

# AValiação Comparativa da Qualidade Ergonômica das Interfaces Gráficas do Solidworks 2000 e Autocad 2000

Antônio Carlos de Souza<sup>1</sup>

Edison Rohleder<sup>2</sup>

Henderson José Speck<sup>3</sup>

Luis Alberto Gómez<sup>4</sup>

SOUZA, A. C. et al. Avaliação comparativa da qualidade ergonômica das interfaces gráficas do Solidworks 2000 e AutoCAD 2000. *Revista Educação Gráfica*, Bauru, n.7, p.123-132, 2003.

## Resumo

Este trabalho aborda uma avaliação comparativa da qualidade ergonômica das Interfaces dos *softwares* de CAD Solidworks 2000 e AutoCAD-2000, através de um *checklist*. A ferramenta de avaliação utilizada foi o Ergolist. O processo de avaliação foi realizado por usuários com experiência reconhecida na utilização das duas ferramentas gráficas. Apresenta uma análise dos resultados do processo de avaliação. Finaliza apresentando sugestões de melhoria da qualidade ergonômica das

<sup>1</sup> Professor MEng. Departamento de Expressão Gráfica – CCE/UFSC – souza@cce.ufsc.br

<sup>2</sup> Professor MEng. Departamento de Expressão Gráfica – CCE/UFSC – rohleder@cce.ufsc.br

<sup>3</sup> Professor MEng. Departamento de Expressão Gráfica – CCE/UFSC – speck@cce.ufsc.br

<sup>4</sup> Professor Dr. Departamento de Engenharia Civil – CTC/UFSC – luis@ecv.ufsc.br

interfaces e apresenta as conclusões sobre este processo comparativo de avaliação ergonômica.

**Palavras-chave:** Qualidade ergonômica, Interface gráfica, CAD.

### Abstract

This work deals with the comparative evaluation of the quality of the graphic interface of the SolidWorks 2000 and AutoCAD-2000 CAD programs by using a check list. The tool used in the evaluation was Ergolist. Users with large experience in the use of both programs performed the evaluation. This tool performs an analysis of the evaluation process. Finally suggestions on improving the ergonomic quality of the interfaces and the conclusions of the ergonomic evaluation process are presented.

**Keywords:** Ergonomic quality, Graphical interface, CAD.

### Introdução

Este artigo tem como objetivo determinar através de uma avaliação comparativa, baseada em uma lista de verificação, a qualidade ergonômica das interfaces gráficas dos *softwares* de CAD Solidworks 2000 e do AutoCAD-2000.

O SolidWorks é um *software* de CAD (Computer Aided Design) específico para modelagem sólida paramétrica variacional, tem como finalidade o desenvolvimento de modelos ou projetos no ambiente 3D (três dimensões) (SOUZA, 2001).

O AutoCAD-2000 é um *software* de CAD genérico, que permite trabalhar no ambiente computacional com técnicas de modelagem sólida e, tem como finalidade

o desenvolvimento de desenhos ou projetos em 2D (duas dimensões) e também em 3D (três dimensões) (SOUZA, 2002).

O processo utilizado para a verificação da qualidade ergonômica dos *softwares* foi a aplicação de uma técnica analítica, isto é, um checklist. A ferramenta utilizada para a avaliação e verificação da qualidade ergonômica foi o Ergolist (ferramenta de avaliação de *software* pela Internet).

O processo de avaliação foi conduzido por usuários experientes que, com base na lista de verificação ergonômica, determinaram as principais qualidades ergonômicas das interfaces dos *softwares*, bem como seus principais problemas, finalizamos este trabalho apresentando recomendações conceituais direcionadas a melhoria das interfaces gráficas avaliadas.

### Interface Homem Computador (IHC)

A interface gráfica de um sistema computacional é o dispositivo que serve de agente de comunicação entre duas entidades comunicantes, que se exprimem através de uma linguagem específica.

Além de assegurar a conexão física através dos dispositivos de entrada (periféricos do *hardware*), deve permitir a tradução da linguagem de forma facilitada. No caso da IHC, trata-se de fazer a conexão entre a linguagem externa do sistema e o sistema sensório-motor do usuário.

Um sistema computacional é considerado por estudiosos como a extensão das faculdades cognitivas do usuário, da mesma forma que uma ferramenta é considerada uma extensão das suas capacidades mecânicas (RAMOS, 1996).

### Usabilidade

Segundo Bevan os fatores de qualidade da usabilidade definem-se como eficiência,

efetividade e satisfação (BEVAN, 1995 apud CATAPAN, 1999). A usabilidade é definida pela norma ISO 9241-11 como a capacidade que apresenta um sistema interativo de ser operado, de maneira eficaz, eficiente e agradável, em um determinado contexto de operação, para a realização das tarefas de seus usuários (GAMEZ, 1998).

Uma ferramenta extremamente útil ao projeto de dispositivos interativos são os critérios ergonômicos. Estes critérios definem quais são as qualidades que devem ser atribuídas ao *software* durante o projeto, para que, durante a

interação, satisfaçam plenamente o usuário. O LabUtil, Laboratório de Utilizabilidade do Centro de Tecnologia em Automação e Informática de Santa Catarina - CTAI, segue os critérios definidos por pesquisadores franceses Scapin e Bastien, para propor 18 qualidades do *software* ergonômico. Assim, o dispositivo com boa utilizabilidade deve ser prestativo, claro, amigável, confortável, seguro, consistente, versátil, adaptável, expressivo e compatível com o usuário em sua tarefa. (URL: <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/qualidades.html>. Acessado em 25/05/2002).

### A interface gráfica do Solidworks 2000

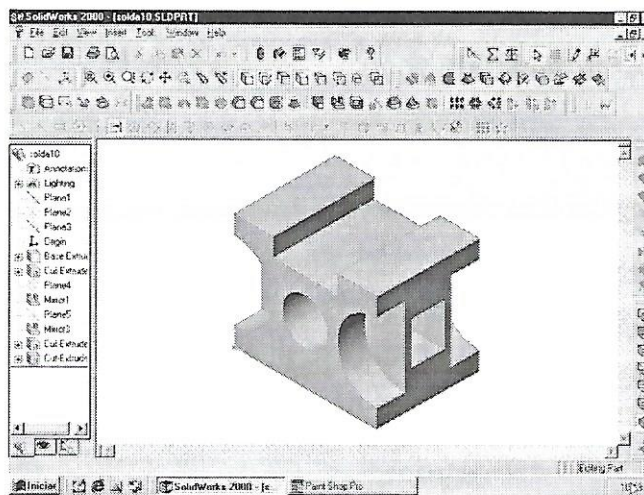


Figura 1: Interface gráfica do Solidworks 2000.

O software SolidWorks é um programa de CAD (Desenho/Projeto Assistido por computador) que trabalha com a modelagem sólida (3D) paramétrica e variacional, foi desenvolvido pela empresa Solidworks Corporation, com sede nos EUA, e de propriedade do grupo francês Dassault Systemes, criado em 1995 (SOUZA, 2000). Fundamenta a filosofia de trabalho em planos de representação, 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 a modelagem. Este ambiente de modelagem é denominado ambiente Part. O programa possui, além deste, outros dois ambientes distintos: o ambiente Drawing e o ambiente Assembly.

O ambiente Drawing permite a representação 2D do modelo desenvolvido 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 e, através de aplicação das relações geométricas faz a montagem do conjunto. Uma característica fundamental que o programa possui nos três ambientes de trabalho descritos é a disponibilização de uma árvore de gerenciamento do processo construtivo, que mostra textualmente e de forma seqüencial todo o procedimento executado pelo usuário no desenvolvimento do projeto (SPECK, 2001).

O SolidWorks é classificado como um software de CAD mid-range, isto é, se caracteriza por possuir recursos de representação

que se posiciona num nível intermediário entre os softwares destinados mais ao uso pessoal de usuários e os pacotes gráficos com recursos altamente sofisticados para uso de grandes corporações e empresas. Podemos dizer de forma simplificada que seria um software recomendado para empresas de médio porte.

Portanto, o público alvo a que se destina é um público específico: pode ser constituído por engenheiros, arquitetos, designers e profissionais de áreas afins, que possuem alguma familiaridade ou experiência com o processo de projeto em programas de CAD, com a finalidade de desenvolverem suas tarefas específicas em seus respectivos campos de trabalho.

## A interface gráfica do AutoCAD 2000

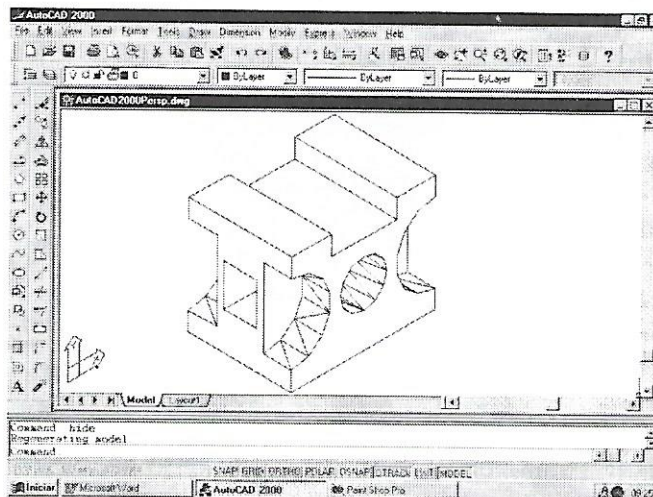


Figura 2: Interface gráfica do Autocad 2000

O software AutoCAD 2000 é um programa de CAD (Desenho/Projeto Assistido por computador) genérico, é o software de CAD mais difundido, possui o maior número de usuários e tem disponível o maior número de bibliografias, é a ferramenta gráfica no nível de usuário mais utilizada no mundo segundo as revistas especializadas. O AutoCAD permite trabalhar tanto no ambiente 2D quanto em 3D.

O software AutoCAD-2000 foi desenvolvido pela empresa Autodesk, com sede nos EUA. A partir da sua versão original de 1985 o programa foi continuamente atualizado através dos anos e hoje é líder absoluto no mercado de programas CAD. (Souza, 2000). Fundamenta a filosofia de trabalho em um plano (X-Y), sobre o qual o usuário representa a geometria bidimensional a ser detalhada, atribui-se a coordenada Z que

é normal ao plano X,Y. Os modelos 3D surgem da aplicação sobre esta geometria bidimensional básica dos recursos de modelagem sólida (Extrusão, Revolução, Operações booleanas etc.). Este ambiente de modelagem é denominado de *model space*.

O programa possui, além deste, outro ambiente o *paper space* ou *lay-out*, que permite a representação 2D do modelo desenvolvido através do sistema de vistas ortográficas, cortes, seções e detalhes de partes do modelo, possibilitando a edição dimensional do método de cotagem.

O AutoCAD-2000 é classificado como um *software* de CAD *low range*, isto é, se caracteriza por possuir recursos de representação que se posiciona num nível inicial, são *software* destinados mais ao uso pessoal de usuários. Podemos dizer de forma simplificada que é um *software* recomendado para usuários e empresas pequenas e de médio porte. O AutoCAD-2000 é designado como um *software* de CAD genérico, já que não está orientado a nenhuma área específica da engenharia, pode ser usado tanto nas áreas mecânica, civil, arquitetura etc. Portanto, o público alvo a que se destina é um público eclético: pode ser constituído por engenheiros, arquitetos, designers e profissionais de áreas afins, que possuem alguma familiaridade ou experiência com o processo de projeto em programas de CAD, com a finalidade de desenvolverem suas tarefas específicas em seus respectivos campos de trabalho.

### Tarefa do usuário

Sucintamente, podemos descrever a tarefa do usuário numa IHC desta forma: o usuário recebe a informação da interface através de seu sistema sensório, processa a informação recebida, ativa o sistema sensório-motor para desencadear uma ação,

que por sua vez irá mudar o estado anterior no contexto da interface gráfica e assim sucessivamente.

Na interface do SolidWorks, o usuário, a partir do modelo mental do objeto a ser desenvolvido ou de um desenho ou, ainda, um projeto, escolhe um ambiente de trabalho (Part, Drawing ou Assembly) que melhor se adequa à tarefa a ser desenvolvida. Tomando como exemplo o ambiente Part, deve escolher um plano de trabalho (Horizontal, Vertical ou de Perfil). Sobre o plano escolhido define a forma (2D) do perfil de base do modelo, através dos comandos de construção bidimensionais (entidades gráficas 2D). Faz, então, a definição dimensional do perfil de base, por meio dos comandos de atribuição dimensional. A partir do perfil de base do modelo, aplica a 3ª coordenada (por exemplo a coordenada Z) utilizando os recursos de construção 3D (extrude, revolve, loft, sweep, etc.), obtendo assim o modelo da base em 3D. O detalhamento do modelo é obtido trabalhando-se sobre as superfícies do próprio modelo base, sobre as quais aplicam-se as features (componentes, características) e, por adição e remoção de material, busca-se a geometria final do modelo objeto da tarefa. Nos ambientes Drawing e Assembly o processo é bastante diferenciado em função da própria finalidade dos ambientes. Porém o principal ambiente de trabalho do SolidWorks, no nosso entendimento, é o ambiente Part, onde se inicia todo o processo de modelagem sólida (SOUZA, 2000).

O trabalho na IHC no programa AutoCAD 2000 consiste em que o usuário, a partir do modelo mental do objeto a ser desenvolvido ou de um desenho ou, ainda, um projeto, escolhe um ambiente de trabalho (*model space* ou *paper space*) que melhor se adequa à tarefa a ser desenvolvida. Tomando como exemplo o ambiente *model*

*space*, deve posicionar o plano de trabalho de forma mais conveniente. Sobre o plano escolhido define a forma (2D) do perfil de base do modelo, através dos comandos de construção bidimensionais (entidades gráficas 2D). Faz, então, a definição dimensional do perfil de base, por meio dos comandos de atribuição dimensional. A partir do perfil de base do modelo, aplica a terceira coordenada (coordenada Z) utilizando os recursos de construção 3D (extrude, revolve, etc.), obtendo assim o modelo da base em 3D. O detalhamento do modelo é obtido trabalhando-se sobre as superfícies do próprio modelo base, sobre as quais, através de operações booleanas, adiciona-se ou remove-se material, buscando-se assim a geometria final do modelo, objeto da tarefa (SOUZA, 2002).

### **CrITÉRIOS avaliados**

A facilidade no uso de uma IHC, depende da utilização de critérios bem definidos. Os parâmetros a serem avaliados se baseiam nos critérios definidos em 1993 por Scapin e Bastien, pesquisadores do INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique da França), que fundamentam-se num conjunto de oito critérios principais, que se dividem em subcritérios, de forma a minimizar ambigüidades na identificação e classificação das qualidades e problemas ergonômicos das interfaces gráficas. Os critérios definidos por Scapin e Bastien são os seguintes (CYBIS, 1997):

**Presteza:** Refere-se à facilidade de realização de determinadas ações na interação com o computador. Ex. entrada de dados.

**Agrupamento/Distinção por localização:** Refere-se ao posicionamento relativo dos itens, se pertencem ou não a uma classe, ou, indicam distinções entre classes diferentes ou entre itens de uma mesma classe.

**Agrupamento/Distinção por formato:**

Refere-se às características gráficas (formato, cor, etc.) que indicam se itens pertencem à mesma classe, distinção entre classes e entre itens de mesma classe.

**Feedback imediato:** Diz respeito às respostas do sistema às ações do usuário: respostas rápidas e adequadas.

**Legibilidade:** Diz respeito às características lexicais das informações apresentadas (brilho, contraste, tamanho da fonte, espaçamento), que possam dificultar ou facilitar a leitura da informação.

**Concisão:** Diz respeito à carga perceptiva e cognitiva de saídas e entradas individuais. Exclui as mensagens de erro e feedback.

**Ações mínimas:** Diz respeito ao número de ações necessárias à realização de tarefa: limitar o número de passos.

**Densidade informacional:** Diz respeito à carga de trabalho do usuário, do ponto de vista perceptivo e cognitivo, em relação ao conjunto total de itens de informações apresentados.

**Ações explícitas:** Refere-se às relações entre o processamento pelo computador e as ações do usuário. O computador deve processar somente as ações solicitadas pelo usuário e quando solicitadas.

**Controle do usuário:** O usuário deve estar sempre no controle do processamento (interromper, cancelar, suspender, continuar)

**Flexibilidade:** Diz respeito a personalizar a interface levando em conta as exigências da tarefa, estratégias e habilidades do usuário.

**Experiência do usuário:** Refere-se aos meios disponíveis, que permitem ao sistema respeitar a experiência do usuário.

**Proteção contra erros:** Trata dos mecanismos empregados para detectar e prevenir os erros de entrada de dados, comandos e possíveis ações de resultados danosos.

**Mensagens de erro:** Refere-se à

pertinência, à legibilidade e à exatidão da informação dada ao usuário, sobre a natureza do erro cometido e sobre as ações a executar para corrigi-lo.

**Correção de erros:** Diz respeito aos meios colocados à disposição do usuário, com o objetivo de permitir a correção de seus erros.

**Consistência:** Refere-se à forma na qual as escolhas de concepção de interface (códigos, denominações, formatos, procedimentos, etc.), são conservadas idênticas, em contextos iguais e/ou diferentes.

**Significados dos códigos e denominações:** Diz respeito à adequação entre o objeto e a informação apresentada ou solicitada e sua referência em termos de relação semântica. Termos pouco expressivos podem ocasionar problemas de condução.

**Compatibilidade:** Trata do acordo que possa existir entre as características do usuário (memória, percepção, hábitos, competências, idade, expectativa, etc.) e as tarefas, de uma parte, e a organização das saídas, das entradas e do diálogo de uma dada aplicação. Diz respeito ao grau de similaridade entre diferentes ambientes e aplicações.

### Método de avaliação

O método de avaliação foi fundamentado numa técnica analítica de inspeção ergonômica via checklist, que tem o objetivo de avaliar a IHC, baseada em recomendações ergonômicas. Fundamenta-se na aplicação dos critérios ergonômicos

supracitados através de questões apresentadas na lista de verificação, apoiado em glossário e informações detalhadas sobre o critério que está sendo avaliado. O avaliador assinala as respostas que na sua opinião sejam as adequadas àquela situação e o sistema armazena as respostas, no término do processo, o sistema gera um laudo final sobre as questões que apresentaram conformidade ergonômica, as que não são aplicáveis e as que não apresentam conformidade ergonômica. O processo foi conduzido por profissionais experientes no uso da IHC do Solidworks e do AutoCAD-2000, quatro professores da Universidade Federal de Santa Catarina, que ministram disciplinas de CAD para a área de projeto mecânico e civil. O checklist que foi utilizado na avaliação da qualidade ergonômica de ambas as IHC, foi o Ergolist. O projeto Ergolist é resultado da colaboração entre o SoftPólis, (núcleo Softex-2000 de Florianópolis), e o LabUtil, (Laboratório de Utilizabilidade UFSC/SENAI-SC/CTAI) (URL: <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/qualidades.html>. Acessado em 25/05/2002).

### Resultados da avaliação da interface gráfica do Solidworks 2000

Observa-se uma uniformidade no processo de avaliação entre os quatro avaliadores, em relação ao aspecto conformidade, variando de um para outro avaliador os aspectos referentes às questões não conformes e não aplicáveis.

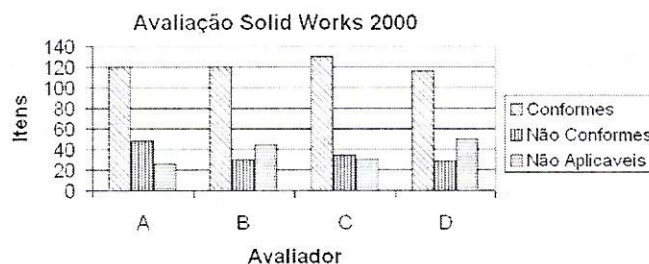


Figura 3: Resultado geral do processo de avaliação da interface gráfica do Solidworks 2000.

#### - Critérios conformes

Os critérios que apresentaram o maior percentual de conformidade foram: Ações explícitas: 94%; Ações mínimas: 85%; Agrupamento por localização: 78%; Consistência: 78% e Concisão: 72%.

#### - Critérios Não Conformes

Os critérios que apresentaram o maior percentual de não conformidade foram: Experiência do usuário: 42%; Correção de erros: 40%; Feedback: 34%; Mensagem de erro: 34% e Proteção contra erro: 33%.

#### - Critérios Não Aplicáveis

Os critérios que apresentaram o maior percentual de não aplicáveis foram:

Compatibilidade: 42%; Legibilidade: 34%; Concisão: 25%; Controle do usuário: 25% e Significados: 21%.

#### -Análise dos resultados da avaliação da interface gráfica do AutoCAD 2000

Também na avaliação da interface do Autocad 2000, observa-se a mesma uniformidade no processo de avaliação entre os quatro avaliadores, em relação aos aspectos supracitados.

#### -Critérios Conformes

Os critérios que apresentaram maiores índices de conformidade foram: Ações explícitas: 75%; Densidade informacional: 72%; Ações mínimas: 70%; Flexibilidade: 67%; Significados: 67% e Correção de erros: 65%.

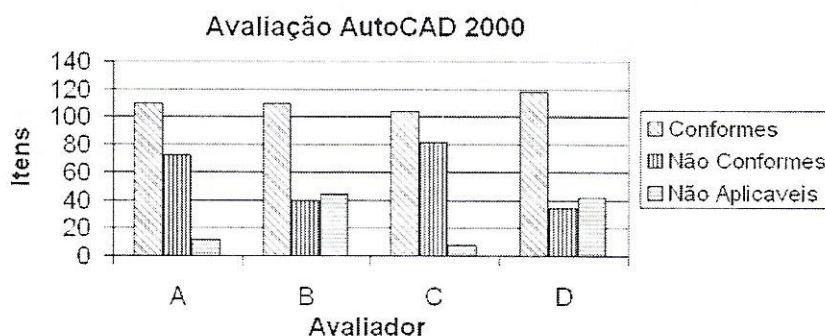


Figura 4: Resultado geral do processo da interface gráfica do AutoCad 2000.

#### -Critérios Não Conformes

Os critérios que apresentaram maiores índices de não conformidade foram: Proteção contra erro: 50%; Mensagem de erro: 50%; Feedback: 50%; Experiência do usuário: 46%; Controle do usuário: 44%.

#### -Critérios Não Aplicáveis

Os critérios que apresentaram os maiores percentuais de critérios não aplicáveis foram: Controle do usuário: 25%; Mensagem de erro: 19%; Presteza: 13%; Legibilidade: 13% e Concisão: 12%.



## Discussão dos dados da avaliação

### - Recomendações de melhoria da interface do Solidworks 2000

Como sugestões, recomendaríamos as seguintes alterações, com o propósito de deixar mais amigável a interface do programa e, assim proporcionar um maior nível de satisfação do usuário:

Uso excessivo de caixas de diálogo, interferindo no processo de modelagem: o usuário necessita constantemente mover as caixas para visualizar o processo dinâmico de variação de parâmetros. A sugestão seria abrir as caixas de diálogo na área da árvore de gerenciamento do processo de construção do modelo;

Na abertura do programa, apresentar um glossário ou disponibilizar informações sobre os ambientes de trabalho e suas finalidades, para o usuário inexperiente;

Proporcionar uma maior orientação sobre os procedimentos para correção de erros; Nos procedimentos que exigem tempo de processamento, indicar graficamente a evolução do processamento;

Informações mais detalhadas sobre a natureza e a localização dos erros cometidos, e como evitá-los e melhorar os mecanismos de prevenção de erros.

### - Recomendações de melhoria da interface do AutoCAD 2000

Como sugestões, recomendaríamos as seguintes alterações, com o propósito de deixar mais amigável a interface do software e, assim proporcionar um maior nível de satisfação do usuário:

Melhorar a comunicação interface usuário através de um processo de

codificação mais apropriado e com um número limitado de opções;

Permitir um controle do usuário mais facilitado na modificação do sistema de coordenadas, pois na situação atual exige um conhecimento prévio e fundamentado das regras de álgebra vetorial e a alteração do sistema nem sempre fica visível ao usuário, o que normalmente causa dificuldades;

Proporcionar uma maior orientação sobre os procedimentos para correção de erros; Nos procedimentos que exigem tempo de processamento, indicar graficamente a evolução do processamento;

Fornecer informações mais detalhadas sobre a natureza e a localização dos erros cometidos, como evitá-los e melhorar os mecanismos de prevenção.

## Conclusões

Este trabalho teve como propósito principal mostrar que os checklists compõem uma técnica de avaliação rápida. Eles destinam-se a apoiar a inspeção da interface e descobrir seus problemas ergonômicos mais flagrantes. Porém, avaliações mais detalhadas, envolvendo interfaces complexas, devem ser realizadas por ergonomistas através de técnicas heurísticas e/ou ensaios de interação com usuários.

A avaliação da qualidade ergonômica, através da utilização de um Checklist, conduzida por profissionais que possuam experiência no uso do *software*, pode, de forma rápida e simples, funcionar como uma boa estratégia para permitir o aprimoramento da IHC avaliada.

Através dos resultados obtidos do processo de avaliação, fica evidente que o Solidworks apresenta uma Interface gráfica que pode ser classificada como bastante

agradável no desenvolvimento do processo de modelagem, e design de produtos, podendo se tornar bem mais amigável, com recomendações bastante discretas que são apresentadas no corpo desse trabalho.

O AutoCAD 2000 apresenta uma Interface gráfica que pode ser classificada com relativamente agradável no desenvolvimento do processo de representação gráfica 2D, e bastante difícil na representação no ambiente 3D, porém pode se tornar bem mais amigável, com melhorias propostas que são apresentadas no desenvolvimento deste trabalho.

### Referências bibliográficas

CATAPAN, Araci Hack; SOUZA, Antônio Carlos de; THOMÉ, Zeina Rebouças Correa; CORNÉLIO FILHO, Plínio; CYBIS, Walter de Abreu. **Ergonomia de Software Educacional: a possível integração entre usabilidade e aprendizagem.** Campinas/SP. Outubro/99, co-autoria. In: IHC 99 - IIº WORKSHOP SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 1999, CAMPINAS/SP. CD-ROM, ART. 24,1999.

CYBIS, Walter de Abreu. **Abordagem ergonômica para IHC.** Florianópolis/SC. LabUtil, 1997.

DOMINIQUE, L. Scapin and BASTIAN, J. M. Christian. **Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems.** In: BEHAVIOUR & INFORMATION TECHNOLOGY. V.16, n. 4/5, July-October, 1997, p. 220-231. **Ergolist.** Disponível em URL: <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/qualidades.html> (acessado em 25/05/2002).

GAMEZ, L **Técnica de inspeção de**

**conformidade ergonômica de software educacional.** 1998. 195f Dissertação (Mestrado Universidade do Minho) Portugal

RAMOS, E. M. F. **Análise ergonômica do sistema hipernet buscando o aprendizado da cooperação e da autonomia** URL: <http://www.eps.ufsc.br/teses96/edla/index/index.htm> Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Florianópolis/SC. 1996. (acessado em 25/05/2002)

SOUZA, Antônio Carlos de; SPECK, Henderson José; GÓMEZ, Luis Alberto; ROHLER, Edison. **Solidworks 2000 - Guia Prático para Modelagem Sólida.** Florianópolis: Editora Visual Books, 2001. v. 1. p.218.

SOUZA, Antônio Carlos de; SPECK, Henderson José; GÓMEZ, Luis Alberto; SILVA, Júlio César da. **AutoCAD 2000 - Guia Prático para Desenhos em 2D.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2000. v. 1. p.357

SOUZA, Antônio Carlos de; SPECK, Henderson José; GÓMEZ, Luis Alberto; ROHLER, Edison; SILVA, Júlio César da. **AutoCAD 2000 - Guia Prático para Desenhos em 3D.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2002. v. 1. p.341

SPECK, H. J. **Avaliação comparativa das metodologias utilizadas em programas de modelagem sólida.** 2001. 185f. Dissertação.(Mestrado em Engenharia de Produção) PPGE/Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.