas digitais é necessário além, de compreender os diferentes estilos de comunicação (diálogo) que os sistemas interativos disponibilizam ao usuário também, reconhecer a forma pelo qual o ser humano interpreta, age e raciocina na situação de uso. O design metafórico das ferramentas digitais de projeto deve conduzir o usuário na associação adequada com o mundo real. Este processo se constitui um grande desafio para a equipe de projetistas da interface gráfica do sistema interativo para aplicativos CAD (BELLEMAIN, 2001).

A usabilidade pode ser compreendida como a capacidade, em termos funcionais humanos de um sistema ser usado com facilidade e com eficiência pelo usuário (ABNT, 1999).

Para Bastien e Scapin (1993), a usabilidade está diretamente relacionada ao diálogo que acontece na interface de um sistema, seria a capacidade do *software* em permitir que o usuário alcance suas metas de interação com o sistema.

Moraes (2002) define os principais fatores relacionados à abrangência do termo usabilidade: facilidade de aprendizagem, efetividade, atitude, flexibilidade, utilidade percebida do produto, adequação à tarefa, característica da tarefa e características do usuário.

A Norma ISO 9241 define a usabilidade como: "...a capacidade que apresenta um sistema interativo de ser operado, de maneira eficaz, eficiente e com satisfação, em um determinado contexto de operação, para a realização das tarefas de seus usuários"

Segundo Reeves (1999) usabilidade envolve o cumprimento de aspectos que indiquem facilidade de aprendizado, eficiência na utilização e presença de poucos erros no sistema.

A usabilidade em interfaces gráficas tem como propósito minimizar: o tempo de aprendizagem, a irritação dos usuários na execução de tarefas, a sub-utilização dos recursos disponíveis, os erros do usuário e o baixo rendimento do trabalho na execução de tarefas próprias do sistema.

Para a determinação das condições de uso da interface gráfica do sistema, utilizamos um processo de avaliação empírico, neste estudo em particular foram utilizados os denominados ensaios de interação, que são considerados os procedimentos mais fundamentais para este tipo de verificação.

## 2. OS ENSAIOS

Segundo Cybis (2002) os ensaios de interação, são classificados como técnicas de avaliação objetivas ou empíricas. Caracterizam-se por uma simulação de uso do sistema da qual participam pessoas representativas do público-alvo, tentando realizar tarefas típicas. A preparação dos ensaios requer um trabalho detalhado de reconhecimento do usuário alvo e de sua tarefa típica para a composição dos cenários e *scripts* que serão aplicados na realização dos testes de avaliação de usabilidade da interface gráfica do sistema interativo.

Os ensaios foram realizados de acordo com as recomendações propostas por Cybis, (2002).

Foram observadas também, as recomendações propostas por Virzi (1992) e Nielsen (1993) que afirmam que a grande parte dos problemas de usabilidade em ensaios de interação podem ser detectados por um pequeno número de avaliadores. Segundo os autores, em torno de 85% dos problemas reais de usabilidade de uma interface gráfica de um sistema interativo, podem ser encontrados por um número razoavelmente pequeno de avaliadores.

Desta forma foram realizados cinco ensaios de interação. As especificações destes ensaios são apresentadas na seqüência deste trabalho.

Os cinco ensaios de interação foram baseados no mesmo contexto de uso, isto é, dentro de um ambiente adequado para a realização das tarefas de modelagem 3D com equipamento adequado. Foi entregue a cada participante, tarefas específicas e definidas por estratégias de abordagens para a execução das mesmas. O contexto de avaliação seguiu os padrões recomendados pelos autores citados no trabalho.

## 2.1 Contexto de avaliação

Os ensaios de interação foram realizados dentro de uma sala do Departamento de Expressão Gráfica do Centro de Comunicação e Expressão da Universidade Federal de Santa Catarina (EGR/CCE/UFSC), utilizando-se computadores (*hardware*) compatíveis com o aplicativo CAD (*software*) a ser avaliado, utilizado-se o mouse e teclado como periféricos que atuam no processo de interação que ocorre entre o componente humano e o sistema interativo computacional. O avaliador e o condutor do processo estarão situados dentro do mesmo espaço físico. Através da verbalização simultânea das operações na interface gráfica, o condutor do processo fez as anotações verbalizadas pelo avaliador. Posteriormente para reforçar o procedimento de anotações dos principais problemas encontrados, foi realizada uma verbalização consecutiva permitindo detectar outros problemas, não relatados durante o desenvolvimento do ensaio.

## 2.2 Objetivo

O objetivo dos ensaios de interação será o mesmo: avaliar a usabilidade geral da interface gráfica do programa Solidworks com o usuário para realização de tarefas específicas, dentro do contexto de uso do *software*, isto é, a modelagem de peças em 3D, montagem de conjuntos e, a representação ortográfica (2D) dos conjunto montados, de acordo com esclarecimentos do condutor do processo e de um tutorial apresentado para a realização das tarefas.

## 2.3 Usuários para o ensaio

Os usuários selecionados para participarem dos ensaios de interação, foram selecionados de acordo com o contexto dos seguintes critérios:

Usuários experientes na utilização do Solidworks: A experiência pode ser fundamental na detecção de problemas reais de uso da interface gráfica do aplicativo gráfico para modelagem 3D Solidworks.

Devem estar numa faixa etária compatível com a atividade profissional: Faixa etária que representa a maior concentração de usuários de CAD, tanto no contexto acadêmico quanto na atividade profissional autônoma ou privada;

O processo do ensaio foi conduzindo seguindo as seguintes premissas:

- Todos os participantes do processo receberam as mesmas informações básicas e orientações para a realização das tarefas.
- Buscou-se criar um clima compatível para a realização das tarefas, tentou-se também, evitar constrangimentos durante o processo do ensaio.
- Nenhum dos participantes teve conhecimento prévio das tarefas a serem realizadas e, obviamente, tinham experiência no uso de sistema computacional de forma generalizada.
- Os participantes foram todos voluntários e não receberam nenhuma forma de remuneração, para participarem do processo de avaliação.

A tabela 1 apresenta de forma estimada a previsão temporal para a realização das diferentes tarefas.

Tabela 1: Tempo estimado de uma sessão de ensaio de interação.

Atividade		Duração	
Introdução		15 min	
Tarefas (Com verbalização simultânea)	Modelagem das peças (Ambiente Part)	30min	60min
	Montagem (ambiente Assembly)	15min	
	Representação 2D (Ambiente Drawing)	15min	
Verbalização posterior		15 min	
Tempo total		90 min	

## 2.4 Tarefas a serem desenvolvidas

Cada usuário realizou três tarefas previamente definidas e relacionadas ao processo de representação do mesmo equipamento ou conjunto e compatíveis com o aplicativo CAD. Inicialmente desenvolveram a modelagem 3D, de três peças mecânicas de um dispositivo mecânico comum (carrinho de brinquedo), esta tarefa foi desenvolvida dentro do ambiente Part, posteriormente, o participante do ensaio realizou a representação montada do equipamento no ambiente Assembly e, por último, representou bidimensionalmente (2D) o equipamento montado no ambiente Drawing.

A tarefa foi realizada e inserida dentro de um cenário. Este procedimento contextualiza a tarefa, e é particularmente útil, pois permite que o participante vislumbre a condição real de uso do aplicativo CAD.

A criação de cenários será baseada na realidade de uso deste tipo de tarefa. Desta forma é importante que o cenário represente uma determinada situação na qual o aplicativo CAD contextualize adequadamente o uso do sistema.

As tarefas são independentes e interconectadas umas às outras e foram executadas uma por vez em ordem hierárquica. Cada tarefa foi entregue pelo avaliador ao participante, desta forma, o mesmo tinha uma cópia impressa que poderia ser consultada sempre que julgasse necessário durante o desenvolvimento do ensaio.

Os mesmos cenários e as mesmas tarefas foram utilizados com todos os participantes do processo de avaliação, em todos os ensaios de interação.

O cenário foi constituído de um ambiente (sala) com um computador que suportava o sistema gráfico, onde os avaliadores acompanhados do instrutor analista e condutor do processo, realizavam as tarefas apresentadas na Tabela 1 anteriormente apresentada.

Cada ensaio com o usuário, teve a duração aproximada de 1h e 30 min (uma hora e trinta minutos) conforme apresenta a Tabela 1. Para a representação do conjunto carrinho de brinquedo, apresentado nas Figuras 1, 2 e 3.

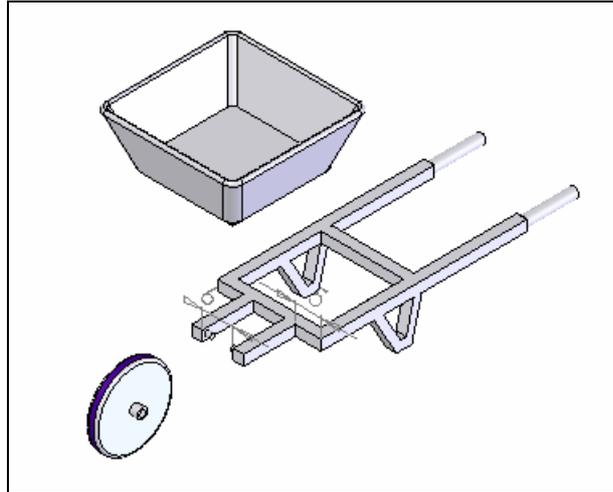


Figura 1: Representação dos componentes do equipamento  
 Fonte: Souza 2004, p. 234

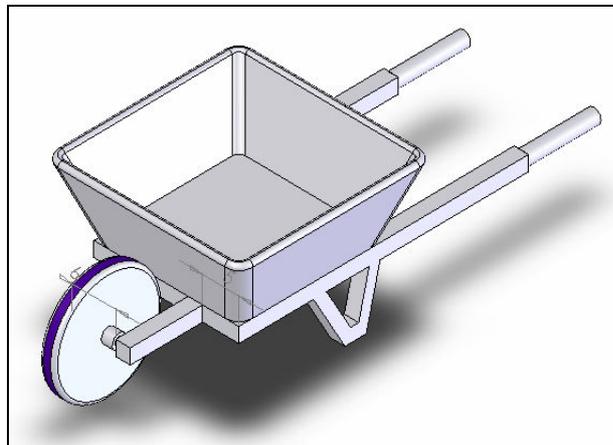


Figura 2: Montagem do equipamento  
 Fonte: Souza 2004, p. 233.

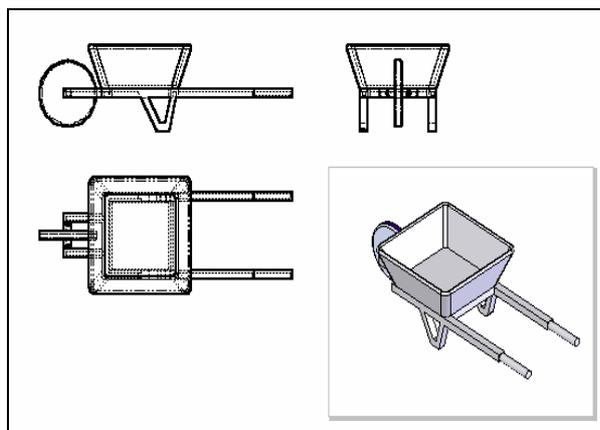


Figura 3: Representação ortográfica (2D) do conjunto.  
 Fonte: Souza 2004, p.234

## 2.5 Condução do processo de avaliação

O instrutor conduziu os ensaios de interação de acordo com o seguinte roteiro:

- Recebeu o participante e explicou como seria conduzido o processo do ensaio, o que o mesmo teria que fazer e, quanto tempo duraria a sessão. Explicou claramente que o participante não estava sendo avaliado, pois o objeto da avaliação é o aplicativo CAD e, que todo o procedimento seria anônimo;
- Solicitou que o participante preenchesse um rápido formulário com alguns dados sobre seu perfil;
- Mostrou o ambiente e o equipamento onde seria realizado o ensaio e se fosse necessário daria informações mais específicas ao avaliador a fim de instruir e descontraír o mesmo;
- Se necessário demonstraria como iniciar o uso do equipamento com um exemplo;
- Leu a tarefa para o usuário e depois entregou uma cópia impressa. Perguntava se o mesmo tem alguma dúvida e dava início à execução da tarefa. O avaliador foi orientando quanto aos procedimentos para verbalização durante o processo podendo ser orientado pelo condutor do processo;
- O condutor observou a execução da tarefa do lado do avaliador e, de posse de papel e lápis fez as anotações de todos os comentários e reações do avaliador durante o ensaio;
- Caso o condutor percebesse que o participante se encontra em uma situação de impasse ele poderia dar alguma dica e deixar que o participante terminasse a tarefa ou poderia guiá-lo em dados momentos, dependendo da situação e do estado do participante;
- Caso ocorresse qualquer tipo de pane do sistema como falta de luz, travamento do equipamento, a tarefa seria desconsiderada e iniciada novamente assim que esses problemas fossem solucionados;

No final do ensaio foi realizada uma rápida discussão com o participante (*debriefing*), procurando obter comentários gerais sobre a avaliação e possíveis esclarecimentos sobre as dificuldades que ele poderia ter enfrentado durante o ensaio que não foram relatadas durante o desenvolvimento do mesmo, isto é, uma verbalização consecutiva.

## 2.6 Perfil dos avaliadores

As tabelas 2, 3, 4, 5 e 6, apresentados na seqüência, apresentam o perfil dos avaliadores, que participaram dos ensaios de interação.

Tabela 2: Distribuição por Empresa/Instituição.

Empresa/Instituição	Total de questionário
UFSC	5
<b>Total</b>	<b>5</b>

Tabela 3: Distribuição por faixa etária.

	Até 20	21-30	31-40	41-50	+50	Total
	3	2	-	-	-	5
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>5</b>

Tabela 4: Distribuição por gênero.

	Masculino	Feminino	Total
	3	2	5
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>

Tabela 5: Distribuição por nível de escolaridade.

Estudantes Graduação UFSC	Total
4ª Fase Engenharia Mecânica	3
4ª Fase Engenharia Prod. Mecânica	1
7ª Fase Curso de Design Gráfico	1
<b>Total</b>	<b>5</b>

Tabela 6: Nível de experiência do usuário.

	Forma de utilização	Media (ano/meses)
1º Avaliador	Autodidata	1,6
2º Avaliador	Curso Técnico	2,6
3º Avaliador	Autodidata	0,8
4º Avaliador	Autodidata	1,0
5º Avaliador	Disciplina do curso	1,0
<b>T Médio</b>		<b>1,4</b>

### 3. INTERFACE GRÁFICA DO SOLIDWORKS

O *software* SolidWorks criado em 1995, é um aplicativo de CAD (Desenho/Projeto Assistido por computador) que trabalha com a modelagem sólida (3D) paramétrica e variacional. Fundamenta a filosofia de trabalho em planos de representação (Front, Top e Right), sobre os quais o usuário representa uma geometria bidimensional e, sobre a mesma, aplica a coordenada Z, obtendo o modelo 3D básico. Sobre as faces do modelo básico são aplicados as *features* e os recursos de edição para detalhamento completo do modelo. Este ambiente de modelagem é denominado ambiente Part. O programa possui, além deste, outros dois ambientes distintos: o ambiente Drawing e o ambiente Assembly (Souza 2003). A figura 4 apresenta a interface gráfica do Solidworks, no ambiente Part.

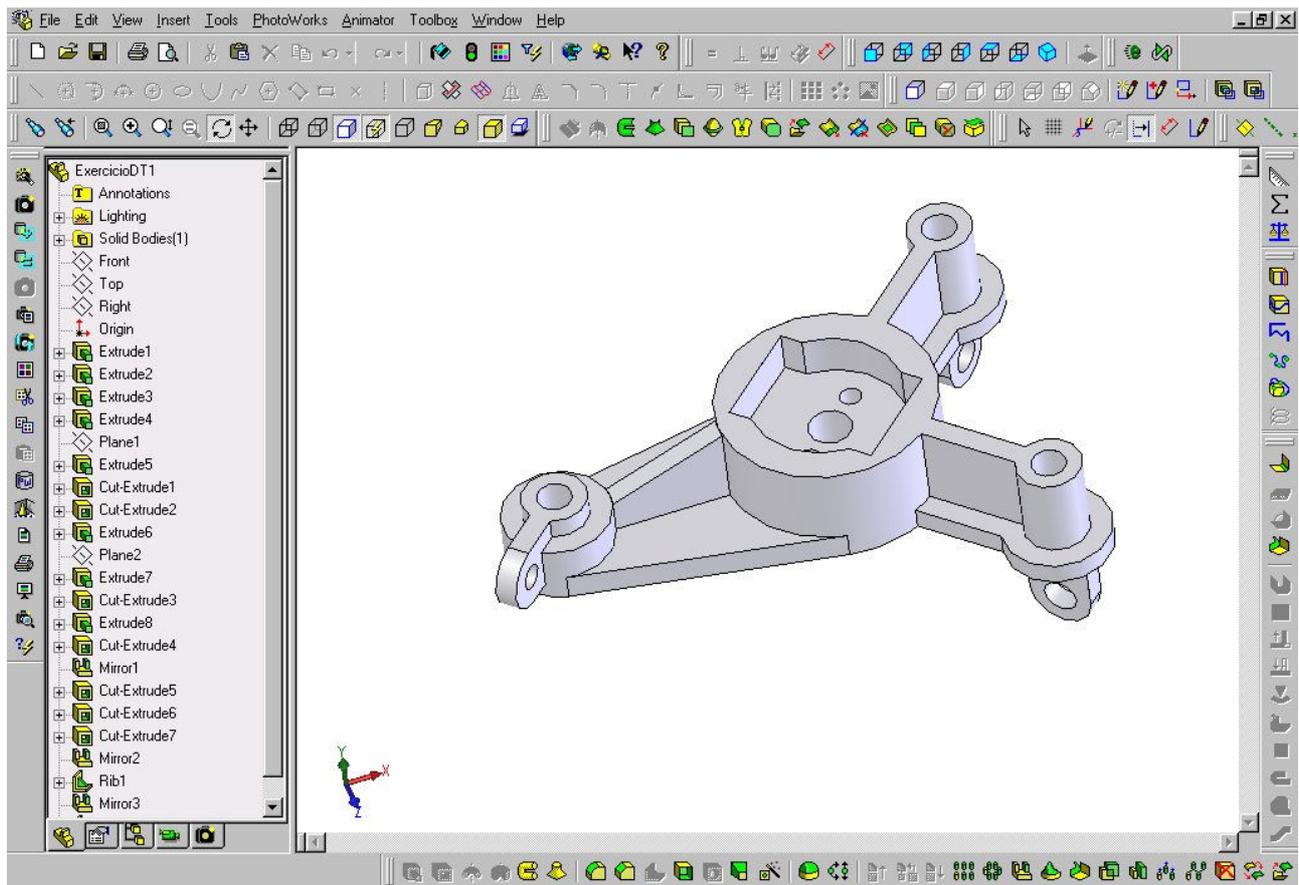


Figura 4: Interface gráfica do Solidworks.

Fonte: SOUZA A. C.; 2003.

O ambiente Drawing permite a representação 2D do modelo desenvolvido, isto é a documentação, através do sistema de vistas ortográficas, cortes, seções e detalhes de partes do modelo, possibilitando a edição dimensional do processo de cotação.

O ambiente Assembly é o ambiente de montagem do programa. Neste ambiente, o usuário insere os componentes, elementos e peças de um conjunto, dispositivo, máquina ou equipamento e, através de aplicação das relações geométricas faz a montagem do sistema mecânico.

Uma característica fundamental que o programa possui nos três ambientes de trabalho descritos é a disponibilização de uma árvore de gerenciamento do processo construtivo, isto é, *feedback* do processo, que apresenta textualmente e de forma seqüencial todo o procedimento executado pelo usuário no desenvolvimento do modelo ou projeto.

O SolidWorks é classificado como um *software* de CAD *mid-range*, isto é, se caracteriza por possuir recursos de representação gráfica, que se posiciona num nível intermediário entre os *software* destinados mais ao uso pessoal de usuários e os pacotes gráficos com recursos altamente sofisticados para uso de grandes corporações e empresas.

#### 4. ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Constatou-se pelo processo de avaliação que a maioria absoluta dos avaliadores, considera a qualidade ergonômica do aplicativo muito boa, todavia, existem problemas que podem ser solucionados, tais como: as mensagens de erro, esclarecimentos iniciais no processo de modelagem, aviso de pré-seleção de faces, correção na questão sobre dimensionamento de detalhes, recomendações que com os quais evitariam com certeza, uma série de aborrecimentos e constrangimentos na tarefa de modelagem, se o *feedback* imediato fosse melhor utilizado.

Podemos deduzir pela verbalização simultânea que os participantes destacam como critérios bem resolvidos no sistema os seguintes: presteza do sistema, legibilidade e significados dos rótulos e tabelas, flexibilidade de uso, consistência de padrões, agrupamento das ferramentas tanto por localização como por formato.

A maioria dos problemas no processo de interação na interface gráfica do sistema, para a execução das tarefas previstas no ensaio de interação, são causados principalmente por falhas de origens diversas, tais como:

- Erros na execução da tarefa, por aplicação indevida de comandos e recursos de detalhamento de modelagem, representação de vistas ortográficas ou na montagem do conjunto ou dispositivo mecânico;
- Falta de aviso no início do processo sobre a definição das unidades de medida. Esta falta de advertência normalmente leva usuários inexperientes a cometer este erro sistematicamente, isto é, iniciar o processo de modelagem sem definir as unidades dimensionais.
- Falhas na atribuição do significado em parcela das representações iconizadas, que podem ser um indicativo, de que o usuário tem dificuldade em atribuir significados concretos e relevantes a parcela dos ícones, que compõem a interface gráfica;
- Equívocos nos casos de falta de percepção, que se referem, sobretudo a desatenção do usuário quanto aos procedimentos de rotina inerente ao sistema interativo computacional;
- Observação sistemática dos procedimentos padrão, na execução das tarefas, evitando-se uma série de contratempos no processo de trabalho;
- Dificuldades na seleção dos planos de trabalho. Uma outra característica que registrou alguma dificuldade de orientação foi à escolha correta dos planos de trabalho para a representação do perfil bidimensional dos componentes, o que pode conduzir a situações pouco confortáveis quando do ajuste dos componentes para montagem do conjunto ou dispositivos.
- Dificuldades no ângulo de visualização. Alguns participantes dos ensaios relataram a dificuldade de trabalhar as ferramentas de visualização, ocorrendo em algumas oportunidades confusão entre vista inferior, superior, anterior posterior, lateral direita e esquerda.
- Problemas na interpretação de mensagens de erro. No procedimento de interpretar as mensagens de erro, talvez resida aí, a grande falha do sistema. A falta de conformidade ergonômica foi detectada em todas as técnicas de avaliação, o que nos remete a considerar que neste quesito ergonômico, existe falha na condução do usuário para gestão do erro cometido, em relação à proteção, as mensagens e na correção do erro. Comprometendo assim, a eficiência no trabalho de modelagem na interface do aplicativo CAD.

Os erros, sejam de que natureza forem, podem levar à redução da eficiência e ou eficácia, podendo até mesmo impedir os usuários de atingir seus objetivos na execução da tarefa de projetar. Podem também, acarretar outros problemas relacionados a índices de satisfação ou constrangimento do usuário no uso do sistema.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A função da interface gráfica de sistema ergonômico adequado, funcional e amigável é minimizar a ocorrência de erros e permitir que o usuário se sinta confortável ao realizar suas tarefas. Mais ainda, se sinta motivado a usar continuamente o aplicativo computacional.

Pelas manifestações apresentadas no processo de avaliação pelos ensaios de uso, a interface do sistema de forma geral é considerada subjetivamente agradável, pois busca facilitar o processo de trabalho, agregando eficiência e eficácia na execução da tarefa. Como não poderia deixar de ser, com o uso sistemático do sistema, o nível de experiência do usuário aumenta, e assim, os procedimentos equivocados na execução das tarefas tendem a diminuir. O trabalho perceptivo e

cognitivo também são minimizados, os recursos do sistema são otimizados e a flexibilidade, também poderia ser melhor explorada. Porém, existem problemas localizados em relação à representatividade dos ícones, procedimentos a serem observados no desenvolvimento da modelagem, condução do usuário na aplicação de comandos e recursos e quanto ao processo de dimensionamento dos componentes modelados.

Como síntese final deste processo empírico de avaliação, podemos afirmar que, que a interface gráfica do Solidworks é considerada como ergonomicamente bem dimensionada, tendo como principal objetivo facilitar o processo de trabalho, proporcionando um nível de eficiência e eficácia compatível com as expectativas de seus usuários e, portanto, podemos também dizer que, é entendida como subjetivamente agradável ao seu público-alvo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CYBIS, Walter de Abreu. **Ergonomia de Interfaces Humano-Computador**. Florianópolis: 2002. Disponível na internet. URL: <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/apostila.htm>. Acessado em setembro de 2005.

BASTIEN, C.; SCAPIN, D. **Human factors criteria, principles, and recommendations for HCI: methodological and standatdisation issues**. (Internal Repport). INRIA, 1993.

MORAES ANAMARIA DE. **Design e avaliação de interface: ergodesign e interação humano-computador**. Org. Anamaria de Moraes. Rio de Janeiro: iUsEr, 2002.

SOUZA, Antônio Carlos de; SPECK, Henderson José; GÓMEZ, Luis Alberto; ROHLEDER, Edison. **Solidworks 2003 - Modelagem Sólida**. Florianópolis: Editora Visual Books, 2003. p.218.

BELLEMAIN, F. Geometria Dinâmica: diferentes implementações , papel da manipulação direta e usos na aprendizagem. In: **Anais do GRAPHICA 2001, 150 Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e desenho Técnico & IV Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design**, São Paulo, p 59-61, 2001.

SOUZA, ANTÔNIO CARLOS DE; **Proposta de um processo de avaliação da usabilidade de interfaces de sistemas interativos computacionais através da integração das técnicas prospectiva, analítica e empírica**. Tese (Doutorado em Ergonomia). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC, 2004.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1993.

BASTIEN, C.; SCAPIN, D. **Human factors criteria, principles, and recommendations for HCI: methodological and standatdisation issues**. Internal Repport. INRIA, 1993.

VIRZI, R. A. **Refining the test phase of usability evaluation: how many subjects is enough?** **Human Factors**,1992.

ISO 9241. **International Standard Organization/International Ergonomic requeriments for office work with visual display engineering – Produt quality. 1993**

REEVES, W. **Learner - centered design: A cognitive view of managing complexity in product**. Information and Environmental Design. Sage Publications Inc., USA, 1999.

ABNT. **Guia para utilização das normas sobre avaliação de qualidade de produto de software – ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598.** ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas.1999.

## **TESTING TO DETERMINE POTENTIALITIES AND DIFFICULTIES OF USE, A MODELLER CAD 3D**

***Abstract:** This work seeks through usage testing to define the potential and difficulties in the use of the graphical interface of a solid 3D modeller program. The graphical interface tested is the Solidworks, which is a graphical tool for 3D modeling, parametric and variational. This tool is widely used in mechanical engineering. By using iteration tests, in experimented users, qualities and problems in the usability of the system were looked after. Finally the test results obtained are analyzed and recommendations for a better usability of the studied system are suggested.*

***Key words:** Testing, Usability, Interaction*