

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM *DESIGN*

DESENVOLVIMENTO DE PROJETO GRÁFICO PARA  
INTERFACE DE USUÁRIO DE *SOFTWARE* DE MODELAGEM  
TRIDIMENSIONAL:  
UMA ABORDAGEM ERGONÔMICA

Dorothy Silveira Ballarini

Dissertação de Mestrado em *Design*  
Porto Alegre 2009

Dorothy Silveira Ballarini

DESENVOLVIMENTO DE PROJETO GRÁFICO PARA  
INTERFACE DE USUÁRIO DE *SOFTWARE* DE MODELAGEM  
TRIDIMENSIONAL:  
UMA ABORDAGEM ERGONÔMICA

*Dissertação apresentada ao  
programa de Pós-  
Graduação strictu-sensu da  
Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul como  
requisito parcial para  
obtenção do título de Mestre  
em Design.*

Porto Alegre, 2009

## Ficha Catalográfica

Ballarini, S. Dorothy

Desenvolvimento de projeto gráfico de Interface de usuário de software de modelagem tridimensional: uma abordagem ergonômica / Dorothy Silveira Ballarini – Porto Alegre: Departamento de Design Virtual da UFRGS, 2009.

190 p.

Dissertação de Mestrado em Design - UFRGS – PGDesign

1. Interface de usuário.
2. Sistemas de Modelagem Poligonal 3D.
3. Usabilidade.
4. Ergonomia.

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

Dorothy Silveira Ballarini

DESENVOLVIMENTO DE PROJETO GRÁFICO PARA INTERFACE DE  
USUÁRIO DE *SOFTWARE* DE MODELAGEM TRIDIMENSIONAL:  
UMA ABORDAGEM ERGONÔMICA

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre em Design no programa de pós graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### **Orientadores**

---

Prof. Dr. José Luís Farinatti Aymone

---

Prof. Dr. Fabio Gonçalves Teixeira

### **Examinadores**

---

Prof. Dr. André Soares Monat

---

Prof. Dr. Branca Freitas de Oliveira

---

Prof. Dr. Régio Pierre da Silva

Porto Alegre, 05 de outubro de 2009

## **Agradecimentos**

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao curso de mestrado em *Design* e Tecnologia, pela oportunidade concedida.

Ao CNPq, pelos benefícios remunerados.

Ao meu professor Fabio Gonçalves Teixeira pelo crédito concedido e imensa dedicação como orientador.

Ao professor José Luís Farinatti Aymone, meu orientador, agradeço pela amizade, pelas diversas oportunidades que me ofereceu, por apoiar-me sempre. Obrigada pela paciência e valiosas orientações na confecção deste e outros trabalhos.

Ao Laboratório de Design Virtual (ViD), que permitiu a viabilidade deste trabalho, com discussões construtivas de sua equipe.

Aos membros da banca, que aceitaram o convite de participação.

Aos amigos do mestrado, em especial à Cíntia Kulpa e Thais Neves. Muito obrigada pela amizade demonstrada, pelo apoio nos momentos de dificuldade e nas alegrias compartilhadas.

Ao Daniel, meu querido namorado pelo companheirismo, sempre paciente nos dias difíceis e presente em todos os momentos.

Aos meus pais, Rafael e Naira, por compartilharem comigo seus ideais. Obrigada pela oportunidade de estar onde estou, por confiarem e acreditarem sempre em mim e na minha capacidade.

Aos meus irmãos, Juliano, Viviana e Ana Elisa, pelos votos de coragem e amor incondicional.

## Resumo

Esta dissertação apresenta um *framework* de desenvolvimento de uma interface gráfica de usuário para um sistema de modelagem poligonal tridimensional, a partir de critérios ergonômicos que atendam os requisitos fundamentais de usabilidade.

A pesquisa foi especialmente orientada a satisfazer principalmente as necessidades individuais dos diferentes perfis de usuários que fazem uso de aplicações similares. Para isto, foram estudados conceitos pertinentes às áreas de Ergonomia, Usabilidade e Interação Humano-Computador. Isto permitiu obter estratégias que podem ser utilizadas durante o estágio de concepção de uma interface de usuário, a fim de promover e garantir a ergonomia de um sistema em estágios anteriores à sua implementação, economizando recursos e prevenindo possíveis problemas de usabilidade.

Um dos aspectos fundamentais do protótipo proposto nesta dissertação é a sua adaptabilidade, onde um dos benefícios da utilização deste tipo de recurso é a capacidade de reduzir a complexidade durante o aprendizado de um sistema por usuários novatos, selecionando informações essenciais e indicando as próximas ações possíveis, já que o sistema proposto baseia-se nos resultados de passos anteriores.

A técnica de avaliação desta interface gráfica utiliza uma lista de verificação (*checklist*) ergonômica, que é escolhida por suas características adequadas às delimitações do projeto de pesquisa.

**Palavras-Chave:** Interface de usuário, Sistemas de Modelagem Poligonal 3D, Usabilidade, Ergonomia.

## **Abstract**

*This dissertation aims the development of a non-functional prototype for a graphical user interface of a 3D polygonal modeling system based on ergonomic criteria that meet the basic requirements of usability.*

*The research was specifically targeted to meet the individual needs of customers who make use of similar applications. For this purpose, relevant concepts of Ergonomics, Usability and Human-Computer Interaction were studied. It allowed this research to obtain strategies that can be used during the design stage of a user interface in order to promote and ensure the software ergonomics at stages prior to implementation, saving resources, preventing possible usability problems.*

*One of the key aspects of the proposed prototype is its adaptability, and one of its benefits of this feature is the ability to reduce the learning complexity of the system for novice users, by selecting key information and indicating the next possible actions, since the proposed system is based on results of previous steps.*

*The ergonomics evaluation of this graphical interface was made using a checklist, which was chosen for being appropriate to this research. The results confirm the usability of the User Interface, thus validating the use of this proposal as a development framework.*

**Keywords:** *User Interface, Polygonal Modeling System, Usability, Ergonomics.*



## SUMÁRIO

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES .....	XII	
ÍNDICE DE TABELAS.....	XIII	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>XIV</b>
1.1	Ocorrências Objetivas .....	14
1.2	Delimitação da Pesquisa .....	17
1.3	Problema da Pesquisa .....	17
1.4	Objetivos da Pesquisa:.....	18
1.4,1	Objetivo geral .....	18
1.4.2	Objetivos específicos.....	18
1.5	Hipóteses.....	18
1.5.1	Hipótese básica .....	18
1.5.2	Hipóteses secundárias .....	19
1.6	Justificativa .....	19
1.7	Estrutura do Trabalho .....	20
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>22</b>
2.1	Usabilidade.....	23
2.1.1	Tipos de problemas de usabilidade .....	26
2.2	Interação Humano-Computador (IHC).....	28
2.2.1	Estilos de interação .....	30
2.2.1.1	Linguagem de comando .....	30
2.2.1.2	Linguagem natural.....	31
2.2.1.3	<i>Menu</i> .....	31
2.2.1.4	Preenchimento de formulário.....	32
2.2.1.5	Manipulação direta .....	33
2.2.1.6	WIMP ( <i>Windows, Icons, Menus, and Pointers</i> ).....	34
2.2.2	Fatores favoráveis e desfavoráveis dos de interação.....	35
2.3	Interfaces de Usuário (IU).....	36

2.3.1	Interfaces de usuário em softwares 3D .....	37
2.4	Identificando o Usuário.....	40
2.5	Tipos de Interfaces Inteligentes.....	45
2.5.1	Interface configurável .....	46
2.5.2	A interface adaptável.....	47
2.5.2.1	Adaptação explícita .....	49
2.5.2.2	Adaptação implícita .....	50
2.6	Ícones.....	51
2.7	Sistemas de Modelagem Tridimensional.....	52
2.8	Modelagem Geométrica Poligonal.....	53
2.9	Funcionalidades Básicas das IU de Softwares de Modelagem Tridimensional Comerciais .....	54
2.10	Princípios Ergonômicos para Interfaces de Usuário.....	57
2.10.1	Norma ISO 9241.....	57
2.10.2	Heurísticas de usabilidade.....	58
2.10.3	Critérios ergonômicos de Bastien e Scapin.....	59
2.10.3.1	Condução .....	62
2.10.3.1.1	Convite .....	62
2.10.3.1.2	Agrupamento/distinção de itens .....	63
2.10.3.1.3	Legibilidade .....	65
2.10.3.1.4	<i>Feedback</i> imediato .....	66
2.10.3.2	Carga de trabalho.....	67
2.10.3.2.1	Brevidade .....	67
2.10.3.2.2	Densidade informacional .....	69
2.10.3.3	Controle explícito.....	70
2.10.3.3.1	Ações explícitas ao usuário .....	71
2.10.3.3.2	Controle de usuário .....	72
2.10.3.4	Adaptabilidade.....	73
2.10.3.4.1	Flexibilidade.....	73
2.10.3.4.2	Consideração da experiência do usuário .....	74
2.10.3.5	Gestão de erros.....	75
2.10.3.5.1	Proteção contra os erros .....	75
2.10.3.5.2	Qualidade das mensagens de erro.....	75
2.10.3.5.3	Correção dos erros.....	76

2.10.3.6	Homogeneidade/consistência.....	76
2.10.3.7	Significado dos códigos e denominações.....	77
2.10.3.8	Compatibilidade.....	78
2.11	Protótipos de Interface .....	79
2.12	Avaliação de Usabilidade .....	80
2.12.1	Método heurístico de avaliação de usabilidade .....	82
2.12.2	Métodos analíticos.....	83
2.12.3	Inspeções ergonômicas por lista de verificação .....	83
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA UTILIZADA.....</b>	<b>85</b>
3.1	Etapas do Projeto de Pesquisa .....	86
<b>4</b>	<b>PROJETO GRÁFICO DA INTERFACE DE USUÁRIO PARA SOFTWARE DE MODELAGEM TRIDIMENSIONAL.....</b>	<b>89</b>
4.1	Padronizações Adotadas para Elaboração do MIU3D .....	89
4.2	Apresentação do Protótipo .....	91
4.2.1	Tela de inicialização do sistema .....	91
4.2.2	Telas de navegação .....	97
4.2.3	Tela de início de modelagem com primitivas.....	99
4.2.4	Tela de edição de primitivas .....	101
4.2.5	<i>Menu</i> de organização as área de trabalho .....	106
4.2.6	Tela de instruções de uso de dispositivo de configuração de interface....	108
4.2.7	Ícones.....	109
4.2.8	Organização da interface .....	110
4.2.9	Ajuste das vistas por manipulação direta .....	112
4.2.10	Caixa de diálogo para entrada de dados.....	113
4.2.11	Observações gerais sobre a interface proposta .....	115
<b>5</b>	<b>AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO.....</b>	<b>116</b>
5.1	ErgoList .....	117
5.1.1	Presteza .....	119
5.1.2	Agrupamento por localização .....	123
5.1.3	Agrupamento por formato.....	126
5.1.4	<i>Feedback</i> .....	130

5.1.5	Legibilidade .....	134
5.1.6	Concisão.....	140
5.1.7	Ações mínimas.....	145
5.1.8	Densidade Informacional.....	146
5.1.9	Ações explícitas.....	150
5.1.10	Controle do usuário .....	151
5.1.11	Flexibilidade.....	152
5.1.12	Experiência do usuário .....	153
5.1.13	Proteção contra erros .....	155
5.1.14	Mensagens de erro.....	157
5.1.15	Correção de Erros .....	159
5.1.16	Consistência .....	160
5.1.17	Significados .....	163
5.1.18	Compatibilidade.....	167
5.2	Resultados da Avaliação .....	174
<b>6</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>176</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>179</b>
<b>8</b>	<b>TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>181</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>183</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>190</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Exemplo de barreira: .....	26
Figura 2: Exemplo de ruído .....	27
Figura 3: Estilo de interação por linguagem de comando na IU do <i>software</i> Autodesk® Maya® .....	31
Figura 4: Estilo de interação por <i>menus</i> na IU do <i>software</i> Autodesk® Maya® .....	32
Figura 5: Estilo de interação por preenchimento de formulário. ....	33
Figura 6: Estilo WIMP de interação na IU do <i>software</i> Autodesk® Maya® .....	34
Figura 7: Exemplo de interface adaptável através de hierarquias por frequência de visitação no Google Chrome® .....	49
Figura 9: Processo de suavização de uma primitiva. ....	53
Figura 10: Critérios Ergonômicos de Bastien e Scapin .....	61
Figura 11: indicação sobre o estado de um objeto 3D no <i>software</i> Zbrush.....	63
Figura 12: Painel de <i>menu</i> com as opções espacialmente organizadas no <i>software</i> Autodesk® Maya® .....	64
Figura 13: Painel de edição de objeto e ferramentas de edição do <i>software</i> Pixologic® Zbrush® .....	68
Figura 14: Caixa de diálogo do <i>software</i> Autodesk® Maya® com recursos que proporcionam concisão nas entradas por meio da seleção de valores <i>default</i> .....	68
Figura 15: Painel de <i>menu</i> do <i>software</i> Autodesk® Maya®, apresentando somente as opções de comando disponíveis para o contexto de arquivos.....	70
Figura 17: Tela do MS Windows® para a seleção de tipo de tratamento a aplicar a um arquivo antes de comandar sua transferência. ....	71
Figura 18: Tela do MS Windows para a seleção do tipo de conexão de rede antes de comandar a sua criação. ....	72
Figura 19: <i>Menu</i> de configuração de cores do <i>software</i> Adobe® Photoshop®.....	74
Figura 20: �cones que demonstram claramente o resultado da aplicação de uma ferramenta. ....	78
Figura 21: Tela de inicialização do aplicativo .....	92
Figura 22: Tela de inicialização do aplicativo .....	93

Figura 23: Tela de inicialização com o modo iniciante selecionado .....	94
Figura 24: Informações relativas ao usuário.....	95
Figura 25: <i>Menu</i> de realizações, exibindo as etapas de aprendizado do usuário .....	96
Figura 25: Tela de navegação apresentada ao usuário iniciante. ....	97
Figura 27: Detalhe da tela de navegação: alternativas básicas para início de um projeto . ....	99
Figura 28: Alternativas de primitivas para início do processo de modelagem .....	99
Figura 39: Painel de criação de primitivas e a bolha de ajuda. ....	100
Figura 30: Visão geral da tela de edição de primitivas .....	101
Figura 31: Detalhe da tela de edição da primitiva .....	102
Figura 32: Tela de edição de objetos .....	103
Figura 33: Ações disponíveis ao usuário após a criação da primitiva .....	103
Figura 34: Pequeno tutorial para manipulação de objeto. ....	104
Figura 35: Tutorial de manipulação de objeto. ....	104
Figura 36: Detalhe do <i>menu</i> de comandos no modo iniciante .....	105
Figura 37: Dispositivo que informa ao usuário o estado atual do sistema.....	105
Figura 38: Ícone disponível após instruções sobre o uso da ferramenta .....	106
Figura 39: Alternativas oferecidas para habilitar organização padrão de IU. ....	106
Figura 40: Possibilidades de uso e customização oferecidas .....	107
Figura 41: Mensagem de erro. ....	108
Figura 42: Alternativas de configuração de interface sugeridas pelo sistema.....	108
Figura 43: Instruções sobre o uso dos dispositivos de translação de objeto.....	109
Figura 44: Ícone da ferramenta de translação.....	109
Figura 45: Ícone da ferramenta de criação de primitivas.....	109
Figura 46: Tela de usuário avançado. ....	111
Figura 47: Distribuição das funções por localização. ....	112
Figura 48: Tela com organização de vistas ortográficas e perspectiva .....	113
Figura 49: Painel de organização de vistas.....	113
Figura 50: Caixa de diálogo para edição de valores numéricos.....	113
Figura 51: Eixos X, Y e Z representados por cores na ferramenta de manipulação.....	114
Figura 52: Caixa de diálogo para edição de valores métricos utilizando a unidade cm.....	114

Figura 53: Caixa de diálogo para edição de valores métricos utilizando a unidade m.....114



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Fatores favoráveis e desfavoráveis dos estilos de interação. ....	35
Tabela 2: Funcionalidade dos <i>softwares</i> comerciais .....	56

# 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho de pesquisa está inserido dentro da problemática do desenvolvimento de interfaces ergonômicas em para aplicações complexas como é o caso dos *softwares* de modelagem 3D, caso específico do presente trabalho.

A pesquisa se caracteriza, entre outros aspectos, por uma evidente popularização das ferramentas tecnológicas e a conseqüente profusão, por parte de pesquisadores e desenvolvedores de estudos e análises de métodos de interação que possam atender às necessidades da grande variedade de usuários que passaram a fazer uso dessas tecnologias.

Essas análises visam a criação de interfaces que estabeleçam um diálogo construtivo entre sistema e usuário, levando em conta as limitações dentro dos processos de interação humano-computador no contexto atual. Trata-se de fomentar interações mais eficientes e personalizadas, que atinjam a um maior número de pessoas, respondendo a seus interesses, capacidades e objetivos.

As principais causas que levaram a esta situação de análise e mudanças sugeridas no projeto das interfaces de usuário estão brevemente expostas a seguir.

## 1.1 Ocorrências Objetivas

Quando os computadores surgiram, os usuários eram em sua maioria técnicos especializados em programação. Por esse motivo, podiam investir grande quantidade de tempo em estudar as ferramentas necessárias para a realização das tarefas desejadas, bem como passar por alguns inconvenientes para que a máquina pudesse executar seus programas. No início da década de 90 no século XX, esse cenário sofre uma profunda transformação com o avanço dos computadores pessoais e, conseqüentemente o aumento de sua utilização pelos mais variados perfis de usuários. Essa “revolução digital” ofereceu acessibilidade e novas ferramentas de trabalho, entre elas o acesso a ferramentas revolucionárias de

desenho e projeto, como os aplicativos 3D. Tal aplicação possibilitou a migração do meio físico para o meio digital no processo do projeto (SOUZA et al, 1999)

A interface de usuário ou IU passou a ocupar então, um importante papel no desenvolvimento de qualquer aplicação, e como resultado disso, o interesse em métodos de interação Humano-Computador tem aumentado drasticamente.

A Interação Humano-Computador ou IHC é um campo de estudo multidisciplinar (PREECE et al, 2005), (SHNEIDERMAN, 1998) que conecta conhecimentos científicos comuns às áreas da ciência da computação como a programação, engenharia de *software*, inteligência artificial, ou mesmo às áreas da ciência distintas tais como lingüística, psicologia, *design*, sociologia ou a economia.

Hoje, a importância adquirida por este campo de estudo se tem como consequência a profusão de seminários, conferências, e artigos publicados todos os anos com foco neste problema.

Toda esta atividade reflete os avanços atingidos na área e a conduziram a seu estado atual de maturidade. Esta, no entanto é a realidade da maior parte das IU baseadas nas metáforas de *desktop*, ou interfaces 2D. Apesar da maturidade atingida, as aplicações atuais apresentam um aspecto muito diferente das primeiras IU baseadas na metáfora do *desktop*. Com exceção ao realismo adquirido com a adição de sombras e suavização de botões e outros componentes da interface parece haver uma falta de idéias nas concepções de interface de usuário (MASSÓ, 2008).

As interfaces de usuário 3D ou IU3D somente há pouco tempo deixaram de ser de domínio exclusivo de profissionais da área da computação gráfica, que dispunham de computadores com grande capacidade para executar *softwares* altamente especializados.

As estações de trabalho necessitavam de um considerável tempo de processamento e uma enorme capacidade de memória para que fossem representados na tela modelos tridimensionais detalhados com cores, texturas (MASSÓ, 2008).

Atualmente o *hardware* especializado para gráficos 3D, ou placa de vídeo pode ser comprado em qualquer loja de informática a preços acessíveis e que superam em muito às daquelas do passado, capazes de processar milhões de polígonos em questões de segundos.

Este tipo de tecnologia especializada tem se difundido de forma crescente, graças às grandes demandas por parte dos usuários de computadores pessoais para os fins mais diversos, como aplicações multimídia, jogos de *vídeogame*, e utilização de *softwares* CAD, CAM.

Apesar disso, o desenvolvimento de IU para este tipo específico de aplicação tem se mostrado deficiente no que diz respeito à sua qualidade ergonômica, já que os métodos de interação neste tipo de interface diferem em muitos aspectos das IU baseadas na metáfora do *desktop*.

A grande maioria de publicações encontradas sobre pesquisa de ergonomia em interfaces 3D, entretanto, referem-se às interfaces de usuário para realidade virtual, e embora algumas similaridades nos processos de navegação possam ser consideradas, IU para *softwares* convencionais de modelagem se caracterizam pela acessibilidade econômica vantajosa em relação a aplicações de Realidade Virtual (RV), e podem ser utilizadas em qualquer computador pessoal que disponha de um sistema de geração de gráficos de qualidade.

Dessa forma, as limitações pertinentes ao uso de dispositivos bidimensionais (tela) para simulação de navegação tridimensional constituem uma diferença fundamental entre os dois tipos de aplicação, impossibilitando a adoção dos recursos de interação das interfaces de RV às aplicações de modelagem 3D convencionais.

Os *softwares* que manipulam ambientes 3D têm uma série de características especiais quanto a sua interface, pois devem prever um cuidadoso estudo quanto à utilização de técnicas de interação mais apropriadas, uma vez que sua meta é a de que os usuários se concentrem mais em tarefas de alto nível do que em atividades motoras de nível menor (NIELSEN, 1993).

A interação em ambientes 3D é realizada de maneira a atingir objetivos como: efetuar operações de manipulação, seleção de objetos, e permitir a navegação em ambientes 3D. Este tipo de aplicação é conhecido por oferecer uma grande dificuldade de aprendizado e utilização ao usuário, já que oferece uma vasta gama de possibilidades de utilização, o que freqüentemente acaba interferindo na clareza de sua interface. *Menus*, Ícones, janelas, apontadores – a tradicional interface WIMP (*Windows, Icons, Menus and Pointers*) – ainda predomina neste tipo de sistema. Entretanto a tecnologia que este tipo de aplicação oferece tem revelado muitos

problemas aos seus usuários, que ainda apresentam uma dificuldade inerente em compreender e realizar ações em um espaço livre 3D (LIMA, 2002).

O mundo físico oferece muito mais pistas para a compreensão das suas possibilidades e limitações e tais pistas ainda não podem ser precisamente representadas em simulações computacionais. O papel da IU, neste tipo de aplicação é o de simular este espaço físico dentro de um aplicativo digital (limitado pela tela bidimensional), aproximando-os o máximo possível.

Considerando os fatores acima citados, é possível perceber a necessidade de estabelecimento de critérios para o desenvolvimento de IU3D que obedeçam aos padrões de ergonomia e usabilidade, proporcionando dessa forma um aprendizado mais rápido, assim como uma utilização mais eficaz e eficiente das ferramentas que a aplicação disponibiliza.

## **1.2 Delimitação da Pesquisa**

Este trabalho tem como foco principal IU para *softwares* de modelagem poligonal 3D, restringindo a pesquisa às áreas de usabilidade, ergonomia, Interação Humano-Computador. Deve ficar claro que a proposta desta dissertação limita-se ao projeto gráfico não funcional de uma IU, excluindo dessa forma, estudos aprofundados dos dispositivos de *hardware* ou questões referentes à implementação da IU e desenvolvimento de *softwares*.

## **1.3 Problema da Pesquisa**

Como projetar uma interface para sistemas computacionais de modelagem tridimensional poligonal de acordo com os critérios ergonômicos de usabilidade de modo a promover um bom conhecimento das funcionalidades do sistema?

## 1.4 Objetivos da Pesquisa:

### 1.4.1 Objetivo geral

Desenvolver um protótipo não funcional de IU para um *software* de modelagem geométrica poligonal 3D, com foco na usabilidade e ergonomia, a fim de promover o uso adequado das ferramentas do sistema.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Investigar referenciais teóricos nas principais disciplinas que abordam o tema de desenvolvimento de IU a partir da pesquisa bibliográfica;
- Apontar os métodos de interação já existentes e determinar o mais apropriado para cada função da aplicação, ou sugerir a criação de um novo meio de interação;
- Avaliar critérios de usabilidade para construção de interfaces ergonômicas e selecionar o mais apropriado para o desenvolvimento de um protótipo não funcional, servindo às características específicas de um sistema de modelagem geométrica poligonal 3D;
- Apresentar o modelo proposto, apontando as diretrizes usadas na sua construção;
- Avaliar a eficiência do método utilizado através de listas de verificação ou *checklists* baseadas em critérios ergonômicos de usabilidade de interface de usuário.

## 1.5 Hipóteses

### 1.5.1 Hipótese básica

Os conhecimentos de *Design*, Ergonomia e Usabilidade, Interação Humano-Computador (IHC) auxiliam no desenvolvimento de IU de ambientes interativos, principalmente para aplicações complexas como *softwares* de modelagem 3D.

### 1.5.2 Hipóteses secundárias

O estabelecimento de diretrizes para o *design* de interfaces pode gerar uma linguagem comum às IU de *softwares* similares, facilitando a utilização e o uso adequado deste tipo de aplicação.

Um projeto fundamentado em diretrizes extraídas de pesquisas relativas às áreas de usabilidade, ergonomia e IHC, colabora com a construção de IU que ofereçam um rápido aprendizado e facilidade no uso, mesmo para usuários novatos.

### 1.6 Justificativa

O crescente uso de *softwares* de modelagem 3D para fins de representação e simulação, pelas mais variadas áreas do mercado (cinema, publicidade, desenvolvedores de *videogame*, empresas de engenharia e arquitetura, etc.), tem formado um novo grupo de profissionais, e usuários oriundos dos mais diversos campos de atuação, como artes, engenharia, informática entre outros.

Considerando-se a popularidade crescente desse mercado, a distinção entre os produtos dar-se-á pela interface. Nas vendas entre produtos similares, sobressai o que melhor permitir o acesso do usuário à funcionalidade fornecida pelo sistema. Convém ressaltar que, em alguns casos, a funcionalidade e o desempenho não são suficientes para agradar o usuário, que faz opção por outro sistema com IU atrativa. Ou seja, se um produto deseja ser competitivo, necessariamente sua IU deve ser rigorosamente projetada com ênfase na qualidade ergonômica e na facilidade de aprendizado do *software* (LIESENBERG et al,1994).

*Softwares* 3D costumam oferecer uma grande dificuldade de aprendizado para usuários novatos, bem como grande dificuldade no uso mesmo para usuários mais experientes. Tais percalços podem dificultar a formação de bons profissionais e limitar, portanto, o uso destas aplicações a um número restrito de usuários.

Não foram encontradas até o momento compilações sistemáticas de critérios ergonômicos que favoreçam principalmente o aprendizado de usuários novatos para este tipo específico de aplicação. Portanto a relevância teórica desta pesquisa se dá, principalmente, pela coleta de dados sobre *design*, ergonomia de interfaces, ergonomia cognitiva e avaliações de usabilidade para o desenvolvimento de IU de

ambientes tridimensionais convencionais com foco principal em usabilidade, levando em consideração a escassez de informações sobre *design* focado em ergonomia e usabilidade para projetos de IU em *softwares* de modelagem 3D.

A relevância prática desta pesquisa está na elaboração de um modelo de interface de usuário e na sistematização de projetos ergonômicos de IU para este tipo de sistema, de maneira a viabilizar o uso e facilitar o aprendizado, bem como oferecer aos projetistas um modelo ergonômico de *design* de IU que pode ser utilizado durante o estágio de desenvolvimento.

Dessa forma, um modelo para desenvolvimento de interfaces de usuário baseados em protótipos pode se apresentar como uma alternativa eficiente para aumentar a produtividade dos desenvolvedores e projetistas de interface, além de fornecer alto grau de usabilidade às interfaces desenvolvidas. O protótipo resultante deste estudo deve oferecer informações organizadas em componentes com aspectos relevantes de projeto de IU, objetivos do sistema e o contexto de uso proposto.

Dessa forma, espera-se que as pesquisas e resultados obtidos nessa área possam colaborar para o desenvolvimento tecnológico do Brasil em uma área tão importante no cenário atual.

## **1.7 Estrutura do Trabalho**

A introdução apresenta a proposta de pesquisa, suas justificativas, áreas do conhecimento envolvidas e hipóteses. Também são apresentadas delimitações que objetivam orientar o desenvolvimento e resultados desta pesquisa. A seguir, é esclarecida a estrutura de apresentação do conteúdo deste trabalho.

No capítulo 2, é apresentado um histórico sobre interfaces de usuário que contém significados de termos, principalmente dentro da área de IHC, apontando diferenças entre interface e interações de sistemas bidimensionais e interface 3D. Em seguida tem-se um tópico sobre o termo usabilidade, com apresentação de teorias relativas aos perfis de usuários, e de outro tópico relacionado ao uso de interfaces adaptativas e configuráveis e técnicas de avaliação de interface e interações como forma de identificação do método mais apropriado para avaliação

de usabilidade de interações *softwares* de modelagem 3D dentro das delimitações propostas.

O capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento da presente pesquisa, elucidando questões referentes à escolha dos métodos e processos de construção do protótipo.

No capítulo 4, como forma de implementação prática da proposta de criação da ferramenta, é desenvolvido um protótipo não funcional que apresenta a aplicação e desenvolvimento teórico de uma amostra da ferramenta com base no uso de um *software* finalizado, de forma a determinar interações e aplicação da ferramenta de verificação da ergonomia da interface.

No capítulo 5 é apresentada a proposta da ferramenta de verificação com enfoque nos requisitos e variáveis associadas, bem como a descrição sobre o funcionamento dela. É também apresentada a justificativa de escolha de um *checklist*, o planejamento de criação da interface com a definição e análise de requisitos e desenvolvimento da proposta, com funcionalidade e classificações sugeridas.

O capítulo 6 apresenta as conclusões sobre o desenvolvimento da ferramenta proposta, resultados esperados e alcançados, implicações ocorridas durante a etapa experimental, hipóteses comprovadas, limitações e sugestões de trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

São tratados neste capítulo assuntos referentes às áreas de conhecimento do trabalho por meio de uma fundamentação teórica que inclui aspectos de usabilidade, interação Homem-Computador, interfaces de usuário, sistemas de modelagem 3D, princípios ergonômicos para Interfaces de usuário e procedimentos de avaliação.

Em **usabilidade** são abordados seu conceito e aplicações gerais em sistemas computacionais e os aspectos referentes às características que visam facilitar o uso de sistemas computacionais pelos usuários, bem como os principais problemas de usabilidade em virtude de um planejamento ergonômico inadequado da interface de um sistema.

Em **interação Homem-Computador** são observadas as denominações dos elementos que compõem uma interface e seus conceitos, seguidos de uma avaliação do uso de cada estilo de interação.

O item **Interface de usuários** aborda questões relativas ao uso do sistema, com um enfoque maior em suas características específicas, prevendo relações entre o uso de sistemas bidimensionais (2D) e sistemas tridimensionais (3D).

O item **sistemas de modelagem 3D** aborda questões relativas às funcionalidades nos sistemas de interação utilizados em sistemas tradicionais de modelagem 3D, com ênfase em aspectos referentes aos métodos de navegação e manipulação de objetos.

Quanto ao item **princípios ergonômicos para interface de usuário**, são descritos os principais métodos a serem utilizados durante o planejamento e desenvolvimento de um sistema, a fim de garantir a ergonomia de uma aplicação computacional focada no usuário.

Por fim, no item **avaliação de usabilidade**, são apresentados aqueles que vêm sendo utilizados na área computacional abordados por Cybis, et al. (2007), como forma de comparação e verificação da maneira mais prática e objetiva de escolha dos procedimentos de interação adotados no MIU3D.

## 2.1 Usabilidade

O termo usabilidade surgiu no início da década de 80, substituindo a expressão “amigável” nas áreas da Psicologia e Ergonomia, e acabou expandindo-se para outras áreas, tais como Tecnologia da Informação e Interação Homem-Computador. A usabilidade de um sistema está voltada para os aspectos comportamentais do usuário em relação ao sistema. Com isto, a IU de um sistema não precisa ser “amigável”, desde que ela não interfira nas tarefas que os usuários queiram realizar. A facilidade de uso, eficiência, satisfação, baixa taxa de erros e a ergonomia contribuem para a usabilidade de um sistema (NIELSEN, 1993)

Para garantir a qualidade dessas interfaces é indispensável centrar o seu desenvolvimento a questões aliadas à usabilidade.

A usabilidade é um dos principais fatores que definem a qualidade de um sistema. Esta propriedade é a que permite ao usuário qualificá-la como adequada ou não (Usability Engineering Process Model. Integration With Software Engineering, 2003). Uma mesma IU pode proporcionar boas interações para usuários experientes e deixar muito a desejar quando utilizada por novatos. O mesmo pode ocorrer independente do tipo de usuário, caso o programa seja operado em computadores rápidos ou lentos, ou caso a tarefa seja realizada esporadicamente ou de forma freqüente. A essência da usabilidade é o equilíbrio entre interface, usuário, tarefa e ambiente (CYBIS et al, 2007).

.A norma ISO 92410 define usabilidade como a capacidade que um sistema interativo oferece a seu usuário, em determinado contexto de operação, para que este realize as suas tarefas de maneira eficaz, eficiente e agradável. Ela é, assim, uma composição flexível entre aspectos objetivos, envolvendo a produtividade na interação, e subjetivos, ligados ao prazer do usuário em sua experiência com o sistema.

De acordo com Nielsen (1993), além da usabilidade, um sistema deve ser socialmente aceitável, financeiramente acessível, de fácil manutenção, além de preencher exigências adicionais, como a de se ajustar às necessidades do usuário e proporcionar a este, resultados de qualidade.

A boa usabilidade de um sistema pode ser definida como um conjunto de propriedades que ofereçam fácil aprendizado e eficácia pelos mais variados perfis de

usuários na realização de determinadas tarefas dentro de contextos específicos (SCHACKEL, 1991) e está relacionada, segundo Nielsen (1993), a seis atributos básicos, os quais podem estar relacionados às seguintes questões fundamentais:

- **Facilidade de aprendizagem** (*learnability*): o usuário deve conseguir executar tarefas em um *software* mesmo sem um conhecimento prévio desse sistema.
- **Ser eficaz no uso** (eficácia): é uma meta bastante geral e refere-se a quanto o sistema é bom em fazer o que se espera dele.
- **Eficiência no uso** (eficiência): Uma vez que o usuário aprendeu a utilizar o *software*, um alto nível de produtividade é possível.
- **Facilidade de memorização** (*memorability*): o usuário pouco freqüente deve estar hábil a reutilizar o sistema, mesmo após um longo período, sem a necessidade de reaprender o funcionamento do *software* novamente.
- **Mínima quantidade de erros** (segurança): Os usuários devem cometer poucos erros durante o uso do sistema e, caso isto aconteça, os erros devem ser facilmente reversíveis. Além disso, nenhum erro catastrófico deve ocorrer.
- **Satisfação no uso**: Os usuários devem estar subjetivamente satisfeitos com a utilização do sistema.

Unir estes fatores para determinar as diretrizes para a construção de uma interface pode, muitas vezes, constituir-se em um problema. Por exemplo: facilidade de aprendizado e eficiência podem, em geral, gerar entre si influências negativas. Um sistema deve ser cuidadosamente projetado caso ele exija ambas as características.

Um exemplo de como esses fatores podem interferir negativamente entre si pode ser dado o se comparar dois *softwares* de ilustração e tratamento de imagens disponíveis no mercado: Paint Brush<sup>®</sup> e Adobe<sup>®</sup> Photoshop<sup>®</sup>. O primeiro é um *software* relativamente simples, onde a maior parte de suas ferramentas está visível, de fácil acesso e possui uma quantidade relativamente pequena de ferramentas e *menus*. O segundo é um *software* mais robusto, com um número de ferramentas e *menus* muito superior ao primeiro. Evidentemente o primeiro *software*, projetado para fins não profissionais, oferece uma interface mais acessível e possibilita rápido aprendizado e fluência no uso para usuários não especializados. Entretanto, este não oferece um amplo espectro de possibilidades que o segundo *software* oferece.

Por conta do número de possibilidades e *menus*, o Adobe® Photoshop® é um *software* cujo uso requer certo treinamento e, obviamente, um tempo mais longo de aprendizado. Sendo assim, é muito difícil desenvolver um *software* onde todos os *menus* estejam evidentes e que, ao mesmo tempo, ofereça muitas possibilidades. Da mesma forma, um programa eficiente, que ofereça ao seu usuário muitas alternativas, é inegavelmente um *software* com uma curva de aprendizado mais difícil.

Segundo Ferré (2001), a usabilidade de um sistema não pode ser considerada meramente como a soma dos atributos antes citados, ela é definida por atingir certo nível de cada atributo. Para que seja possível definir os fatores que podem garantir a boa usabilidade de um sistema, o *designer* de IU pode dividir esses atributos em sub atributos, de forma a definir precisamente os aspectos da usabilidade nos quais ele está mais interessado. Por exemplo: desempenho no uso normal e uso avançado são ambos sub atributos de eficiência no uso, e primeira impressão é um sub-atributo de satisfação no uso.

Ainda de acordo com Ferré (2001), após a análise de usabilidade de um sistema em particular, o *designer* vai decompor os atributos mais importantes até o nível de detalhe que ele julga mais adequado e, a partir dos critérios por ele determinados, desenvolver a aplicação. Essa situação poderia ser exemplificada em dois casos. No primeiro, imagine-se um *software* onde a facilidade de aprendizado é um fator importante que deve ser considerado acima de qualquer atributo e, dentro deste, agilidade na manipulação é um fator importante a ser considerado. Isso ocorre muitas vezes no caso de IU em *softwares*, ou mesmo em interfaces de páginas na *web*, cujo uso deverá ser feito principalmente por usuários não especializados, como é o caso de páginas de bancos, sites de órgãos públicos, interfaces de urnas eletrônicas, etc. No segundo caso, o exemplo seria a própria IU de um *software* de modelagem 3D. Um atributo a ser considerado pode ser a mínima quantidade de erros e um sub atributo poderia ser a reversibilidade dos erros. Um *software* de modelagem 3D deve deixar visível ao usuário os passos que ele executou, de maneira que o usuário tenha a liberdade de retroceder passos e alterar, ou mesmo eliminar, alguma ação indesejada que ele tenha produzido.

Ambos os exemplos citados referem-se a usuários completamente distintos um do outro. O primeiro caso trata de um usuário eventual e que, por um motivo, encontra a necessidade de fazer uso de uma determinada interface. O segundo é de

uma forma geral um usuário experiente ou mesmo um profissional, que faz uso constante de computadores.

### 2.1.1 Tipos de problemas de usabilidade

Um problema de usabilidade ocorre quando determinada característica do sistema interativo acaba por retardar, prejudicar ou mesmo inviabilizar a realização de uma tarefa, incomodando o usuário que utiliza o sistema interativo.

Assim, um problema de usabilidade revela-se durante a interação, atrapalhando o usuário e a realização de sua tarefa, mas que pode ter sua origem em decisões inadequadas de projetos.

Cybis et al. (2007), propõem uma classificação dos tipos de problemas de usabilidade que podem ser encontrados em uma interface. É possível classificar o problema encontrado como uma barreira, um obstáculo ou um ruído.

- **Barreira:** refere-se a um aspecto da interface com a qual o usuário esbarrará sempre que este tentar realizar uma tarefa. Uma barreira pode fazer com que o usuário desista da utilização de um sistema (figura 1);



Figura 1: Exemplo de barreira: a interface da ferramenta WinZip, a qual não oferece ao usuário uma opção para compactar o arquivo (Fonte: CYBIS et al , 2007).

- **Obstáculo:** é um aspecto da interface com o qual o usuário esbarra, mas aprende a superá-lo. Implica em uma perda de desempenho nas próximas tarefas;
- **Ruído:** é um aspecto da interface que pode ser superado mais facilmente do que um obstáculo ou uma barreira, entretanto o usuário pode desenvolver uma má impressão do sistema (figura 2);



Figura 2: Exemplo de ruído – falta de informação a respeito do método na interface do software Pixologic® Zbrush® (Fonte: a autora).

Dependendo do tipo de tarefa em que ele se manifesta, o problema de usabilidade pode ser considerado como principal ou secundário;

- **Principal:** refere-se a um aspecto da IU que compromete a realização de tarefas freqüentes ou importantes;
- **Secundário:** refere-se a um aspecto da IU que compromete a realização de tarefas menos freqüentes e/ou menos importantes.

Com base no tipo de usuário afetado, um problema pode ser classificado como geral, inicial, avançado e especial.

- **Geral:** refere-se a um problema que interfere no bom desempenho de qualquer tipo de usuário durante a realização de uma tarefa;

- **Inicial:** um aspecto da IU que atrapalha usuários iniciantes e intermediários na realização de uma tarefa;
- **Avançado:** é uma característica da IU que atrapalha usuários avançados na realização de uma tarefa;
- **Especial:** refere-se a um aspecto da IU que atrapalha usuários especiais (portadores de deficiência) na realização de tarefas, mas que outros usuários são capazes de suplantar sem prejuízos.

Os efeitos de um problema de usabilidade podem ser sentidos diretamente sobre o usuário e indiretamente sobre sua tarefa. Assim, por exemplo, efeitos sobre o usuário como uma sobrecarga perceptiva (dificuldade de leitura), cognitiva (desorientação ou hesitação) ou física (dificuldade de acionamento) podem provocar efeitos sobre a realização da tarefa, como perda de tempo, falhas ou perda de dados (CYBIS et al, 2007)..

## 2.2 Interação Humano-Computador (IHC)

Interação dentro do contexto homem-computador é o processo de comunicação que ocorre entre um usuário e uma aplicação de *software*.

A área de Interação Humano-Computador (IHC) tem por objetivo principal fornecer aos pesquisadores e desenvolvedores de sistemas explicações e previsões para fenômenos de interação usuário-sistema e resultados práticos para o *design* da interface de usuário. Com o conhecimento a respeito dos fenômenos envolvidos, é possível prever antecipadamente se um sistema a ser desenvolvido satisfaz as necessidades de usabilidade, aplicabilidade e comunicabilidade dos usuários. Para isto, estudos de IHC visam desenvolver modelos teóricos de desempenho e cognição humanos, bem como técnicas efetivas para avaliar a usabilidade (LINDGAARD, 1994).

Mais recentemente, algumas propostas têm enfatizado que além de usabilidade, as aplicações devem buscar atingir aplicabilidade (FISCHER, 1998) e comunicabilidade (SOUZA et al, 1998), oferecendo ao usuário artefatos fáceis de usar, aplicar e comunicar.

IHC é uma área multidisciplinar, que envolve disciplinas como (PREECE et al, 2005): Ciência da Computação; Psicologia Cognitiva; Psicologia Social e Organizacional; Ergonomia ou Fatores Humanos; Lingüística; Inteligência Artificial; Filosofia, Sociologia e Antropologia; Engenharia e *Design*.

No contexto de IHC, devem-se considerar quatro elementos básicos: o sistema, os usuários, os desenvolvedores e o ambiente de uso (CYBIS, et al., 2007). Estes elementos estão envolvidos em dois processos importantes: a interação usuário-sistema e o desenvolvimento do sistema. O currículo proposto para IHC identifica cinco enfoques para o estudo destes elementos e para a sua aplicação na melhoria dos processos de desenvolvimento e de interação usuário sistema. Para cada um destes focos, diferentes disciplinas proporcionam os estudos teóricos que podem ser aplicados ao desenvolvimento. São eles:

- **Design e desenvolvimento do hardware e software:** estudo de tecnologias de dispositivos de entrada e saída; e tecnologias de *software*, como ambientes gráficos e virtuais;
- **Estudo da capacidade e limitação física e cognitiva dos usuários:** considera estudos de ergonomia para avaliar limites de esforço físico do usuário, e estudos de psicologia e ciência cognitiva sobre a capacidade humana de memorização, raciocínio e aprendizado;
- **Instrumentação teórica e prática para o design e desenvolvimento de sistemas interativos:** envolve o conhecimento teórico a respeito dos fenômenos envolvidos; modelos para o processo de desenvolvimento que descrevam as etapas necessárias e como devem ser conduzidas; diretrizes, técnicas, linguagens, formalismos e ferramentas de apoio a estas etapas;
- **Modelos de interfaces e do processo de interação usuário-sistema:** para desenvolver modelos abstratos do processo de interação compatíveis com as capacidades e limitações físicas e cognitivas dos usuários;
- **Análise do domínio e de aspectos sociais e organizacionais:** para avaliar o impacto que o contexto onde o usuário se insere exerce sobre seus conhecimentos, sua linguagem e necessidades.

Dessa forma, entende-se que a interação entre homem e computador trata de processos, diálogos e ações que um usuário emprega para interagir com um

computador em um dado ambiente. Interação é a troca que ocorre entre usuários e computadores a partir de ações básicas e habituais. Para isso, são oferecidos diferentes estilos de interação, que permitirão ao usuário comunicar-se e interagir com o sistema computacional.

A seguir, serão apresentados os estilos de interação (item 2.2.1) e seus fatores favoráveis e desfavoráveis (item 2.2.2).

### **2.2.1 Estilos de interação**

O modelo (ou estilo) de interação é o conjunto de protocolos que permite ao usuário interagir com a aplicação. Estes protocolos, muitas vezes, são determinados por uma linguagem, e por isso o estilo de interação é também chamado de linguagem de interação. O modelo ou linguagem de interação determina as atividades mentais e físicas que o usuário deve desempenhar bem como os processos computacionais que o *software* deve ter para interpretar comandos e dados do sistema. O modelo de interação pode ser caracterizado por um padrão e por um estilo de interação.

O Estilo de interação é um termo genérico usado para referenciar o meio pelo qual o usuário se comunica ou interage com o sistema (PREECE et al, 2005).

A seguir serão apresentados seis estilos de interação utilizados em interfaces.

#### **2.2.1.1 Linguagem de comando**

Nesse estilo de interação, as instruções são enviadas ao sistema por meio de uma descrição textual. Os comandos podem ser compostos por teclas de função, por um único caractere, por palavras inteiras ou abreviações ou por uma combinação de teclas. Geralmente, as sentenças possuem a sintaxe na forma de instrução, mais parâmetros e opções. O usuário pode ter que digitá-lo por completo ou de maneira mais flexível, informando somente os complementos necessários conforme indicado na figura 3, onde é dado um comando ao *software* para que este crie uma esfera na janela de visualização.

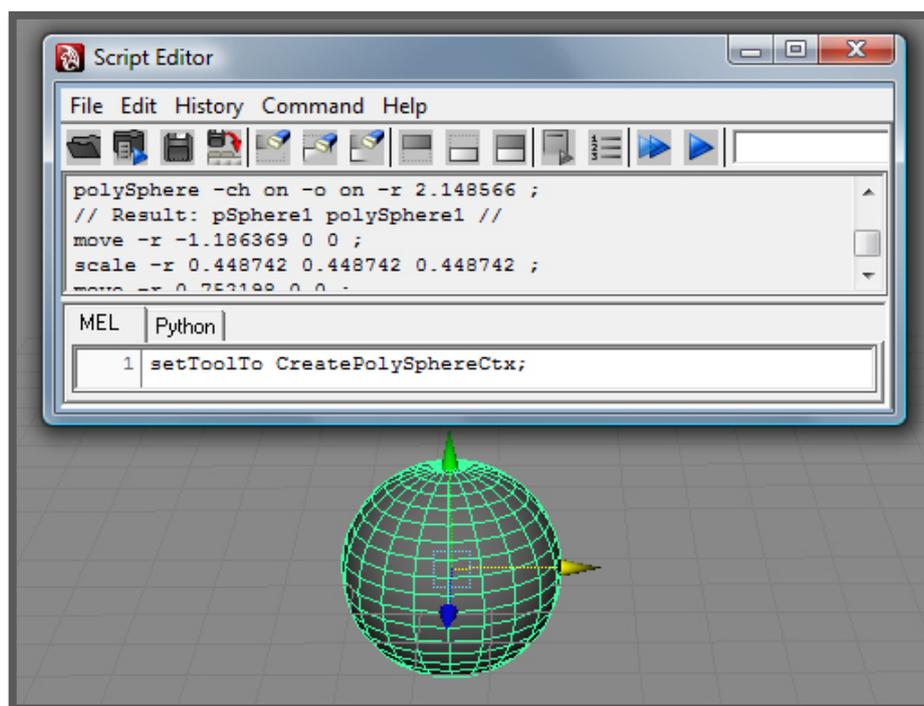


Figura 3: Estilo de interação por linguagem de comando na interface do software Autodesk® Maya®  
(Fonte: a autora)

### 2.2.1.2 Linguagem natural

Em razão de sua naturalidade, o uso da língua falada ou escrita como estilo de interação é considerado altamente desejável. Uma IU baseada em linguagem natural tenta aproximar a aplicação do usuário, pois privilegia a forma de comunicação deste último. Contudo, o sistema precisa lidar com construções vagas, ambíguas e até mesmo gramaticalmente incorretas (na fala ou na escrita) (PREECE et al, 2005).

Ainda não é possível desenvolver sistemas que compreendam qualquer expressão da linguagem natural, mas diversos tipos de sistemas especialistas utilizam com sucesso algum subconjunto da língua. O usuário deve aprender como usar tal subconjunto, para construir sentenças passíveis de interpretação (SOUZA, et al., 1999).

### 2.2.1.3 Menu

Um *menu* é um conjunto de opções apresentadas na tela, no qual a seleção de uma ou mais opções resulta em uma mudança no estado da IU (PAAP et al, 1988, apud SOUZA et al, 1999). Neste estilo de interação, os usuários não precisam

lembrar o item que desejam apenas reconhecê-lo. Para que este estilo de interação seja eficiente, portanto, os itens de *menu* devem ser auto-explicativos. Esse estilo é uma estrutura para tomada de decisões, uma vez que todas as alternativas disponíveis no momento são mostradas conforme mostra a figura 4.

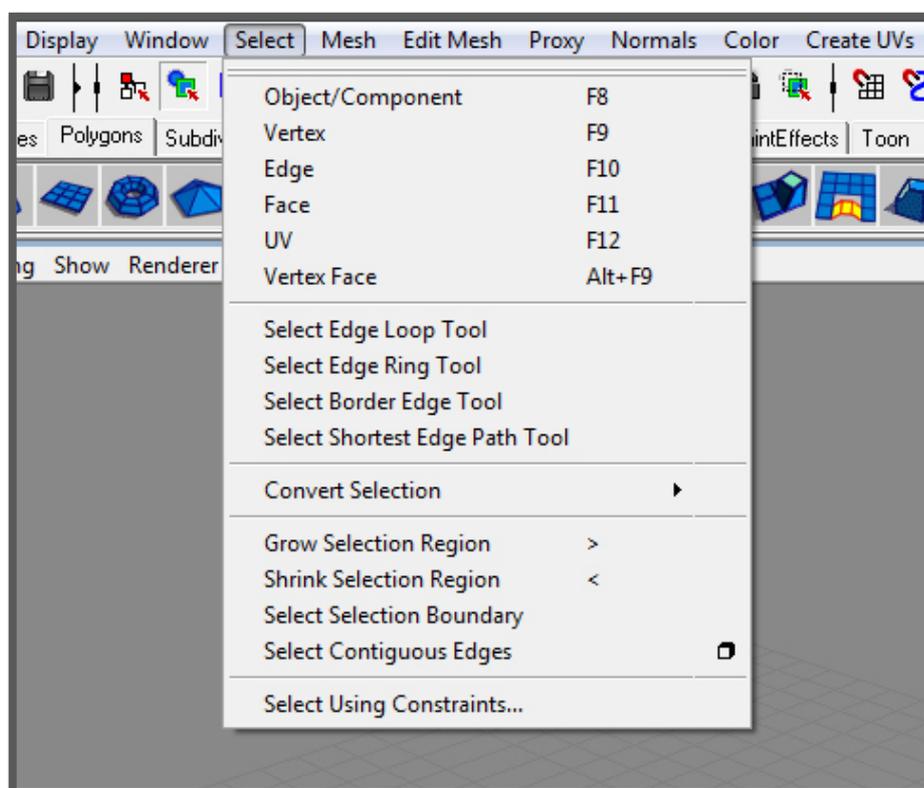


Figura 4: Estilo de interação por menus na interface do software Autodesk® Maya® (Fonte: a autora).

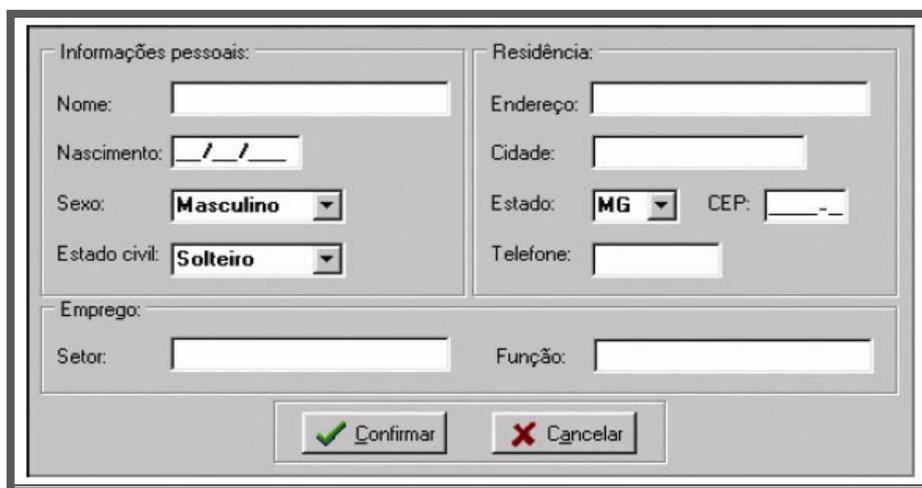
Uma das características mais bem estabelecidas sobre a memória humana é que se pode reconhecer algo mais facilmente do que se lembrar dele. O uso de *menus* é adequado para tal característica humana, pois o usuário passa por uma série de itens e reconhece aquele que representa a sua necessidade (SOUZA, et al., 1999).

#### **2.2.1.4 Preenchimento de formulário**

Este estilo é uma representação digital de um formulário de papel com informações explicativas e campos para entrada e modificação de diferentes tipos de dados. Este estilo de interação é útil especialmente quando diferentes categorias de informação devem ser fornecidas ao sistema, principalmente quando os mesmos tipos de dados devem ser digitados repetidamente (PREECE et al., 1994 apud

SOUZA et al., 1999). Estas interfaces são, em geral, fáceis de aprender. Para isto, devem deixar claro o tipo de dado que pode entrar em cada campo, facilitar a correção de erros de digitação e a verificação dos dados digitados, através de técnicas como dígitos verificadores e totalização de valores. Os aspectos principais que vão influenciar na usabilidade do sistema são a produtividade do usuário, a sua satisfação e o esforço físico provocado pelo sistema, uma vez que estes sistemas são projetados para que os usuários forneçam um grande número de dados ao longo de um dia de trabalho.

Conforme mostrado na figura 5, os formulários determinam dados específicos que devem ser preenchidos pelo usuário em campos pré-determinados.



O formulário é dividido em duas colunas principais: 'Informações pessoais:' e 'Residência:'.  
- 'Informações pessoais:' contém campos para Nome, Nascimento (formato \_\_/\_\_/\_\_), Sexo (dropdown com 'Masculino' selecionado), Estado civil (dropdown com 'Solteiro' selecionado) e Emprego (dropdown).  
- 'Residência:' contém campos para Endereço, Cidade, Estado (dropdown com 'MG' selecionado), CEP (formato \_\_\_\_-\_\_) e Telefone.  
- Abaixo dos campos, há dois campos de texto para 'Setor:' e 'Função:'.  
- Na base do formulário, há dois botões: 'Confirmar' com um ícone de checkmark verde e 'Cancelar' com um ícone de X vermelho.

Figura 5: Estilo de interação por preenchimento de formulário (Fonte: a autora).

### 2.2.1.5 Manipulação direta

Interfaces de manipulação direta são aquelas que permitem ao usuário agir diretamente sobre os objetos da aplicação, sem a necessidade de comandos de uma linguagem específica.

As interfaces gráficas que se utilizam da metáfora de *desktop*, como as do Apple Macintosh®, baseada no Xerox Star®, proporcionam um estilo no qual os usuários podem interagir com o gerenciador de arquivos do sistema operacional através de manipulação de ícones que representam arquivos, diretórios, discos e outros componentes computacionais. O usuário interage com ícones, utilizando o *mouse* ou outro dispositivo equivalente, através de ações do tipo clicar, arrastar, etc.

### 2.2.1.6 WIMP (Windows, Icons, Menus, and Pointers)

O estilo de interação WIMP, um acrônimo em inglês para Janelas, Ícones, *Menus* e Apontadores, permite a interação através de componentes de interação virtuais denominados *widgets*. Este estilo é implementado com o auxílio das tecnologias de interfaces gráficas, que proporcionam o desenho de janelas e o controle de entrada através do teclado e do *mouse* em cada uma destas janelas. Os *softwares* de interfaces que possuem estes estilos permitem a implementação de ícones para que o usuário possa utilizá-los na interação com o sistema através do *mouse*, comportando-se como dispositivos virtuais de interação.

WIMP não deve ser considerado um único estilo, mas a junção de uma tecnologia de *hardware* e *software*, associada aos conceitos de janelas que permitem a implementação de vários estilos. Nas interfaces WIMP é possível encontrar os estilos de *menus*, manipulação direta, preenchimento de formulário e linguagem de comandos. WIMP pode ser considerado um estilo ou um *framework* de IU apoiado pela tecnologia de interfaces gráficas (GUI – *Graphical User Interfaces*).

A figura 6 apresenta uma tela de aplicação no estilo WIMP:

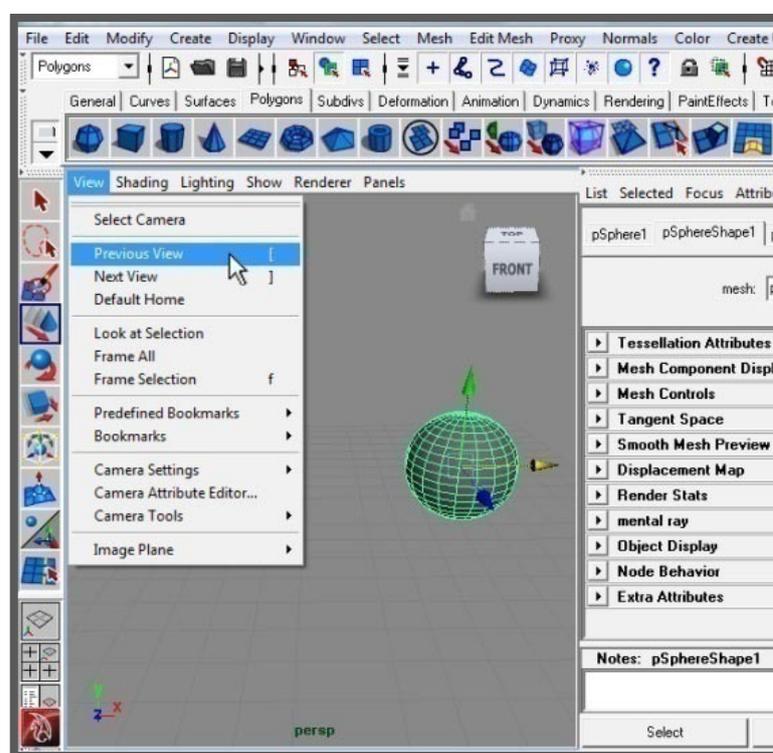


Figura 6: Estilo WIMP de interação na interface do software Autodesk® Maya®. (Fonte: a autora).

## 2.2.2 Fatores favoráveis e desfavoráveis dos de interação

Para uma análise dos estilos apresentados, Schneidermann (1998) descreve fatores favoráveis e desfavoráveis no uso destes estilos, os quais serão descritos na tabela 1.

Tabela 1: Fatores favoráveis e desfavoráveis dos estilos de interação  
(Fonte: adaptada de SCHNEIDERMANN, 1998).

Estilo de Interação	Fatores Favoráveis (F) e Desfavoráveis (D)	
<b>Linguagem de Comando</b>	<b>F</b>	É considerada poderosa por fornecer acesso direto à funcionalidade. Para o usuário mais experiente representa um ganho de eficiência.
	<b>D</b>	Conhecer a sintaxe dos comandos implica em uma substancial necessidade de treinamento e memorização. Os erros de digitação são freqüentes, mesmo entre os usuários mais experientes. A falta de padronização entre os sistemas é um fator importante na dificuldade de utilização desse estilo.
<b>Linguagem Natural</b>	<b>F</b>	Aproxima a aplicação do usuário, pois privilegia a forma de comunicação deste último. Beneficia os usuários com necessidades especiais.
	<b>D</b>	Atualmente, as aplicações possuem um dicionário de palavras e significados restritos ao domínio, exigindo o estabelecimento de diálogos precisos.
<b>Menu</b>	<b>F</b>	Fornece um formato familiar e um conjunto claro de opções para executar as funcionalidades. Exige pouco treinamento, memorização e entradas via teclado.
	<b>D</b>	O excesso de <i>menus</i> pode levar à lentidão da operação. Consome espaços de tela.
<b>Preenchimento de Formulário</b>	<b>F</b>	É útil quando diferentes categorias de dados devem ser fornecidas ao sistema, principalmente, quando são digitados repetidamente (ex. cadastros). São, em geral, fáceis de aprender.
	<b>D</b>	Consome espaços de tela.
<b>Manipulação direta</b>	<b>F</b>	Apresenta visualmente o conceito de tarefa (ex. copiar os arquivos de uma pasta para outra) e encoraja a exploração. O usuário pode imediatamente ver se sua ação está sendo aceita, do contrário, pode simplesmente alterá-la.
	<b>D</b>	Nem sempre uma representação visual é compreendida pelo usuário. Um ícone gráfico pode ser significativo, mas pode requerer muito mais tempo para ser aprendido do que uma palavra. Algumas ações podem ser ineficazes (por exemplo, quando se deseja dimensionar precisamente um objeto).
<b>WIMP</b>	<b>F</b>	Possibilita expor na sua interface todos os recursos que o sistema disponibiliza.
	<b>D</b>	A grande quantidade de informações pode gerar confusão em usuários pouco experientes e a interface pode parecer pouco organizada. O excesso e a variedade de elementos disponíveis na interface podem gerar lentidão na operação

## 2.3 Interfaces de Usuário (IU)

Uma interface é aquilo que interliga dois sistemas. É na interface gráfica dos sistemas interativos computacionais que ocorre o processo de interação do usuário com o aplicativo. Interação é o processo de troca de informações entre o usuário e o sistema através de solicitações do programa, ações e atitudes do usuário, que é conduzido com o propósito de atingir suas metas e objetivos (PREECE et al, 2005)

Esta interface é composta por uma coleção de dispositivos, por meio dos quais o usuário pode trocar informações com o sistema. Esses dispositivos são sensíveis às ações do usuário e são capazes de estimular a sua percepção para que ele possa avaliar e controlar o funcionamento do sistema (LEITE, 1998). Estes dispositivos são componentes de *hardware* e *software*. Os componentes de *hardware* compreendem os dispositivos com os quais o usuário realiza as atividades motoras e perceptivas. Entre eles estão a tela, o teclado, o *mouse* e vários outros. Os componentes de *software* são responsáveis por controlar os dispositivos de *hardware*, construir os dispositivos virtuais, com os quais o usuário também pode interagir gerar os diversos símbolos e mensagens que representam as informações do sistema e interpretar os comandos do usuário (SOUZA et al, 1998).

Segundo Pressman (1995), a interface é a parte visível para o usuário e, através dela, este é capaz de realizar as tarefas que deseja. Dessa forma, é nela onde podem ocorrer os principais problemas de interação usuário-sistema, podendo levar, muitas vezes, ao abandono da utilização desses aplicativos, por demora, erros, desgaste cognitivo, irritabilidade, perda de eficiência e eficácia.

Cybis et al (2007), afirmam que a dificuldade no desenvolvimento de interfaces de usuário (IU) ergonômicas deve-se ao fato de elas constituírem, fundamentalmente, sistemas dos quais os usuários são agentes ativos, atores de comportamento não determinístico, cujas mudanças na maneira de pensar e de comportar-se são tanto consequência como causa de um ambiente tecnológico sempre em evolução. As mesmas entradas e saídas do sistema podem significar coisas diferentes para diferentes pessoas, em função do momento e dos contextos em que elas se encontram.

A fim de evitar desgastes e também de garantir um uso eficaz e eficiente de um aplicativo, é necessário que se considere a interface de usuário dos sistemas

computacionais. A interface influencia na satisfação e na eficiência da utilização do *software*, nos custos de treinamento, no suporte técnico, entre outros fatores.

Entende-se, então, que a IU é o conjunto completo de aspectos de um sistema computacional que inclui: dispositivos de entrada e saída de dados; informação apresentada ao usuário ou enviada pelo usuário; retorno oferecido ao usuário; comportamento do sistema; documentações ou programas de treinamento associados; e ações do usuário com respeito a todos esses aspectos.

### **2.3.1 Interfaces de usuário em *softwares* 3D**

Toni Parisi (1997), um dos criadores da linguagem VRML, afirma que a maioria dos gráficos 3D é por essência 2D, pois são representados em uma janela bidimensional na tela, ainda que também seja possível encontrar sistemas de representação totalmente 3D, como é o caso do sistema CAVE (Lab, University of Michigan 3D), embora a diferença fundamental seja que os métodos de visualização (em condições normais na tela do computador), são somente monoculares, e no sistema estereoscópico CAVE, são considerados binoculares, pois fazem uso de dispositivos especiais para visualização das projeções tridimensionais.

Uma dificuldade encontrada em sistemas tradicionais é a modelagem de objetos 3D utilizando dispositivos bidimensionais, como navegação, manipulação de objetos, entre outros. O processo de interação em ambientes virtuais, como é o caso da CAVE, consiste na capacidade reativa do sistema em detectar e responder a cada ação do usuário através de modificações instantâneas no ambiente virtual. Trata-se de um processo contínuo que tanto pode ser realizado através de dispositivos especiais como convencionais. A interação em ambientes tridimensionais é realizada com o objetivo de efetuar operações de seleção, manipulação e navegação no ambiente tridimensional (NEDEL et al, 2003).

O usuário efetua ações no ambiente virtual através dos dispositivos de entrada. Estas ações (estímulos motores) são efetuadas através de técnicas de interação, que correspondem a métodos através dos quais o usuário especifica comandos e dados para o sistema computacional para executar tarefas. A resposta do sistema se dá através de dispositivos de saída que estimulam os sentidos do usuário.

A percepção é o resultado de uma cadeia de processamentos de estímulos obtidos pelos diferentes sentidos, como a visão, a audição e o tato. Tais estímulos são processados e assimilados pelo cérebro e, juntamente com as expectativas criadas com base em experiências anteriores, definem como as pessoas interagem com o ambiente. O fato, entretanto, é que as aplicações 3D convencionais são programadas para funcionar em um dispositivo bidimensional, o que permite alguns questionamentos a respeito da adoção de técnicas de interação totalmente imersivas, e o abandono dos tradicionais dispositivos *widgets*.

Nielsen (1998), faz um comentário espirituoso onde ele afirma que as representações 2D são mais adequadas à maneira como visualizamos o espaço:

*“2D é melhor do que 3D... porque pessoas não são sapos. Se fôssemos sapos, com os olhos posicionados nas laterais da cabeça, as coisas seriam diferentes, mas os seres humanos têm seus olhos posicionados na parte frontal de suas faces, olhando diretamente à frente.”*

Nielsen (1998) afirma que o uso da estereoscopia em sistemas de visualização seja superestimado em alguns casos, e que no desenvolvimento de uma interface para uma aplicação 3D devem ser tomadas algumas precauções a fim de não ampliar o nível de dificuldade no uso de um sistema, já que a tela do computador e o *mouse* são dispositivos 2D, e é difícil controlar um espaço 3D com técnicas de interação que são de uso comum atualmente e foram concebidos para manipulação 2D (por exemplo, arrastar, deslocar).

Mendez (2001) apud Masó (2008), descreve os ambientes virtuais como eminentemente visuais, assim como as interfaces em *softwares* 3D. As imagens que elas mostram são geradas graças aos gráficos 3D. Porém, programar e usar *softwares* de gráficos 3D é muito trabalhoso. Não se trata somente das linguagens de programação, mas as inúmeras técnicas de modelagem, ferramentas visuais e animação.

Por um lado, são necessários conhecimentos técnicos para entender o espaço 3D, as transformações geométricas, os métodos de iluminação, por exemplo. Por outro lado, também são necessárias habilidades artísticas para dar forma tridimensional àquilo que só existe do papel ou na mente do artista. Ainda que se recorra a modelos comerciais para criar uma animação, no final a cena deverá receber uma composição, e ser otimizada para que obtenha bons rendimentos. Estes são alguns dos aspectos que mais diferenciam as aplicações gráficas 3D das

aplicações gráficas 2D administrativas, como processadores de texto, aplicações para cálculo ou base de dados, e as aproximam mais das aplicações multimídia e hipermídia (MASSÓ, 2008).

Uma similaridade que pode ser observada entre esses dois tipos de aplicação é a utilização de interfaces estilo WIMP. Estas aparentemente são adequadas para tarefas de escritório convencionais e seus benefícios são reconhecidamente substanciais, porém sabe-se que ainda existem limitações (Furness, 2001 apud Massó, 2008), algumas das quais são descritas abaixo:

- a) a informação ainda é muito codificada;
- b) a representação é tridimensional;
- c) o campo de visão das janelas é muito reduzido;
- d) o usuário observa a informação de fora (não se aproveita a forma como o ser humano organiza o que percebe ao seu redor);
- e) a representação não é transparente (não pode se sobrepor a objetos na cena);
- f) a interface exige que o usuário se adapte ao computador;
- g) as interfaces não são intuitivas (demandam grande tempo de aprendizagem).

A interface de uma aplicação WIMP não é transparente ao usuário como seria a interface ideal. Não é natural para o usuário mover o ponteiro do *mouse* até o *menu* de edição, para que este aponte opções de tarefas. Ainda que no quadro atual de desenvolvimento tecnológico este tipo de organização ainda se faça necessária (para a inserção de unidades de informação exatas, por exemplo), o uso desnecessário em todas as ferramentas de um sistema exige do usuário um esforço tão grande, que este resiste em aprender mais funções do que já conhece. Este uso inadequado obriga o usuário a executar grandes seqüências de ações de “apontar e clicar” até alcançar a função desejada, causando uma indesejável perda de tempo na manipulação da interface (MASSÓ, 2008).

Dessa forma, não se pode dispensar o uso desta tecnologia, se forem levados em conta os dispositivos que atualmente são utilizados, mas uma reestruturação de seus aspectos indesejáveis para utilização neste tipo de aplicação deve ser considerada.

## 2.4 Identificando o Usuário

Para Mayew (1992), o princípio fundamental do *design* de interfaces - do qual derivam todos os outros - é conhecer o usuário. Esta não é uma tarefa simples, se forem considerados os diferentes aspectos cognitivos e mesmo físicos dos usuários, o que com certeza dificulta o mapeamento do perfil e de suas necessidades (SHNEIDERMAN, 1998). O erro mais comum entre desenvolvedores seria fazer duas pressuposições: primeiro, que todos os usuários são iguais; segundo, que todos os usuários são iguais ao próprio desenvolvedor. Essas pressuposições errôneas levam às conclusões de que: primeiro, se a IU for fácil de aprender e de usar para o desenvolvedor, ela também o será para o usuário final; e, segundo, se a IU for aceitável para um ou dois usuários, ela será aceitável para todos.

Para que erros como este sejam evitados, faz-se necessário traçar o perfil do usuário que atuará operando o *software*. Dessa forma, se faz necessário conhecer: o nível educacional, o nível de leitura, a alfabetização tecnológica, a experiência na tarefa (conhecimento semântico), a experiência no sistema (conhecimento sintático), a experiência no aplicativo, a língua e o uso de outros sistemas informatizados.

Em se tratando puramente de percepção, é pelos sentidos, principalmente pela visão, que os usuários percebem a IU do sistema que estão operando. A memória armazena as informações adquiridas para uma posterior recuperação e utilização; essa memória divide-se em duas: a de curto prazo e a de longo prazo. Entre elas, existe um *buffer* com tamanho limitado, armazenando as informações absorvidas a partir da percepção do usuário. Posteriormente, a informação é armazenada na memória de curto prazo e, dependendo da extensão de tempo de reuso, na memória de longo prazo, onde ficam armazenados os conhecimentos semânticos e sintáticos. Afora esse conhecimento essencial da percepção e cognição humana, os projetistas de IU devem entender que o usuário está interessado em fazer o trabalho dele, e o produto deve ajudá-lo a fazer mais facilmente. As pessoas não desejam um processador de textos, elas querem é escrever relatórios e livros de maneira eficaz. Se o trabalho a ser executado exigir, o usuário, se não tiver opção, terá de usar o produto disponível, gostando ou não dele (WISNER, 1994).

A visão da ergonomia moderna, centrada no usuário, salienta que usuário e sistema não são parceiros iguais de trabalho. O usuário é quem controla o sistema. Portanto, é ele quem tem condições de delinear o que realmente deseja que o sistema execute e quais as respostas que espera que provenha dos seus comandos. Ao interagir com o sistema, o usuário traz consigo um conjunto de características, podendo afetar positiva ou negativamente o sistema. Em geral, as repercussões positivas são em maior número, resultando em maior eficiência e segurança.

Quando se trata de classificar o usuário, os critérios nível de conhecimento e experiência atual que ele tem com o sistema a ser utilizado, com as interfaces que o compõem, com informática em geral e, também, o quanto domina da tarefa a ser realizada são os mais utilizados. O conhecimento do sistema que ele está operando pode ser sintático, quando não domina a mecânica da interação exigida para o uso da interface, ou semântico, quando o usuário já possui uma percepção subjacente da aplicação ou uso do computador em geral (NIELSEN, 1993).

Acrescentando-se a isso, de acordo com a Microsoft®, técnicas de projeto com foco no usuário foram utilizadas e geraram as seguintes informações:

- **Usuários iniciantes** – Costumam apresentar dificuldades no uso do *mouse*, assim como em clicar e arrastar objetos na tela. Desconhecem a diferença entre o clique e o duplo-clique e têm dificuldades para gerenciar o tempo necessário entre as duas ações. A administração das janelas pode se tornar difícil; quando uma janela encobre a outra, o iniciante geralmente pensa que ela não existe mais. Esses usuários têm problemas no gerenciamento de arquivos, porque a organização de arquivos ou pastas em mais de dois níveis se distancia do modelo físico.
- **Usuários intermediários** compreendem melhor hierarquias de pastas, mas podem apresentar dificuldades em mover e copiar arquivos.
- **Usuários avançados** querem eficiência. Nesse caso, o desafio de se construir uma boa IU é o de oferecer eficiência sem prejudicar os usuários menos experientes. No caso de interfaces para usuários avançados uma boa alternativa é apresentar-lhes atalhos. Usuários avançados podem ser dependentes de interfaces específicas, de modo que não ficará muito fácil lidar com mudanças em uma IU já conhecida.

GRIBBONS (2003), identificou e descreveu cinco grandes grupos de usuários de interfaces em *softwares* computacionais:

- **Usuário corporativo** - O usuário utilizava em média três a quatro pacotes de *software* no final dos anos 80, mas atualmente está utilizando oito a dez pacotes. Os programas sofrem freqüentes atualizações. O autor prevê que este indivíduo logo atingirá o seu limite em termos de capacidade de adaptação e de aprendizado.
- **Usuários funcionalmente iletrados** – O desafio neste caso é a incapacidade do funcionalmente iletrado de aprender a operar e manter um sistema. Ele não possui habilidade cognitiva de se moldar a um sistema que não espelha diretamente as suas necessidades. Há também a restrição de memória, a dificuldade de ler instruções escritas e a inabilidade de organizar tarefas.
- **Usuários internacionais** – Há anos, os grandes produtores de programas passaram a obter a maior parte de seu faturamento de vendas internacionais. Os campos da comunicação intercultural e do *design* sugerem importantes áreas a serem estudadas e desenvolvidas.
- **Idosos** - Os mais velhos passam pela experiência da memória em declínio, têm perda da acuidade visual e uma habilidade decrescente em detectar cores. Esse trabalhador ainda pode ter dificuldades de controle motor e problemas em mecanismos de input, como o *mouse*;
- **Jovens** - Seu aprendizado brota da própria interação com o computador. Crianças e jovens beneficiam-se de uma interação multissensorial que vai muito além de controles verbais ou simplesmente gráficos. O autor afirma que este grupo trará mudanças revolucionárias, pois cresceu profundamente condicionado pelas novas mídias. Isso significa dizer que os padrões de usabilidade mudarão, no futuro, assim como muda a população de usuários. Uma boa IU – amanhã - pode ser algo totalmente diferente do que é hoje.

De acordo com Leulier et al. (1998), usuários experientes e inexperientes têm necessidades distintas. Nesse caso, é necessário organizar o sistema para os diferentes tipos, sendo desejável oferecer ao inexperiente uma explicação passo – a - passo das ações.

O novato deve ser guiado através de passos progressivos, permitindo aos mais experientes o *by-pass* (salto) de certas etapas do hipertexto para atingir diretamente o seu destino.

Quando se discute perícia dos usuários, é necessário levar em consideração a experiência destes em relação a uma IU específica, estes normalmente, podem ser classificados em novatos ou experientes ou se localizam em algum lugar entre estes extremos.

Em um sistema hipotético para um usuário novato, o mesmo deve apresentar fácil aprendizagem e pouca eficiência na utilização. Para o caso de usuários experientes, o sistema pode apresentar maior dificuldade de aprendizagem e alta eficiência na utilização.

De acordo com Nielsen (1993), há vários elementos de IU que podem colaborar com o aumento da perícia do usuário sem interferir nas ações pretendidas de usuários novatos:

- a) **teclas de atalho** – opções que são indicadas nos *menus*, na forma de combinação de duas ou mais teclas que apresentam a mesma função desejada;
- b) **barra de ferramentas** – conjunto de ícones que executam a mesma tarefa encontrada em diversas opções nos *menus*;
- c) **macros** – utilização de um conjunto de comandos com o objetivo de realizar uma tarefa com um determinado nível de complexidade;
- d) **sistemas de ajuda on-line** – permitem a qualquer nível de usuário aprofundar seus conhecimentos nas técnicas de interação disponíveis em um determinado ambiente, sugerindo melhores alternativas e caminhos para alcançar um objetivo. Colabora com a transição do usuário novato para experiente.

Existem IU desenvolvidas com o objetivo de proporcionar a interação com usuários novatos em situações onde, quase sempre, serão utilizadas apenas uma vez, são os casos de quiosques que possuem informativos multimídias e estão dispostos em lugares públicos com dados gerais de localização entre outros.

Outras necessitam de uma série de leituras de instruções passo a passo basicamente apresentando o mesmo formato, que conduzem o usuário na execução

de uma tarefa objetiva, tais como programas de instalação, rotinas de formatação de discos, cópias de arquivos, etc.

Alguns sistemas apresentam IU com dois grupos distintos de *menus*. Os *menus* curtos são normalmente desenvolvidos para usuários novatos, apresentando funções básicas e recursos limitados.

Já os *menus* longos são criados para os usuários experientes, contendo uma grande variedade de recursos. Eles permitem à IU disponibilizar uma vasta gama de recursos aos usuários experientes, sem interferir na interação do novato.

A maioria das IU, contudo, são desenvolvidas tanto para novatos, como para experientes e apresentam a característica de possuir os dois estilos.

É importante destacar que, em sistemas que apresentam certo grau de complexidade, nenhum usuário apresenta perícia completa em um nível de abrangência total, ou seja, até mesmo um usuário experiente deve apresentar características de usuário novato ao interagir com partes específicas do sistema com as quais não esteja familiarizado. Desta forma, mesmo usuários experientes podem necessitar de auxílio na compreensão de tarefas desconhecidas e IU não utilizadas comumente.

Outro fator que influencia no desenvolvimento de IU é o nível de domínio da tarefa por parte do usuário na utilização de um determinado sistema. Se o domínio do usuário for considerável, podem-se usar terminologias específicas e uma alta densidade de informação na tela. Nos casos em que o domínio da tarefa é diminuto, faz-se necessário o desenvolvimento de IU mais explicativas com terminologias menos especializadas e uma densidade de informações baixa (NIELSEN, 1993).

Partindo do exposto, observa-se que a usabilidade aplicada à IU depende de diversos fatores de ordem subjetiva, tais como: nível de qualificação do usuário, tipo de aplicação, capacidade de aprendizagem, aceitação/rejeição, domínio da tarefa, complexidade do sistema, entre outros. Além disso, em alguns casos, a IU é gerada a partir de suposições empíricas do projetista ou baseada na opinião do usuário, o qual pode não apresentar qualificação para tal (NIELSEN, 1993). Essa prática, na maioria das vezes, contempla poucos ou nenhum dos critérios acima descritos, ocasionando uma baixa qualidade na interface.

Com base nessas informações, é possível concluir que, para que qualquer tipo de sistema seja desenvolvido, é necessário compreender quais são as necessidades do usuário. Entretanto, na maioria dos casos, torna-se muito difícil

estabelecer com precisão o tipo de usuário para quem se destina uma determinada aplicação, forçando muitos desenvolvedores a projetar interfaces que ignoram tais particularidades.

Por esta razão, diversas pesquisas estão avaliando como construir interfaces que se adaptem às necessidades específicas dos usuários. A distinção mais comum, entretanto, encontrada na bibliografia atual, trata de dois perfis particulares de usuários, (MASSÓ, 2008), onde o primeiro se enquadra em uma classe de usuários com conhecimentos especializados e um uso contínuo de uma aplicação e o segundo caso refere-se a um perfil de usuário com conhecimentos mais gerais e uso mais esporádico de um sistema. De maneira geral, os usuários pertencentes ao primeiro grupo podem sacrificar tempo para aprender um conjunto mais amplo de funções e os atalhos que reduzam os custos da interação. No segundo caso, os usuários buscam uma interface onde não seja exigida uma aprendizagem prévia, de maneira que uma solução possível seja reduzir o número de funções disponíveis ou aumentar o custo de interação com *menus* e diálogos (MASSÓ, 2008).

O objeto deste estudo refere-se principalmente a esse segundo grupo de usuários e busca subsídios teóricos que se focam num bom aprendizado do uso de um sistema de modelagem 3D. Algumas alternativas que favorecem esta qualidade têm sido alvo de muitas pesquisas na área de Usabilidade e Interação Humano-Computador.

Interfaces que se adaptem ao seu usuário, favorecendo um rápido aprendizado, têm se mostrado eficientes em sistemas que objetivam promover um sistema de aprendizado adequado às características individuais e capacidades de cada usuário, principalmente em atividades complexas, como é o caso dos sistemas de modelagem 3D (BRUILLARD, 1997).

## **2.5 Tipos de Interfaces Inteligentes**

Os problemas de desenvolvimento dos sistemas interativos ocorrem, em grande parte, devido à complexidade da modelagem das especificações conceituais (dados e funções de um sistema). Os métodos de desenvolvimento e linguagens de modelagem, que apóiam esta modelagem, apresentam uma grande quantidade de diagramas com extensivas notações (SHNEIDERMAN, 1998).

Além disto, aspectos interativos relativos ao controle do diálogo homem-computador não são fáceis de projetar ou implementar. Ferramentas computacionais que construam interfaces automaticamente, a partir de especificações conceituais, visam atenuar estes problemas. No entanto, é preciso uma atenção especial no projeto e implementação deste tipo de sistema, pois a usabilidade das interfaces construídas pode ficar comprometida, caso elas se adaptem mal às necessidades do usuário.

Sabe-se que os usuários possuem necessidades diversas em função de suas diferenças individuais. A maioria das ferramentas de desenvolvimento existentes não trata as diferenças individuais durante a modelagem de um sistema interativo (KOLSKI et al,1992).

A Inteligência Artificial (IA), em conjunto com as ciências cognitivas, a ciência da computação e os modelos de interação Homem - Computador permitiu o desenvolvimento, nos anos 80, de uma nova área de pesquisa: as interfaces inteligentes. Uma IU Inteligente é aquela que provê ferramentas para minimizar a distância cognitiva entre o modelo mental da tarefa por parte do usuário e a forma como a tarefa é apresentada ao usuário pelo computador (KOLSKI, et al., 1998).

Uma IU configurável, que não é inerentemente inteligente, permite uma adaptação a preferências pré estabelecidas do usuário. Uma IU Adaptativa considera o possível comportamento do usuário e suas preferências estabelecidas e os generaliza se adaptando ao comportamento do usuário durante a interação com ele.

A seguir, são apresentadas a Interface Configurável, a Interface Adaptável e suas formas de adaptação.

### **2.5.1 Interface configurável**

A IU configurável permite ao usuário alterar propriedades que lhe estiverem disponíveis de acordo com a sua preferência, como cores, disposição, tamanho dos objetos na tela, entre outros. Desta forma, o usuário pode sentir-se mais à vontade ao dispor os elementos da maneira que melhor lhe satisfizer, podendo também selecionar opções e incluir ferramentas no momento que achar oportuno (ORTH, et al., 1993).

Uma vez adicionadas essas propriedades, o sistema pode salvar o conjunto de opções e/ou propriedades que o usuário selecionou. O usuário também pode descartá-las quando elas não lhe forem úteis.

A personalização da IU exige certo conhecimento do usuário sobre o sistema que ele está usando e um alto nível de intervenção do usuário. Por isso, ao se desenvolver uma IU configurável há de se ter um cuidado maior ao dispor o controle ao usuário de modo a não confundi-lo, pois a maior parte dos usuários, mesmo conhecendo a existência de mecanismos que permitem fazer o ajuste da IU ao seu gosto pessoal, não o fazem. A maioria prefere perder tempo em ajustar-se a si mesmo à IU do jeito que a receberam (ORTH, et al., 1993).

Para o projeto de desenvolvimento de IU proposto no presente estudo, este tipo de IU não é considerado apropriado, já que pode exigir do usuário necessita um amplo conhecimento prévio das ferramentas que o sistema disponibiliza o que dificulta a interação com o sistema quando utilizado por usuários iniciantes.

### **2.5.2 A interface adaptável**

Neste tipo de IU, a configuração dos seus elementos é feita a partir de uma análise das ações do usuário, seus objetivos, preferências, e estilos cognitivos, para realizar um adequado planejamento das atividades e meios que lhe serão disponibilizados.

Cada usuário tem níveis de conhecimento, habilidades e preferências bastante variadas. Nesse contexto surge a necessidade de construir sistemas que se adaptem a cada tipo de usuário ou grupo de usuários com características comuns.

É possível adaptar sistemas de acordo com o conhecimento ou experiência do usuário, histórico de ações anteriores, propriedades cognitivas, objetivos e planos do usuário, seus interesses e preferências (LIMA, 2002).

Segundo Lima (2002), a adaptação das componentes de apresentação permite esconder detalhes da matéria que não são de interesse direto do aprendiz, geralmente porque ainda não atingiu um nível de conhecimentos que lhe permita compreender essa matéria.

Interfaces adaptáveis se fazem extremamente necessárias em sistemas utilizados com frequência e com o passar do tempo, vão moldando-se e inserindo

novas habilidades consideradas necessárias ao usuário ou que ele precise e esteja apto a utilizar.

Um importante componente dos sistemas interativos adaptáveis é a habilidade para modelar os usuários do sistema. A modelagem de usuários é essencial em sistemas que tentam adaptar seu comportamento aos usuários para interagir de forma mais inteligente e individualizada.

A adaptabilidade é definida como uma propriedade da IU que permite ajustá-la a certas circunstâncias, ou alguns de seus parâmetros podem ser adaptados a certas especificações. A interface adaptável pode observar as ações do usuário e, a partir delas, gerar um conjunto de suposições responsáveis em determinar a melhor forma de interação, sem necessitar que o usuário defina o que fazer. Neste caso, dependendo do tipo de usuário, a interface pode, por exemplo, trabalhar com *menus* ou então com linhas de comando, visando um maior conforto do usuário em sua utilização (CARDOSO, 2000).

No que se refere a interfaces adaptáveis (LIMA, 2002) analisa duas abordagens distintas:

- a) adaptar a IU baseada na maneira como o usuário interage com ela: tornar mais fácil o acesso a certas funções como, por exemplo, mudar a ativação de um procedimento realizado por *menus* para uma ativação realizada por botões. Isto depende das ações do usuário durante o tempo de interação;
- b) adaptar a organização das informações presentes na IU do usuário: um exemplo é o sistema de hierarquias utilizado pelo navegador *Google Chrome*. Nesta aplicação, a organização dos nodos da *web* ocorre de acordo com a navegação do usuário, nodos menos visitados tendem a tomar um lugar menos privilegiado, conforme mostra a figura 7:

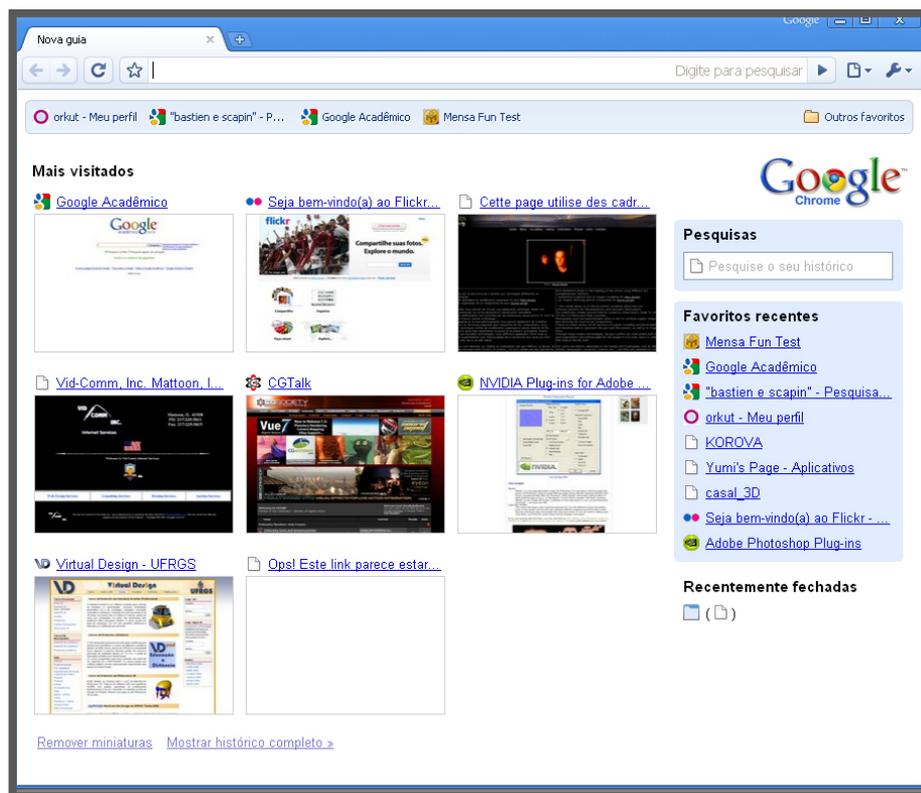


Figura 7: Exemplo de interface adaptável através de hierarquias por frequência de visitação no Google Chrome<sup>®</sup> (Fonte: a autora)

Interfaces adaptáveis se fazem extremamente necessárias em sistemas no qual o usuário trabalha com frequência e, com o passar do tempo, vão se moldando ao usuário e inserindo novas habilidades que este necessite ou esteja apto a utilizar. A adaptabilidade de um sistema diz respeito a sua capacidade de reagir conforme o contexto, e as necessidades e preferências do usuário. Uma IU não pode atender ao mesmo tempo a todos os seus usuários em potencial. Para que ela não tenha efeitos negativos sobre o usuário, esta IU deve, conforme o contexto, se adaptar ao usuário. O *Software* Adaptável permite a personaliza o da IU a fim de levar em conta as exigências da tarefa, as estratégias ou os hábitos de trabalho dos usuários (CARDOSO, 2000).

(FRAINER 1991 apud LIMA, 2002) propõe duas formas de adapta o: adapta o explícita e adapta o implícita:

### 2.5.2.1 Adapta o explícita

Também chamada de adapta o pelo usuário,   o tipo de adapta o onde o usuário configura a IU da maneira que lhe   conveniente.

Em interfaces de seleção de *menus*, por exemplo, o usuário pode selecionar as cores ou fontes de cada um dos seus componentes, ou até mesmo a estrutura de *menus* que queiram utilizar.

### **2.5.2.2 Adaptação implícita**

É também denominada de auto adaptação. Neste caso a IU se configura de acordo com os padrões de utilização pelo usuário. Os critérios podem ser variados, entretanto é comum que esta adaptação ocorra seguindo critérios como frequência de uso do *software* ou de determinadas ferramentas.

De acordo com Lima (2002), alguns dispositivos de auto instrução e tutores são mal vistos pelos usuários por consumirem tempo e não produzirem trabalho. Interfaces auto adaptáveis tentam diminuir os requisitos de aprendizagem possibilitando o uso do sistema com maior fluidez por usuários novatos.

No caso de uma IU para *softwares* de modelagem 3D este estudo propõe que sejam utilizados os dois tipos de adaptação de interface, de modo a auxiliar o usuário novato na execução de suas ações, bem como oferecer liberdade ao usuário mais experiente numa configuração que esteja de acordo com as suas expectativas.

Técnicas de personalização da interface são perfeitamente aplicáveis para disponibilizar informação de maneira fácil e rápida, pois ajudam a selecionar e organizar as informações úteis aos usuários de modo que elas sejam rapidamente encontradas, bem como conduzir de forma organizada o usuário durante o aprendizado do sistema. Esta técnica, entretanto não funciona isoladamente caso a interface não desperte interesse ao usuário.

Nesse sentido, o presente trabalho oferece introdução teórica relacionada a aspectos cognitivos e que se aplicam de forma abrangente a grande maioria das pessoas. O conhecimento dessas características comuns tem sido foco de interesse de designers, que buscam desenvolver produtos interativos que provoquem tipos específicos de respostas emocionais nos usuários(PREECE et al, 2005).

## 2.6 Ícones

Um ícone pode desempenhar com vantagens a função de identificação de um objeto. Segundo Souza (1999), as pessoas costumam memorizar mais facilmente uma imagem do que uma palavra. Isto, no entanto, não estabelece vantagem incontestável para a memorização de um ícone. Visualmente, os ícones são mais distintos do que palavras, porém sua condição de símbolo visual exige um tratamento especial, para que se tornem memorizáveis.

Cybis et al. (2007), afirmam que os Ícones substituem uma unidade de significado que, representada por um texto, ocuparia mais espaço. Por este motivo, os ícones são de grande utilidade em interfaces de usuários, onde o espaço limitado da tela do computador exige uma organização dos dispositivos de interface de modo a promover funcionalidade máxima, ocupando uma porção mínima de espaço.

Para melhor memorizar um ícone, é indispensável que ele possua características visuais associadas ao universo de conhecimento do indivíduo, para que este possa processar, no cérebro, o mecanismo de estocagem. Do contrário, ele terá mesmo de aprender o seu significado por meio de informação específica.

De acordo com Chevalier, 1980 apud Cybis, et al. (2007), um ícone pode corresponder a diferentes tipos de representações:

- **Símbolo** – é uma representação gráfica concreta, isto é, motivada em objetos reais (a metáfora da lixeira, por exemplo);
- **Emblema** – é uma figura adotada por convenção para representar uma idéia, um ser físico ou moral (exemplo: bandeiras ou logomarcas);
- **Atributo** – um acessório característico usado para designar o todo (exemplo: garfo e faca para representar um restaurante);
- **Arquétipo** – exemplar de uma categoria é usado para representar o conjunto (exemplo: histograma para representar as escolhas possíveis em termos de gráficos de dados);
- **Analogia** – uma figura explora uma semelhança ou relação entre seres ou noções essencialmente diferentes (exemplo: taça de cristal usada como símbolo de fragilidade).

Cybis, et al. (2007), recomendam que os seguintes cuidados sejam tomados ao desenhá-los:

- a) definir ícones claros, significativos e pequenos;
- b) desenhar ícones simples, com poucos elementos;
- c) usar símbolos, emblemas arquétipos e metáforas de objetos em vez de abstrações sobre idéias ou conceitos;
- d) ampliar os elementos significativos dos ícones que os distinguem;
- e) evitar contornos espessos;
- f) usar poucas cores;
- g) desenhar ícones consistentes em seu conjunto;
- h) respeitar a escala dos outros objetos da tela. Não os fazer muito grandes nem muito pequenos;
- i) usar um número reduzido de ícones (não mais do que 20).

Caso a interpretação possa estar associada com alguma tarefa perigosa ou erros, Cybis, et al. (2007), recomendam a adoção de rótulos identificadores das funções dos objetos aos quais os ícones estão associados.

Uma alternativa interessante é empregar bolhas de ajuda (*tool-tips*), com sua identificação, ou mesmo uma pequena descrição do objeto ou função.

## 2.7 Sistemas de Modelagem Tridimensional

De acordo com Conci et al (2003), modelagem refere-se à área da ciência da computação que utiliza de técnicas de computação gráfica, matemática aplicada e computacional como ferramentas para criar representações abstratas (virtuais) de sistemas físicos, objetos ou processos. Uma ferramenta de modelagem é simplesmente um método de se obter uma instância (*objeto*) de um certo modelo geométrico ou gráfico.

Existem diversos tipos de modelagem para as diversas aplicações que usam um modelo 3D, como por exemplo, NURBS, VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) que é uma linguagem padrão para desenvolvimento de aplicações de Realidade Virtual multi-usuário na *Internet*. Este trabalho foca-se, entretanto em

representações poligonais como malhas triangulares que são geralmente usadas na área de entretenimento.

A seguir, apresenta-se a modelagem geométrica poligonal e a análise das IU de *softwares* comerciais de modelagem tridimensional.

## 2.8 Modelagem Geométrica Poligonal

Técnicas de Modelagem Geométrica surgiram na indústria automobilística desde os anos 50, aonde vêm sendo utilizadas principalmente para definir formatos das carenagens de carros. Essas técnicas têm como finalidade o controle sobre o formato do objeto.

Segundo Adams (1994), a modelagem poligonal também chamada de *B-rep* (*Boundary Representation*) ou representação pela fronteira, tem esse nome, devido ao fato de definir o objeto através de suas bordas ou fronteiras, utilizando polígonos. Os objetos são representados como sendo um conjunto de faces poligonais planas, quanto maior o número destes polígonos que formam uma dada superfície curva, mais perfeito e liso será o seu aspecto.

Esse processo é conhecido como suavização de malha (termo para um objeto ou cena 3D, assim denominado por possuir a aparência de fios entrelaçados como em uma rede), conforme mostra a figura 8.



Figura 8: Processo de suavização de uma primitiva (Fonte: a autora).

## 2.9 Funcionalidades Básicas das IU de Softwares de Modelagem Tridimensional Comerciais

*Softwares* de modelagem tridimensional são instrumentos para a geração de entidades tridimensionais. Atualmente, existem vários pacotes para a modelagem 3D como: Autodesk® 3d Studio Max®®, Autodesk® Maya®, Pixologic® ZBrush®, Google SketchUp®, POV-Ray®, Blender, entre outros.

Neste projeto, foi decidido pela análise das funcionalidades de três das principais ferramentas de modelagem utilizadas no mercado de entretenimento, são elas: Autodesk® Maya®, Autodesk® 3d Studio Max®®, Pixologic® Zbrush®.

As três ferramentas atuam em nichos diferentes dentro da indústria, entretanto possuem algumas funcionalidades básicas em comum:

- a) a criação de objetos pré-definidos (esfera, cubo, cone, etc.) ou modelados (superfície, *wireframes*, sólidos, etc.);
- b) manipulação das propriedades de um objeto (cor, textura, etc.);
- c) transformadas lineares afins (translação, rotação, escala e cisalhamento);
- d) transformações de visualização (manipulação de câmeras e de objetos); e
- e) transformações de projeção (projeção paralela e projeção perspectiva).

Estas funcionalidades variam em pequenos detalhes, de acordo com a diversidade de aplicações do *software*. A funcionalidade básica em todos os sistemas é a instanciação de objetos no cenário. É por meio dela que os objetos são posicionados inicialmente e têm suas propriedades iniciais estabelecidas.

Para fins de comparação, o presente estudo utiliza como modelos a interface de três importantes *softwares* de modelagem 3D comerciais utilizados na indústria de jogos eletrônicos e filmes.

O Autodesk® 3DStudio Max® é um importante e conhecido *software* de modelagem geométrica 3D. É conhecido como um dos mais populares disponíveis no mercado para modelagem, renderização e animação, especialmente para a indústria de jogos. A mesma empresa responsável pelo *software* Autodesk® 3DStudio Max® também desenvolve outro popular *software* de modelagem 3D, o

Autodesk® Maya®. Este *software* possui características e ferramentas muito similares ao 3D Studio Max®, entretanto é um dos *softwares* mais usados na indústria de cinema e animação. Ambos vêm com um pacote composto por *softwares* com diversas finalidades específicas para as áreas de modelagem, animação e renderização, porém, com uma alta complexidade em todas as tarefas.

Destaca-se numa linha de *softwares* para escultura digital e modelagem 3D o *software* Pixologic® Zbrush®. Sua IU diferente dos demais é um atrativo importante programa utiliza muitos atalhos de teclado, ícones muito representativos e IU limpa e adaptável. Dentre suas deficiências pode-se citar o fato de não possuir uma unidade de medida, gerando uma falta de precisão para projetos e também a falta de documentação que acaba dificultando o trabalho com o programa.

Após a análise dos recursos interativos das três ferramentas (Zbrush®, Maya® e 3DStudio Max®), podemos verificar na tabela 2 as seguintes interações:

Tabela 2: Funcionalidade dos softwares comerciais

Ferramentas	Autodesk® 3D Studio Max®	Autodesk® Maya®	Pixologic® Zbrush®
Criação de primitivas na cena	Acionamento por menu, ou linha de comando.	Acionamento por menu, ou linha de comando.	A aplicação sugere ao usuário iniciante a alternativa sempre que o programa é inicializado.
Afetar o ângulo de visão	Mouse e/ou teclado.	Mouse e/ou teclado.	Mouse (pequeno ajuste com a tecla SHIFT).
Zoom	Mouse e/ou teclado.	Mouse e/ou teclado.	Mouse.
Translação	Mouse e/ou teclado.	Mouse e/ou teclado.	Mouse.
Alterar o tipo de visualização para ortográfica ou perspectiva	Mouse ou teclado através de acionamento em menu.	Mouse ou teclado através de acionamento em menu.	Acionamento em menu ou atalho de teclado.
Seleção de Componentes do objeto editável	Selecionando por meio de menu ou tecla de atalho o tipo de componente a ser editado (aresta, vértice ou face).	Selecionando por meio de menu ou tecla de atalho o tipo de componente a ser editado (aresta, vértice ou face).	Não é possível editar separadamente cada componente.
Selecionar um determinado objeto na cena	Clicando sobre o objeto desejado, desde que um componente deste ou de outro objeto não esteja selecionado.	Clicando duas vezes no objeto desejado	Selecionar através de um menu o layer onde se encontra o objeto que se deseja editar.
Movimenta o objeto selecionado (translação)	Ferramenta Move, ou por meio de inserção de dados numéricos nas coordenadas desejadas.	Ferramenta Move, ou por meio de inserção de dados numéricos nas coordenadas desejadas.	Através do acesso em menu, onde o usuário especifica a mudança do tipo da tarefa, para então selecionar a ferramenta move.
Escalamento	Ferramenta Scale, ou por meio de inserção de dados numéricos nas coordenadas desejadas.	Ferramenta Scale, ou por meio de inserção de dados numéricos nas coordenadas desejadas.	Através do acesso em menu, onde o usuário especifica a mudança do tipo da tarefa, para então selecionar a ferramenta Scale.
Rotação	Ferramenta Rotate, ou por meio de inserção de dados numéricos nas coordenadas desejadas.	Ferramenta Rotate, ou por meio de inserção de dados numéricos nas coordenadas desejadas.	Através do acesso em menu, onde o usuário especifica a mudança do tipo da tarefa, para então selecionar a ferramenta Rotate.
Ajuste fino de movimentação	Inserção de dados numéricos nas coordenadas desejadas.	Inserção de dados numéricos nas coordenadas desejadas.	Não é oferecida esta possibilidade.
Apagar tudo e voltar ao ponto Inicial do programa	Seleção dos objetos na cena, seguido Tecla DEL.	Seleção de objetos na Cena, ou no menu Hypergraph seguido da tecla DEL.	Comando de iniciar programa em menu.
Edição de objetos	Em caso do objeto ser uma primitiva, convertê-la em objeto editável através de acionamento por menu. No caso de um objeto existente, seleção do tipo de edição através de menu.	Selecionar por menu qual o tipo de edição desejado	Acionar em menu o comando para editar.
Cancelar o último comando	Atalho de teclado ou menu.	Atalho de teclado ou menu.	Atalho de teclado ou menu.

## 2.10 Princípios Ergonômicos para Interfaces de Usuário

Para criar um processo efetivo de usabilidade e evitar os problemas citados anteriormente, é preciso entender o relacionamento da usabilidade com os demais processos do ciclo de vida do *software* e estabelecer métricas para o desenvolvimento e análise da qualidade ergonômica de interface.

A construção de um sistema com usabilidade depende da análise cuidadosa dos diversos componentes do seu contexto de uso. Existe, porém, uma “configuração de base a partir da qual uma IU pode favorecer o estabelecimento da usabilidade na relação usuário-sistema (CYBIS et al, 2007). Essa configuração é feita respeitando critérios, princípios ou heurísticas de usabilidade propostos por diversos autores nas últimas décadas, entre eles Bastien e Scapin (1993), Nielsen (1993) e Schneidermann e Plaisant, (2004).

Outra importante fonte para consulta, que vêm sendo utilizada durante o processo de desenvolvimento é o padrão (ISO 9241) que trata da ergonomia na interação homem-máquina, e sua décima primeira parte é destinada a auxiliar na definição do processo da usabilidade.

A seguir apresenta-se a Norma ISO 9241, heurísticas de usabilidade e critérios ergonômicos de Bastien e Scapin.

### 2.10.1 Norma ISO 9241

A ISO tem definido várias normas de qualidade para diversas áreas. Algumas dessas normas são para uso geral, outras para a área da usabilidade e ergonomia como um todo, outras ainda para usabilidade aplicada especificamente ao *software*. Usabilidade é definida pela ISO 9241 como a capacidade que um sistema interativo oferece a seu usuário, em um determinado contexto de operação, para a realização de tarefas, de maneira eficaz, eficiente e agradável.

A parte 10 da Norma ISO 9241 oferece importantes critérios para a construção e avaliação de interfaces. Esses princípios podem ser aplicados genericamente no projeto de interfaces, independente do estilo de interação que esteja sendo utilizado. Baseado em Dias (2003), seguem os critérios estabelecidos:

- **Adequação à tarefa:** um diálogo é adequado para uma tarefa quando auxilia um usuário durante a realização eficaz e eficiente da tarefa;
- **Autodescrição:** um diálogo é autodescritivo quando cada passo do diálogo é imediatamente compreensível pelo *feedback* automático do sistema ou é explicado após solicitação do usuário;
- **Controlabilidade:** um diálogo é controlável quando o usuário consegue iniciar e controlar a direção e a velocidade da interação até a conclusão da tarefa;
- **Conformidade com a expectativa do usuário:** é obtida pelo diálogo através da consistência e adequação às características do usuário (experiência, grau de instrução e conhecimento);
- **Tolerância a erros:** um diálogo é tolerante quando minimiza os erros de entrada de dados, permitindo que o resultado esperado possa ser atingido;
- **Adequação à individualização:** um diálogo é capaz de personalização quando o *software* de IU pode ser modificado para atender às necessidades, preferências e experiência do usuário;
- **Adequação para o aprendizado:** um diálogo é adequado para o aprendizado quando suporta e guia o usuário em seu percurso de aprendizado pelo sistema.

### 2.10.2 Heurísticas de usabilidade

As heurísticas de usabilidade são regras gerais que objetivam descrever propriedades comuns de interfaces usáveis. Adicionalmente ao conjunto de heurísticas gerais, pode-se, também, considerar heurísticas específicas de acordo com a categoria do produto que está sendo avaliado. As heurísticas são descritas de acordo com Nielsen (1993), e devem respeitar os critérios descritos a seguir:

- **Visibilidade do estado do sistema:** o programa deve manter o usuário informado sobre o que está acontecendo, através de realimentação apropriada;
- **Concordância entre o sistema e o mundo real:** a linguagem adotada no programa deve ser a do usuário, empregando palavras, frases, conceitos e convenções familiares ao mesmo;
- **Controle do usuário e liberdade:** usuários, com frequência, escolhem funções por engano e devem poder desistir delas com facilidade. O sistema deve suportar as funções desfazer (“*undo*”) e refazer (“*redo*”);

- **Consistência e padrões:** os usuários não devem precisar descobrir se diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa. Devem-se seguir as convenções da plataforma em uso;
- **Prevenção de erros:** melhor do que boas mensagens de erro, é um projeto cuidadoso que previna a ocorrência de erros;
- **Reconhecimento ao invés de lembrança:** objetos, ações e opções devem estar visíveis. O usuário não deve precisar lembrar informações de partes anteriores do diálogo. Instruções sobre o uso do sistema devem estar visíveis ou serem facilmente acessíveis quando necessárias;
- **Flexibilidade e eficiência de uso:** aceleradores, invisíveis aos usuários iniciantes, podem melhorar a velocidade de interação de usuários experientes com o sistema que, assim, considera ambos os tipos de usuários. O sistema deve permitir ao usuário configurar ações freqüentes;
- **Design minimalista:** as caixas de diálogo não devem conter informações irrelevantes ou pouco necessárias, cada unidade de informação extra em uma caixa de diálogo compete com unidades relevantes de informação e reduz a sua visibilidade;
- **Ajuda aos usuários no reconhecimento, diagnóstico e solução de erros:** mensagens de erros devem ser expressas em linguagem clara (nunca em códigos), de forma que indiquem precisamente o problema e construtivamente ofereçam uma solução;
- **Menus de ajuda e documentação:** o ideal é que o *software* seja tão fácil de usar que não necessite de ajuda ou documentação, mas caso isso seja necessário, as informações devem ser facilmente encontradas e focadas na tarefa do usuário, listando de forma sucinta o passo a passo das ações que devem ser executadas.

### 2.10.3 Critérios ergonômicos de Bastien e Scapin

Bastien e Scapin, pesquisadores do INRIA (*Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique* da França) definiram critérios ergonômicos que podem auxiliar na construção de interfaces ergonômicas que visam facilitar o uso da aplicação pelos usuários.

Os critérios ergonômicos são um grupo de recomendações compostas por oito critérios principais que se subdividem em 18, de modo a minimizar a possibilidade de ambigüidade na identificação e classificação das qualidades e problemas ergonômicos dos *softwares* interativos (CYBIS, 2003).

Os critérios adotados deverão colaborar nas decisões a serem tomadas durante a concepção do *software*, para que este se torne adequado e cumpra a tarefa a que se propõe, observando que essas decisões estão intimamente ligadas ao conteúdo de dados levantados especificamente para o projeto em foco. Em busca dos melhores resultados em termos de usabilidade, o projetista deverá utilizar os critérios ergonômicos a fim de conhecer as características da atividade a ser desenvolvida pelo usuário, mapeando a tarefa que será executada e da inteligência necessária para tanto. Com isso, o projetista conseguirá detectar as dificuldades enfrentadas, tanto na aprendizagem quanto na operação do sistema em estudo (BASTIEN e SCAPIN, 1993). Os critérios, como descritos no presente trabalho seguem formato e a ordenação propostos por Cybis et al. (2007), conforme sugere a figura 9.

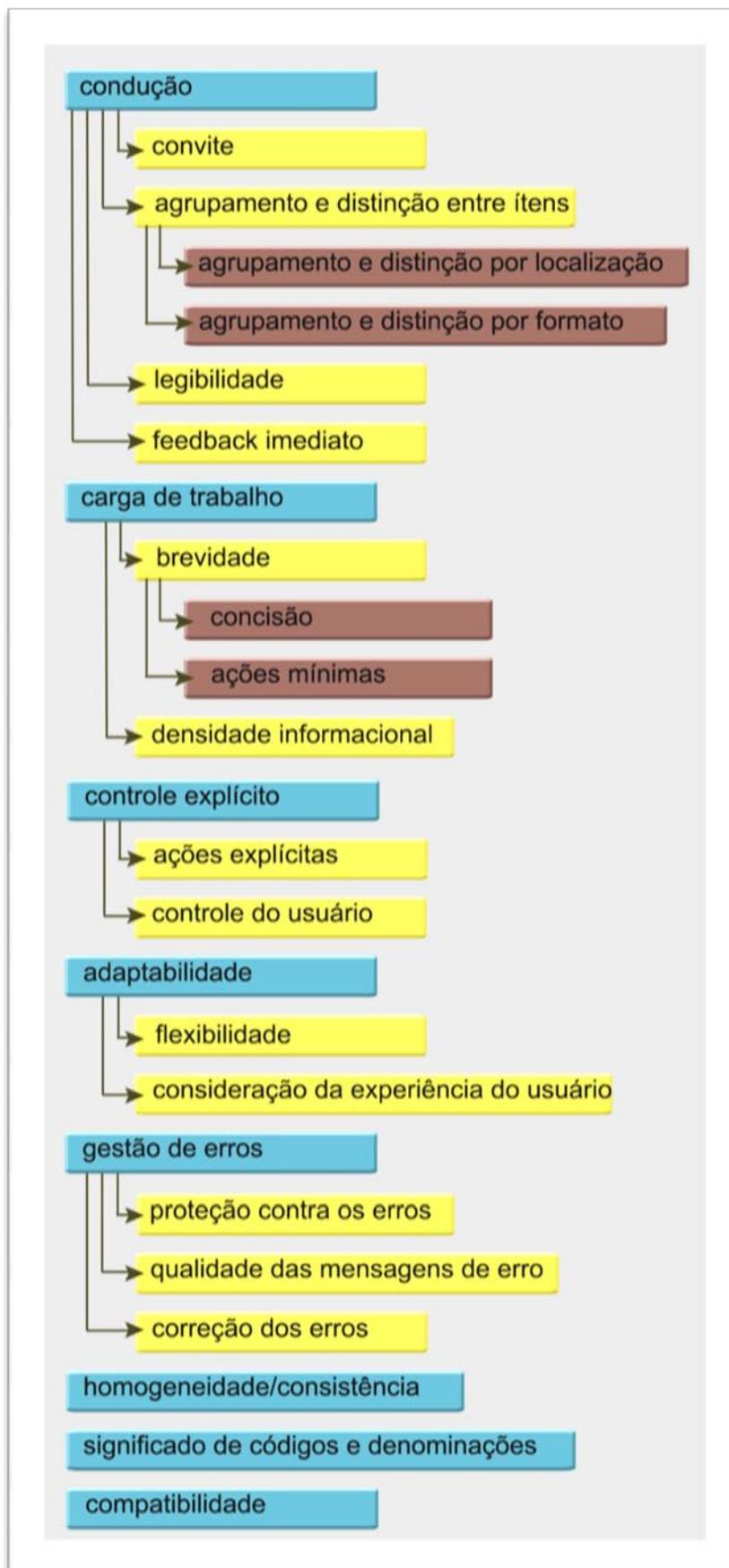


Figura 9: Critérios Ergonômicos de Bastien e Scapin (Fonte: CYBIS Adaptada de BASTIEN e SCAPIN, 1993).

### **2.10.3.1 Condução**

A condução visa favorecer principalmente o aprendizado e a utilização do sistema por usuários novatos. Ela contribui para que o usuário aprenda a utilizar o sistema com mais facilidade, para que ele se localize a qualquer momento dentro do sistema e também para que ele tenha conhecimento de todas as possibilidades e conseqüências de suas ações.

Quatro sub critérios participam da condução: convite, agrupamento e distinção entre itens, *feedback* imediato e legibilidade.

#### **2.10.3.1.1 Convite**

Esta qualidade elementar engloba os meios utilizados para levar o usuário a realizar determinadas ações. Eles dizem respeito às informações que permitem ao usuário identificar o estado ou o contexto no qual ele se encontra na interação, as ações alternativas bem como as ferramentas de ajuda e o modo de acesso.

Uma interface convidativa apresentará:

- a) títulos claros pra as telas, janelas e caixas de diálogo;
- b) informações claras sobre o estado (disponível, em foco selecionado, entre outros) dos componentes do sistema (figura 10);
- c) informações sobre o preenchimento de um formulário, sobre as entradas esperadas, como seu nome, sua descrição, seu formato e as unidades de medida;
- d) opções de ajuda claramente indicadas.



Figura 10: indicação sobre o estado de um objeto 3D no software Zbrush (Fonte: a autora)

### 2.10.3.1.2 Agrupamento/distinção de itens

É uma qualidade ligada à organização visual dos itens de informação que se inter relacionam de alguma maneira. Este critério leva em conta a localização e algumas características gráficas (formato) para indicar as relações entre os vários itens mostrados, para indicar se eles pertencem ou não a uma dada classe, ou ainda para indicar a diferença entre classes.

Relaciona-se diretamente com a “intuitividade” da IU e visa facilitar o uso e aprendizado do *software* para todo o tipo de usuário, tanto o novato quanto o experiente.

Este critério está subdividido em dois critérios elementares: **agrupamento/distinção por localização** e **agrupamento e distinção por formato**.

O critério **agrupamento/distinção por localização** é a qualidade que caracteriza o *software* organizado espacialmente, de forma que esta organização indique se eles pertencem ou não a uma determinada classe, ou ainda para indicar diferença entre as classes. A compreensão do conteúdo demonstrado na tela pelo usuário depende, entre outros fatores, da ordenação dos objetos - imagens, textos, comandos, etc. Usuários irão detectar os diferentes itens mais facilmente se esses

forem apresentados de uma forma organizada (isto é, em ordem alfabética, frequência de uso, etc.). Além disso, a aprendizagem e a recuperação de itens serão melhoradas.

A figura 11 ilustra a IU do *software* Autodesk® Maya®, onde os ícones e *menus* estão organizados por similaridade de funções, mantendo mais próximas à área de trabalho as ferramentas mais utilizadas.

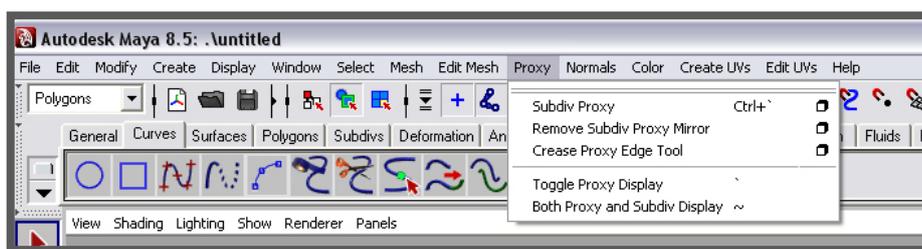


Figura 11: Painel de menu com as opções espacialmente organizadas no *software* Autodesk® Maya® (Fonte: a autora).

O critério **agrupamento e distinção por formato** diz respeito ao posicionamento dos itens e é a qualidade do *software* graficamente organizado, ou seja, é aquele que permite ao usuário perceber rapidamente diferenças ou semelhanças entre as informações a partir da forma gráfica de componentes da interface. Será mais fácil pra o usuário perceber os relacionamentos entre os itens ou classes de itens, se diferentes formatos ou diferentes códigos ilustrarem suas similaridades e diferenças.

A figura 12 exemplifica este critério, onde na IU do *software* Pixologic® Zbrush®, as ferramentas ligadas diretamente à edição do modelo tridimensional apresentam-se em forma de grandes ícones, dispostos na lateral esquerda da área de trabalho e os *menus* que não se relacionam diretamente a edição do objeto apresentam-se em tamanho reduzido ou por representações textuais.

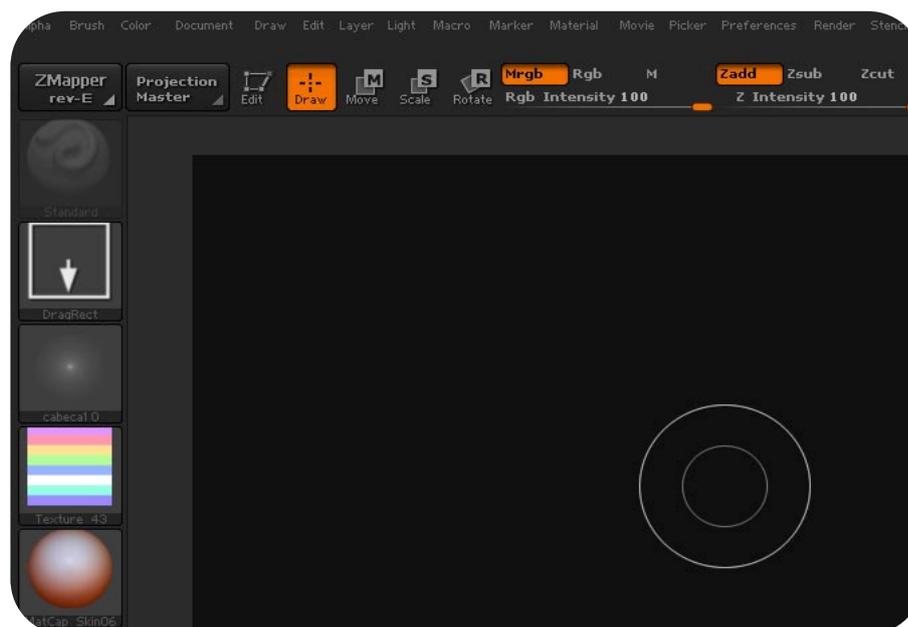


Figura 12: Painel de edição de objeto e ferramentas de edição do software Pixologic® Zbrush®

(Fonte: a autora).

### 2.10.3.1.3 Legibilidade

A legibilidade é uma qualidade a serviço de qualquer tipo de usuário, mas favorece principalmente pessoas idosas ou com algum tipo de deficiência visual.

Ela diz respeito às características que possam dificultar ou facilitar a leitura das informações textuais (brilho do caractere, contraste entre a letra e o fundo, tamanho da fonte, espaçamento entre as palavras, espaçamento entre as linhas, espaçamento de parágrafos, comprimento da linha, etc.).

Cybis et al (2007), baseado neste critério, propõem diretrizes para a escolha das cores e fontes a serem utilizadas.

Em uma interface legível, o texto longo que deve ser lido rapidamente aparece com letras maiúsculas e minúsculas dispostas naturalmente (maiúsculas no início das frases e de nomes próprios) ao invés de somente com maiúsculas. Este mesmo texto deve ser apresentado em linhas de comprimento adequado e com um contraste efetivo com o fundo.

O texto que deve ser lido por idosos ou por pessoas com problemas de visão aparece em letras claras sobre um fundo escuro. Pra estas pessoas o fundo brilhante pode ofuscar completamente as letras escuras.

A seguir apresentam-se as recomendações para Legibilidade:

- a) o uso de diversas fontes em uma mesma interface deve ser evitado;
- b) para atrair atenção do usuário deve ser utilizado o itálico, negrito e sublinhado;
- c) devem ser utilizadas fontes com serifa para textos longos, e sem serifa para títulos;
- d) em textos longos, faz-se uso de fontes com caixa alta e baixa (maiúsculo/minúsculo);
- e) para terminais de baixa resolução, faça uso de fontes sem serifa e com estilo regular.

De acordo com Cybis et al (1997), o fundo de uma tela desempenha um papel importante na qualidade de legibilidade da interface. Ele pode ser composto por padrões de texturas ou cores, de acordo com as recomendações a seguir:

- a) devem ser utilizados fundos simples que não comprometam a compreensão e a legibilidade da interface;
- b) o fundo não deve chamar mais atenção do que a informação e os objetos da tela;
- c) as combinações de cores devem ser legíveis para a combinação texto/fundo e figura/fundo, as combinações a seguir são legíveis.

#### **2.10.3.1.4 Feedback imediato**

Diz respeito às características léxicas presentes na tela. É uma qualidade a serviço de qualquer tipo de usuário, entretanto os novatos farão um uso maior dessa qualidade, já que uma grande diferença entre iniciante e especialista é a bagagem de conhecimento acumulado pelos especialistas em relação às funções do sistema.

Essas entradas podem variar do simples pressionar de uma tecla até uma lista de comandos. Em todos os casos, a qualidade e a rapidez do *feedback* são dois fatores importantes para o estabelecimento da satisfação e confiança do usuário, assim como para o entendimento do diálogo. A ausência de *feedback* ou sua demora podem ser incômodas, com isso, os usuários podem suspeitar de uma falha no sistema e podem realizar ações prejudiciais aos processos em andamento.

Uma interface que fornece um *feedback* e qualidade:

- a) relata ao usuário o recebimento de todas as entradas por ele efetuadas;
- b) indica ao usuário que uma tarefa demorada está sendo realizada, bem como a sua conclusão e o seu resultado.

### **2.10.3.2 Carga de trabalho**

Este critério aplica-se a um contexto de trabalho intenso e repetitivo, onde os profissionais que operam o sistema precisarão de uma IU econômica sobre o ponto de vista cognitivo e motor, a fim de que eles economizem leitura e memorização desnecessárias, bem como deslocamentos inúteis e repetições de entradas. É a medida de informações que combinem os limites da memória de curto tempo, com a carga de trabalho e com a minimização dos riscos de erros, onde essa última está diretamente relacionada ao pequeno número de entrada de dados aliado à interação com diálogos simples e curtos. A carga de trabalho é subdividida em **Brevidade** (que inclui concisão e ações mínimas) e **Densidade Informacional**.

#### **2.10.3.2.1 Brevidade**

O *software* ergonômico deve respeitar a capacidade de trabalho perceptivo, cognitivo e motor do usuário, tanto para entradas e saídas individuais quanto para conjunto de entradas (conjuntos de ações necessárias para se alcançar uma meta). Corresponde ao objetivo de limitar a carga de trabalho de leitura e entrada e o número de passos, este critério se subdivide em **concisão** e **ações mínimas**.

O *software* **conciso** minimiza a carga perceptiva, cognitiva e motora associada à relação de saída e entradas individuais, considerando que a memória de curto tempo é limitada. Conseqüentemente quanto menos entradas, menor a probabilidade de erros (figura 13).

Uma interface concisa apresenta:

- a) títulos (de telas, janelas e caixas de diálogo), rótulos (de campos, de botões, de comandos) e denominações curtas;
- b) diálogos arbitrários (nomes de usuário, senha) curtos;
- c) valores default (para os campos de dados, listas, *check boxes*) capazes de acelerar as entradas individuais;

- d) o preenchimento automático de vírgulas, pontos decimais e zeros à direita da vírgula nos campos de dados.

No exemplo mostrado na figura 13, a janela do editor de atributos do *software* Autodesk® Maya® oferece ao usuário valores *default*, de modo que ao usuário torne-se desnecessário o preenchimento de valores, economizando desta forma, tempo e conhecimento detalhado de cada função.

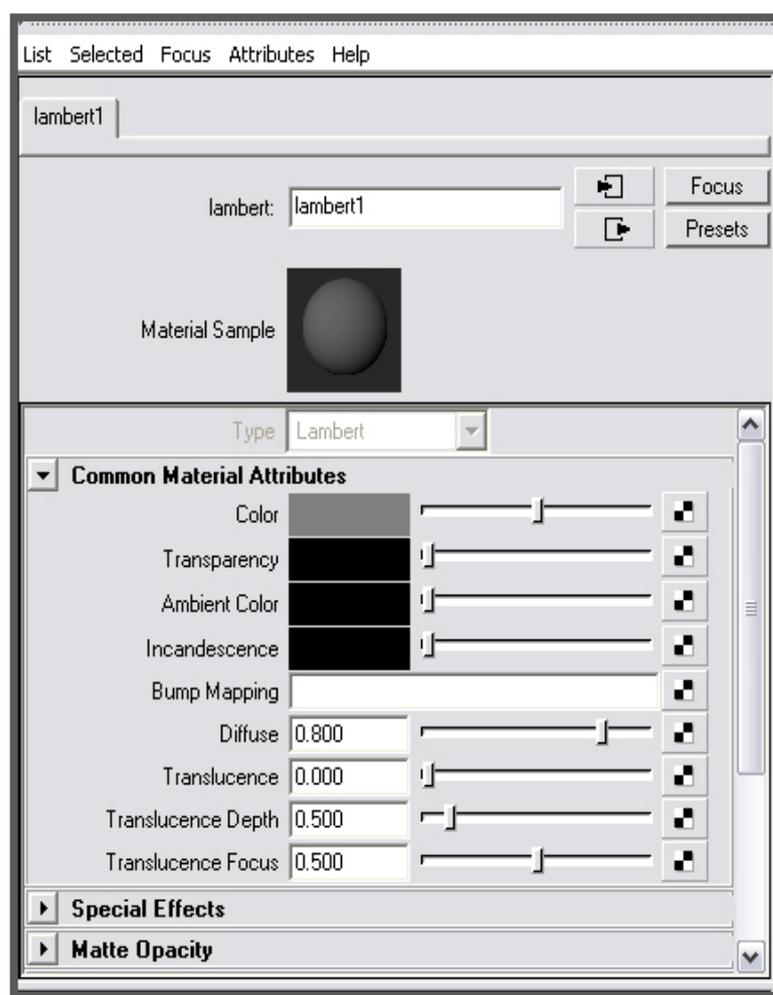


Figura 13: Caixa de diálogo do *software* Autodesk® Maya® com recursos que proporcionam concisão nas entradas por meio da seleção de valores default (Fonte: a autora).

As **ações mínimas** dizem respeito à carga de trabalho em relação ao número de ações necessárias à realização de uma tarefa.

Esta qualidade caracteriza o *software* que minimiza e simplifica um conjunto de ações necessárias para o usuário alcançar uma meta ou realizar uma tarefa, considerando que quanto mais numerosas e complexas forem às ações necessárias para se chegar a uma meta, a carga de trabalho aumentará e, com ela, a

probabilidade de ocorrências de erros, pois capacidade de processamento é um limitante para o desempenho humano.

Uma interface ágil e rápida:

- a) não solicita ao usuário dados que podem ser deduzidos pelo sistema;
- b) não obriga o usuário percorrer em seqüência todas as páginas de um documento de modo a alcançar uma página específica;
- c) não solicita o mesmo dado ao usuário diversas vezes em uma mesma seqüência de diálogo.

#### **2.10.3.2.2 Densidade informacional**

Este critério está a serviço principalmente de usuários iniciantes, os quais podem encontrar dificuldades para filtrar a informação de que necessitam em uma tela carregada. Para esta categoria de usuários, a carga de memorização deve ser minimizada. Este critério diz respeito ao conjunto total de itens de informação apresentados e não a cada elemento ou item individual. Na maioria das tarefas, o desempenho dos usuários piora quando a densidade de informação é muito alta ou muito baixa. Nesses casos, é mais provável a ocorrência de erros. Itens que não estão relacionados à tarefa devem ser removidos. Os usuários não devem ter que memorizar listas de dados ou procedimentos complicados. Eles também não devem precisar executar tarefas cognitivas complexas quando não estão relacionadas com a tarefa em questão.

Uma interface minimalista:

- a) apresenta somente os itens que estão relacionados à tarefa - o restante deve ser removido da tela (figura 14);
- b) não força os usuários a transportar mentalmente dados de uma tela para a outra;
- c) não força os usuários a realizar procedimentos complicados como a transformação das unidades de medida (figura 15);
- d) não coloca os usuários diante de tarefas cognitivas complexas, como as de especificação de buscas avançadas.

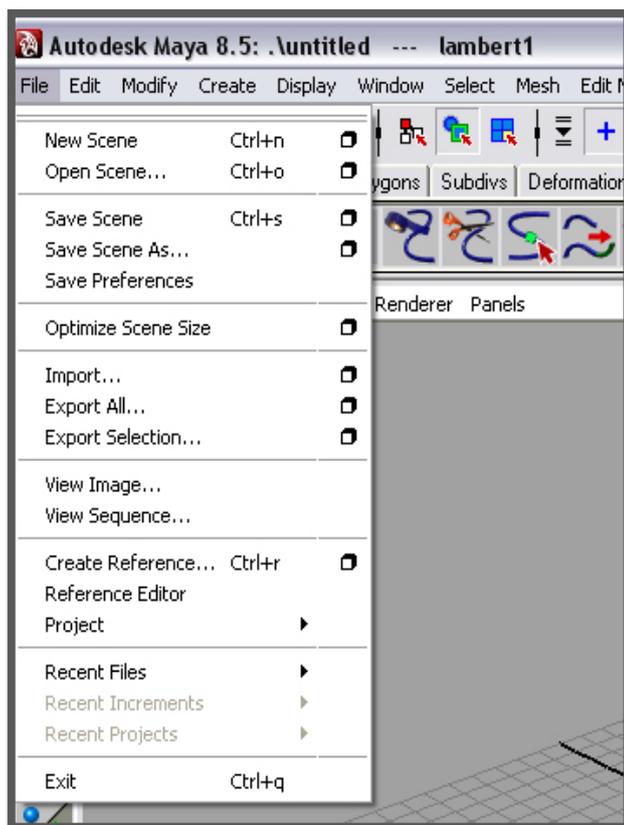


Figura 14: Painel de menu do software Autodesk® Maya®, apresentando somente as opções de comando disponíveis para o contexto de arquivos (Fonte: a autora).

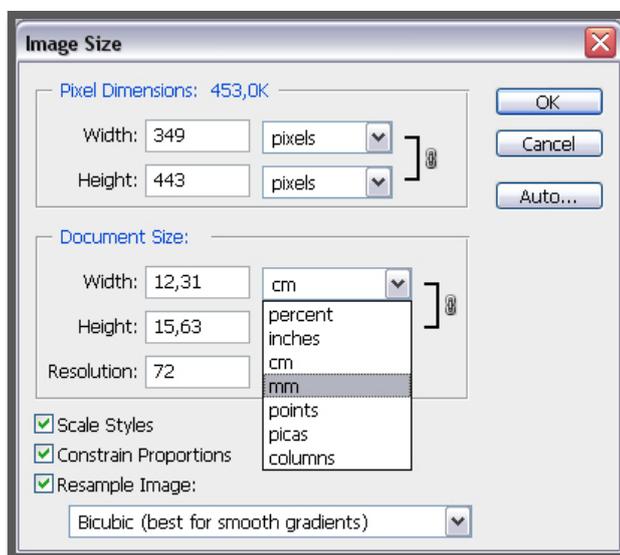


Figura 15: Opções de conversão automática de unidades de medida software de edição de imagens Adobe® Photoshop® (Fonte: a autora).

### 2.10.3.3 Controle explícito

Este critério relaciona-se especialmente às tarefas longas e seqüenciais nas quais os processamentos sejam demorados. São situações delicadas, nas quais a

falta de controle do usuário sobre as ações do sistema pode implicar perda de tempo e de dados. Quando os usuários definem explicitamente suas entradas, e quando estas estão sob controle, as possibilidades de erros são reduzidas. O controle explícito define-se em dois critérios elementares: **ações explícitas do usuário** e **controle do usuário**.

### 2.10.3.3.1 Ações explícitas ao usuário

Refere-se às relações entre o processamento da informação e as ações do usuário. Essa relação deve ser explícita, o computador deve processar somente a ação solicitada e somente quando solicitado para fazê-lo. Quando o processamento pelo computador resulta de ações explícitas dos usuários, estes aprendem e entendem melhor o funcionamento do *software* e uma quantidade menor de erros é observada.

A interface explicitamente comandada:

- a) sempre solicita uma ação explícita do usuário de validação global em um formulário para entrada de diversos dados ou parâmetros;
- b) separa as ações de seleção de uma opção quando se referir a um tratamento demorado (figura 16 e 17);
- c) não coloca o usuário diante de comandos de dupla repercussão (por exemplo, salvar + fechar).

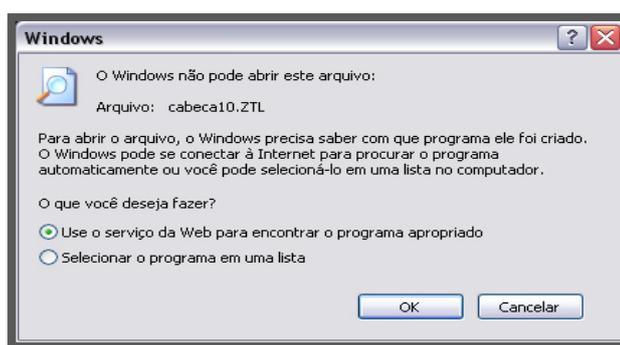


Figura 16: Tela do MS Windows® para a seleção de tipo de tratamento a aplicar a um arquivo antes de comandar sua transferência (Fonte: a autora).

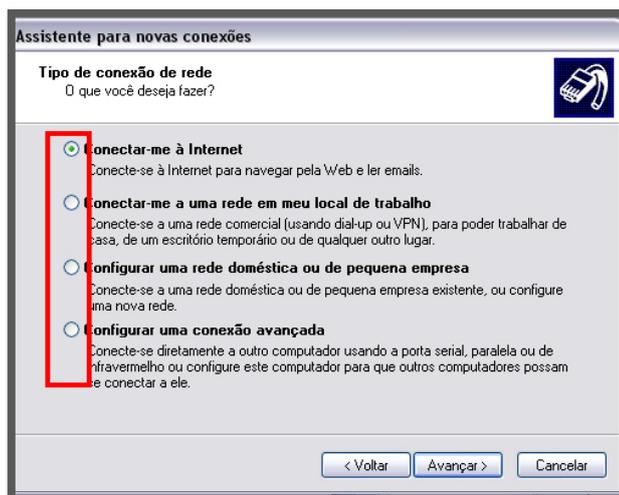


Figura 17: Tela do MS Windows para a seleção do tipo de conexão de rede antes de comandar a sua criação (fonte: a autora).

### 2.10.3.3.2 Controle de usuário

Refere-se ao fato de que o usuário deveria ter sempre controle sobre o processamento do sistema (interromper, cancelar, suspender e continuar). Cada ação possível do usuário deve ser antecipada e opções apropriadas devem ser oferecidas, pois o controle sobre as interações favorece a aprendizagem e, assim, diminui a probabilidade de erros. Como consequência, o computador torna-se mais previsível.

Em uma interface controlada pelo usuário:

- a) o cursor não se desloca de um campo para o outro como efeito colateral das entradas dos usuários (validação [Enter]) ou do preenchimento completo de um dado de comprimento controlado (o campo senha, por exemplo). Ele o faz como consequência do comando explícito de tabulação ([Tab]);
- b) o usuário encontra as opções para comandar o avanço, recuo, a interrupção, a retomada ou a finalização de um diálogo seqüencial.
- c) o usuário encontra as opções para comandar a interrupção, a retomada ou a finalização de tratamentos demorados.

#### 2.10.3.4 **Adaptabilidade**

A adaptabilidade de um sistema diz respeito à sua capacidade de agir conforme o contexto, e conforme as necessidades e preferências do usuário. Deve abranger as diferenças interpessoais da população de usuários e as modificações de procedimentos pela qual passa um mesmo usuário, à medida que vai adquirindo uma maior experiência com o *software*. Neste caso, fica evidente que uma única IU não pode atender a todos os diferentes tipos de usuários.

Para que todos possam usufruir de uma boa usabilidade em uma interface, esta deve propor variadas maneiras de realizar uma tarefa, deixando ao usuário a liberdade de escolher e dominar uma delas no curso de seu aprendizado. Ela também deve permitir que o usuário adapte as apresentações e estilos de diálogos suas necessidades.

Dois sub critérios participam da adaptabilidade: a **flexibilidade** e a **consideração da experiência do usuário**.

##### 2.10.3.4.1 **Flexibilidade**

Refere-se ao meio colocado à disposição do usuário, permitindo-lhe personalizar a interface. Este critério se aplica quando há grande variabilidade de estratégias e de condições de contexto para a realização de uma tarefa.

Uma interface flexível fornece aos usuários:

- a) diferentes maneiras de realizar a entrada de dados (por digitação, seleção ou manipulação direta);
- b) diferentes caminhos para se chegar a uma funcionalidade freqüentemente utilizada (ícone na barra de ferramenta, opção em um painel de *menu*; atalho de teclado);
- c) diferentes formatos de arquivos e de unidades para os dados (figura 18).



Figura 18: Menu de configuração de cores do Adobe® Photoshop® (Fonte: a autora).

Uma interface personalizável permite aos usuários:

- a) personalizar as telas, inserindo ou retirando ícones, dados ou comandos;
- b) definir seqüência de ações automáticas (macros);
- c) alterar valores default oferecidos pelo sistema.

#### **2.10.3.4.2 Consideração da experiência do usuário**

Este critério diz respeito aos meios implementados que permitem que o sistema respeite o nível de experiência do usuário. O grau de experiência dos usuários pode variar. Eles podem tornar-se tanto mais especialistas devido à utilização continuada, como menos especialistas após longos períodos de não utilização do sistema. A interface deve também ser concebida para lidar com as variações do nível de experiência. Os usuários experientes não têm as mesmas necessidades informacionais que os novatos. Não é necessário que todos os comandos ou opções estejam sempre visíveis. Diálogos de iniciativa exclusiva do computador podem entediar e diminuir o rendimento dos mais experientes. Os

atalhos, pelo contrário, podem permitir rápido acesso às funções do sistema. Aos novatos pode-se fornecer diálogos fortemente dirigidos, ou mesmo conduzindo passo a passo.

### **2.10.3.5 Gestão de erros**

Este critério aplica-se em todas as situações, em particular quando as ações dos usuários forem sujeitas a erros de grande responsabilidade. A gestão de erros diz respeito a todos os mecanismos que permitem evitar ou reduzir as ocorrências de erros e que favoreçam a sua correção.

Três sub critérios participam do critério gestão de erros: **proteção contra os erros, qualidade das mensagens de erro e correção dos erros.**

#### **2.10.3.5.1 Proteção contra os erros**

A proteção contra os erros diz respeito a todos os mecanismos que permitem evitar ou reduzir a ocorrência de erros e, se eles ocorrerem, que favoreçam sua correção. Entende-se por erros, nesse contexto, a entrada de dados incorreta, entrada com formato inadequado, entradas de comandos com sínteses incorretas, etc.

Uma interface que protege a interação contra erros:

- a) informa ao usuário sobre o risco de perda de dados não gravados ao final de uma sessão de trabalho;
- b) não oferece um comando destrutivo como opção default;
- c) detecta os erros no momento em que eles acontecem, ao invés de fazê-lo apenas no momento da validação da ação completa.

#### **2.10.3.5.2 Qualidade das mensagens de erro**

Refere-se à pertinência, à exatidão e à legibilidade da informação dada ao usuário sobre a natureza do erro cometido (sintaxe, formato, etc.), e sobre a ação a executar para corrigi-lo. A qualidade das mensagens favorece a aprendizagem do sistema quando indicam a razão ou a natureza do erro cometido, o que foi feito de errado e o que deve ser feito para corrigir.

### **2.10.3.5.3 Correção dos erros**

Diz respeito aos meios colocados à disposição do usuário com o objetivo de permitir a correção dos seus erros, considerando que os erros são bem menos perturbadores quando são fáceis de corrigir.

Há facilidade na correção de erros quando a interface:

- a) fornece funções de fazer e desfazer;
- b) fornece a possibilidade de o usuário refazer apenas a parte errada de uma entrada (indica o dado errado em um formulário, mantendo todos os outros intactos);
- c) fornece a ligação direta entre o relatório de erro e o local onde ele se produz.

### **2.10.3.6 Homogeneidade/consistência**

Este critério aplica-se de forma geral a usuários novatos ou intermediários. Ele se identifica quando as escolhas na concepção da IU (códigos, denominações, formatos, procedimentos, etc.) são conservadas idênticas em contextos idênticos e diferentes em contextos diferentes. Os procedimentos, rótulos, comandos, entre outros, são mais bem reconhecidos, localizados e utilizados quando o seu formato, a localização ou a sintaxe são estáveis de uma tela para outra, de uma seção para outra. Nessas condições, o sistema é mais previsível, a aprendizagem mais generalizável, e diminui-se a probabilidade de se cometerem erros.

Em uma interface homogênea:

- a) é necessário escolher opções similares de códigos, procedimentos, denominações para contextos idênticos e utilizar os mesmos meios para obter os mesmos resultados;
- b) a distribuição, a apresentação e a denominação dos objetos na tela são padronizadas.

### 2.10.3.7 **Significado dos códigos e denominações**

Este critério diz respeito à adequação entre o objeto ou a informação apresentada ou pedida e a sua referência e se aplica de forma geral a usuários novatos ou intermediários. Códigos e denominações significativas possuem uma forte relação semântica com seu referente. Termos pouco expressivos para o usuário podem ocasionar problemas de condução que podem levar à seleção de uma opção errada. Quando a codificação é significativa, melhora a facilidade para a memorização e o reconhecimento dos códigos. Códigos e denominações não significativos para os usuários podem sugerir-lhes operações inadequadas para o contexto, conduzindo-os a erros.

Em uma interface significativa:

- a) os nomes de funções de objetos e interações são familiares para os usuários;
- b) os códigos são representativos do conteúdo que veiculam e são distintos.

Na figura 19 pode ser observado um exemplo de como a função da ferramenta pode ser apresentada de forma a ilustrar a sua função.

O ícone à esquerda denominado “*SnakeHook*” é a representação de uma ferramenta de escultura, e quando utilizada em uma malha poligonal produz uma espécie de extrusão, e seu efeito pode ser observado no objeto vermelho à direita da imagem. Desta forma, o usuário pode compreender claramente qual o efeito do uso da ferramenta, apenas visualizando o desenho do ícone.

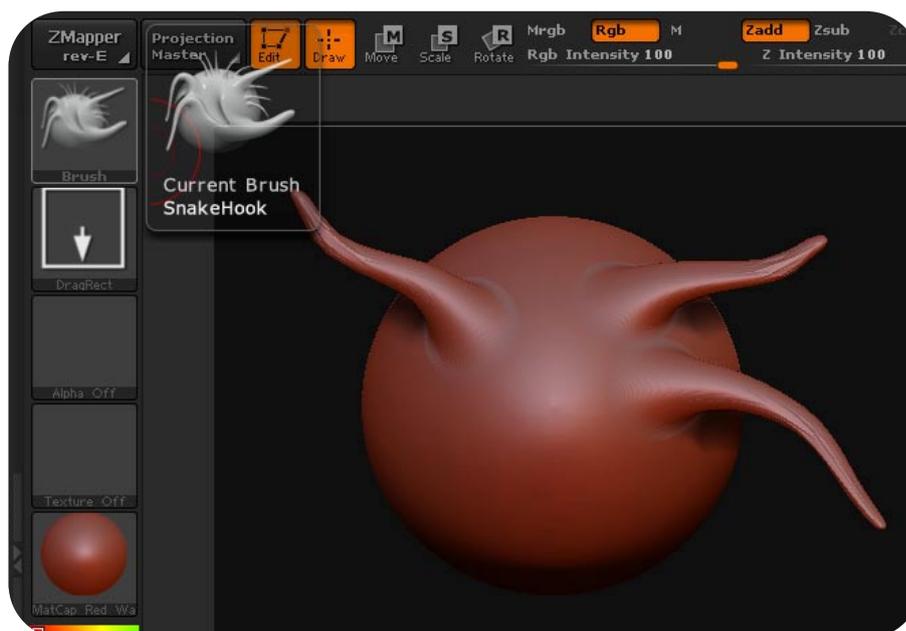


Figura 19: Os ícones que as representam demonstram claramente o resultado da aplicação desta ferramenta no objeto (Fonte: a autora).

### 2.10.3.8 Compatibilidade

O critério refere-se ao acordo que possa existir por um lado, entre as características do usuário (memória, percepção, hábitos, competências, idade, expectativas, etc.) e das tarefas e, por outro lado, a organização das entradas e saídas de diálogos de uma determinada aplicação. Compatibilidade também diz respeito ao grau de similaridade entre diferentes ambientes e aplicações.

Em uma interface compatível:

- a) a transferência de informações do contexto da tarefa para o do sistema é mais rápida e eficaz (o volume de informação que deve ser recodificada é menor);
- b) os procedimentos e as tarefas são organizados de maneira a respeitar as expectativas e costumes do usuário;
- c) as traduções, as transposições, as interpretações ou referências a documentação são minimizadas (as denominações de comandos são compatíveis com o vocabulário do usuário, etc.);
- d) a informação é apresentada de forma diretamente utilizável.

A aplicação dos critérios citados pode ser feita durante o estágio de desenvolvimento de uma aplicação, a fim de evitar posteriores interações ou

correções no sistema, economizando recursos e promovendo a boa usabilidade da interface de usuário. Uma estratégia que pode ser utilizada é a elaboração de protótipos da interface de usuário, onde neles seja possível visualizar as funcionalidades do sistema e prevenir falhas de comunicação.

Os protótipos funcionais e não funcionais são métodos que podem ser utilizados como importantes ferramentas auxiliares na prevenção de riscos e são descritas a seguir.

### 2.11 Protótipos de Interface

Um protótipo é uma aplicação, normalmente experimental e incompleta, que permite aos *designers* avaliarem suas idéias de *design* durante o processo de criação da aplicação pretendida. Ele deve ser construído rapidamente e com baixo custo, e seu tempo de vida não é definido.

Dentre as informações extraídas de um protótipo, pode-se destacar a funcionalidade necessária ao sistema, seqüências de operação, necessidades de suporte ao usuário, representações necessárias, *look and feel* da interface (PREECE et al, 2005) e comunicabilidade da aplicação.

A preparação de um protótipo permite que os usuários finais ou os desenvolvedores tenham uma primeira idéia sobre o aspecto visual da IU.

A prototipação funcional, de acordo com Boar (1984), implementa de modo simplificado parte dos requisitos do sistema através de ferramentas específicas e, após obter-se os requisitos, o protótipo é descartado, passando-se para o modelo tradicional de desenvolvimento.

A prototipação não funcional permite antever o comportamento dos usuários, por meio de um conjunto de interfaces gráficas simulando o comportamento real do sistema, não importando se esta resposta foi obtida através da implementação de um conjunto de funcionalidades ou somente pela simulação deste comportamento (ação/resposta) (BOAR, 1985).

Este tipo de protótipo pode ser muito útil em fases anteriores à implementação das funcionalidades de um sistema e avaliar a ergonomia do sistema através de métodos que não contem necessariamente com a presença de usuários,

já que em protótipos não funcionais as ferramentas do sistema ainda não se encontram disponíveis para uso.

Alguns métodos de avaliação são descritos conforme o item 2.12 a seguir.

## **2.12 Avaliação de Usabilidade**

As técnicas de avaliação de usabilidade são diagnosticadas e se baseiam em verificações e inspeções dos aspectos ergonômicos das interfaces (CYBIS, et al., 2007). Um processo de avaliação de interfaces gráficas de sistemas interativos consiste em executar um planejamento sistemático para definir técnicas e ferramentas, procedimentos e atitudes; estabelecer critérios e parâmetros; e determinar o perfil dos avaliadores que irão participar do processo com a finalidade de atingir os propósitos pretendidos na avaliação.

Para Preece et al (2005), sempre é possível e necessário fazer algum tipo de avaliação. Os diferentes tipos de avaliação devem ser escolhidos de acordo com o produto, necessidades e resultados esperados.

Preece et al (2005), oferecem algumas recomendações para a escolha de uma técnica de avaliação, entre elas estão identificações de aspectos como:

- a) tipo de atividade (escolhidas pelo avaliador – que serão controladas – ou aquelas decididas pelo usuário);
- b) o ambiente de estudo (laboratórios de avaliação ou o ambiente natural de trabalho);
- c) natureza do produto a ser avaliado (esboço, protótipo ou produto finalizado).

As diferenças entre avaliações não significa sua total independência. A escolha de uma entre diversas técnicas de avaliação deve considerar as necessidades de projeto, pois só assim serão identificados resultados de ajuste de acordo com as circunstâncias. Muitas vezes, podem ocorrer misturas e adaptações de um conjunto de técnicas disponíveis. Para isso é necessário determinar escalas de medições, formalidades e técnicas, as quais, de acordo com Preece et al (2005), podem depender de:

- a) tipo de informação requerida;

- b) natureza do sistema ou especificação que está sendo avaliado;
- c) estágio do ciclo de vida que está sendo avaliado;
- d) se é ou não necessária validação estatística (um experimento formal ou pesquisa em grande escala requer esse tipo de validação);
- e) recursos disponíveis.

Tão importante quanto definir variáveis de avaliação é identificar as etapas em que serão realizados os procedimentos de avaliação. Isso ajuda na indicação da escolha de técnicas adequadas a cada etapa do ciclo de vida do produto.

Os testes de usabilidade visam principalmente verificar, de forma quantitativa, o cumprimento dos princípios de usabilidade. Neles, são estabelecidos fatores críticos e faixas de valores que determinam a usabilidade da aplicação. Em seguida, são realizados testes para verificar se os valores obtidos para cada fator crítico são ou não satisfatórios e, como resultado, são fornecidas indicações sobre que aspectos devem ser modificados.

Os métodos de avaliação de usabilidade podem ser classificados em três grandes grupos (CYBIS et al, 2007):

- Avaliações heurísticas;
- Métodos analíticos;
- Inspeções por lista de verificação.

Quando as tarefas de avaliação ocorrem em paralelo com o desenvolvimento do produto, os projetistas são auxiliados, ou mesmo orientados, nos serviços de melhoria do produto. Por exemplo, não raro, projetistas precisam de respostas quanto às suas tomadas de decisão, e essas respostas devem indicar se as necessidades e desejos do usuário estão sendo contemplados (PREECE, et al., 2005). Com isso, diferentes tipos de avaliações podem ser realizadas ao longo do ciclo de vida do projeto. Uma avaliação informal pode ser suficiente para o estágio inicial do projeto, enquanto os estágios mais avançados do processo devem exigir avaliações mais formais e planejadas. A avaliação do produto finalizado ocorre quando se necessita de um julgamento global referente ao cumprimento de requisitos de funcionalidade do produto.

### 2.12.1 Método heurístico de avaliação de usabilidade

As avaliações heurísticas têm o objetivo de localizar problemas no *design* da interface e arquitetura da informação. Esta técnica foi proposta por Nielsen e Molich (1990), e deve ser realizada por um grupo de avaliadores especialistas, para que se possa verificar a IU com base em uma lista de critérios de usabilidade próprios ou desenvolvidos por especialistas na área, como Jakob Nielsen, Ben Schneidermann, Dominique Scapin e Christian Bastien, bem como as propostas pela norma ISO 9241:10, que podem ser encontradas no capítulo 2 deste estudo.

O grupo de avaliadores analisa cada critério separadamente, para que possa comparar os resultados obtidos e julgar se a interface apresenta problemas em relação àqueles critérios (DIAS, 2003), (NIELSEN, 1993).

Este método tem como vantagem identificar uma maior quantidade de problemas de alta severidade. Entretanto, é aconselhável que esta avaliação seja feita por um grupo de avaliadores especializados em usabilidade para que o resultado seja significativo, o que representa uma desvantagem já que a interface é avaliada por especialistas em avaliação, que tentam comunicar ao projetista o diagnóstico de problemas, bem como alternativas de solução, e eles podem não ter conhecimento suficiente sobre o projeto, acarretando importantes problemas de comunicação e de perda de informação

Os resultados “dependem diretamente da carga de conhecimento e experiência que as pessoas trazem para as avaliações, e do tipo de estratégia com que percorrem a interface” (DIAS, 2003).

Os avaliadores registram itens da IU que não estão de acordo com as heurísticas. Para cada problema encontrado, ou seja, para cada heurística violada, deve-se definir ainda a localização do problema (onde ela ocorre na interface) e sua gravidade (PREECE et al, 2005)..

As avaliações heurísticas, no entanto, apresentam um efeito colateral importante e inoportuno: a possibilidade de produzirem diagnósticos equivocados e sugestões de revisão superficiais. Tais fatos podem ocorrer em decorrência da falta de conhecimento mais aprofundado sobre o contexto de uso dos sistemas, bem como o contexto do projeto da interface (CYBIS et al, 2007).

### 2.12.2 Métodos analíticos

Este tipo de técnica é empregado nas primeiras etapas da concepção de uma interface humano-computador, quando ela não passa de uma descrição da organização proposta para as tarefas interativas.

Segundo Cybis, et al (2007), mesmo nesse nível já é possível avaliar questões como a consistência, a carga de trabalho e o controle do usuário sobre os diálogos propostos. Os métodos analíticos permitem que se filtrem aspectos do projeto antes mesmo de eles serem desenvolvidos. Prevê procedimentos para modelagem de tarefas que conta com os métodos GOMS (*Goals, Operator, Methods and Selection Rules* - um processo preditivo de avaliação que consiste em prognosticar como o usuário realizará uma tarefa e como será a desempenho dele), KLM (*Keystroke Level Model* – um método também baseado em GOMS, que permite ser aplicado na análise da interface com o usuário antes da implementação do sistema, objetivando a redução de modificações e evitando custos extras) e HTA (*Hierarchical Task Analysis*).

O objetivo de GOMS é prever o tempo das ações físicas e cognitivas associadas à forma correta de realização de uma tarefa. Para tanto, o analista deverá construir um modelo de estrutura da tarefa a partir das primitivas: objetivos, operações, métodos e regras de seleção. O passo seguinte é atribuir tempos para as operações físicas conforme uma tabela, padronizando esses tempos. Entretanto, ao aplicar essa técnica, não se estará levando em conta a mínima hesitação do usuário, erro ou incidente de interação do usuário.

### 2.12.3 Inspeções ergonômicas por lista de verificação

As inspeções ergonômicas por outro lado, são vistorias baseadas em listas de verificação (*checklists*) com diferentes níveis de detalhe. São formas de sistematizar o diagnóstico dos problemas gerais ou específicos das interfaces. Os *checklists* não precisam necessariamente ser aplicados por especialistas em ergonomia, como por exemplo, programadores, analistas e designers. A hipótese é de que, através de técnicas de inspeção bem definidas e estruturadas, os inspetores possam chegar a resultados de melhor qualidade, sob o ponto de vista de uniformidade, rapidez e do grau de importância dos problemas diagnosticados. Para tanto, (CYBIS et al, 2007)

propõe que sejam definidos adequadamente os principais aspectos de um sistema de inspeção são eles:

- *Abordagem*: define a dimensão a partir da qual o objeto do estudo (no caso a interface homem-computador) será inspecionado;
- *Modelo Subjacente*: define os elementos e a organização que caracterizam a dimensão do problema;
- *Dinâmica*: define a ordem pela qual os elementos do modelo serão examinados (estratégia entre elementos-estratégia e intra-elemento).

Diversas técnicas de inspeção de usabilidade através de *checklists* vêm sendo estudadas, entre elas pode-se citar a ErgoList, desenvolvida por Walter Cybis, junto a um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina responsáveis pelo laboratório de usabilidade do Centro de Tecnologia e Automação em Informática, o LabIUtil. As técnicas que vêm sendo estudadas partem geralmente de duas abordagens possíveis para a inspeção; qualidades e componentes. A ErgoList, por exemplo, refere-se à abordagem por qualidades.

A técnica **ErgoList** está organizada segundo os Critérios Ergonômicos definidos por Bastien e Scapin, que definem padrões de apresentação e comportamento para os componentes da interação. Através desta abordagem, o avaliador percorre a interface em uma direção que pode ser classificada de “transversal” à definida pela abordagem por componentes. Um mesmo critério ergonômico refere-se a diferentes tipos de objetos. Um mesmo objeto possui aspectos relacionados a diferentes critérios. Assim, na aplicação de ErgoList o inspetor pode estar sujeito a problemas de desvios oportunistas: ele muda de critério de análise, à medida que é chamada a atenção por problemas mais importantes ou mais facilmente abordados e que se refiram a outro critério.

Desenvolvido em HTML, a técnica de *checklist* está disponibilizado no endereço [www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist](http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist).

### 3 METODOLOGIA UTILIZADA

Como colocado anteriormente, o presente trabalho busca subsídios para o seguinte problema de pesquisa: Como projetar uma interface para sistemas computacionais de modelagem tridimensional de acordo com os critérios ergonômicos de usabilidade de modo a promover um bom conhecimento das ferramentas do sistema?

O objetivo geral desta pesquisa é aplicar as contribuições da ergonomia e usabilidade para a construção de uma IU que possa oferecer ao seu usuário um rápido aprendizado, eficácia e eficiência no seu uso.

Para tanto, foram pesquisados sistemas de interação que contribuem positivamente com o aprendizado do sistema pelo usuário, aliados a critérios ergonômicos já utilizados no desenvolvimento de IU, que pudessem se ajustar ao sistema proposto a fim de auxiliar nos fundamentos básicos de seu desenvolvimento.

A pesquisa propõe uma sistematização específica para cada nível de familiaridade do usuário com o sistema, considerando as modificações sofridas durante a evolução de aprendizado no seu uso.

Por esta razão, o processo de desenvolvimento será explicado separadamente para cada módulo da interface proposta, onde serão representadas, de maneira ilustrativa, aproximações do uso de uma aplicação de modelagem geométrica poligonal, considerando um processo linear de aprendizado.

A pesquisa referente às áreas de IHC permitiu definir quais os pontos críticos do problema e determinar os critérios necessários para a solução do mesmo, conhecimentos relacionados a aspectos cognitivos e orientando sobre o uso mais conseqüente de ferramentas e tecnologias para a construção de interfaces.

Em todo o projeto de pesquisa, que resultou na presente metodologia, não foi questionada a veracidade das teorias consideradas. Estas teorias foram tomadas como base para fundamentar os mecanismos de construção e avaliação das IU3D, e forneceram um conjunto de variáveis e critérios para organização em uma IU que possa oferecer, aos diferentes tipos de usuário de um sistema, o ambiente mais propício para interação.

A metodologia proposta pode ser utilizada se baseando em outros princípios, considerados pertinentes à aplicação específica. Dessa forma, deve ficar claro que a metodologia que será explicada a seguir, é independente de outros pressupostos ergonômicos para projetos de IU e pode ser aplicada a um grande espectro de problemáticas ergonômicas dentro de áreas afins.

O principal resultado desta pesquisa é a obtenção de critérios ergonômicos para desenvolvimento de projeto gráfico para IU em *softwares* de modelagem 3D.

Estes critérios descrevem recomendações para a elaboração de interfaces para manipulação de objetos em ambientes tridimensionais, onde é considerado o tipo de navegação e edição de objetos, dentro deste tipo de aplicação, fundamentados de acordo com os critérios ergonômicos de Bastien e Scapin (1993), Walter Cybis (2007) e Jakob Nielsen, bem como as normas de usabilidade ISO 9241.

Tais recomendações podem ser utilizadas pelos projetistas de interface durante os estágios de desenvolvimento de uma aplicação, excluindo, dessa forma a necessidade da avaliação com a presença de usuários.

Considerando este fator, o modelo de IU proposto é apresentado e avaliado seguindo critérios que podem ser aplicados de modo a obter respostas rápidas e precisas com relação a sua usabilidade, a fim de oferecer uma considerável margem de segurança ao projetista no que diz respeito à qualidade ergonômica do sistema que se desenvolve.

Os aspectos relevantes de projeto de interface se referem basicamente ao uso de modelos (tarefa, aplicação e apresentação) e métodos de interação.

A seguir, apresentam-se as etapas da pesquisa, situando os temas aqui abordados.

### **3.1 Etapas do Projeto de Pesquisa**

Para a condução do presente trabalho foram selecionadas as seguintes estratégias de pesquisa:

Etapa um: Revisão Bibliográfica.

Nesta etapa (capítulo 2 deste trabalho) foi realizada a revisão bibliográfica com o objetivo de reunir conhecimentos a respeito do estado da arte das pesquisas relativas às áreas de ergonomia e usabilidade em interfaces de usuário, bem como investigar uma fundamentação teórica para amparar conceitualmente a problemática abordada dentro dos aspectos específicos de construção neste tipo de aplicação.

Este processo apontou os principais atributos que definem uma UI ergonômica e, dessa forma, tornou possível estabelecer como deve ser realizada a tarefa de projetar a interface baseado em critérios ergonômicos de usabilidade tal como proposto em Bastien e Scapin (1993), Cybis et al (1997, 2003 e 2007) e Nielsen (1993, 1994 e 1998), de onde foram extraídas as diretrizes que se aplicam ao MIU3D, a fim de assegurar suas qualidades de usabilidade.

Etapa dois: Análise comparativa.

Nesta etapa (item 2.8.2 deste trabalho) foram analisados os conceitos básicos de interação dos *softwares* comerciais de modelagem 3D, Autodesk® 3d Studio Max®®, Autodesk® Maya® e Pixologic® Zbrush®, de modo a obter um levantamento geral das ferramentas mais utilizadas e adequadas a este tipo de aplicação.

Etapa três: Apresentação dos critérios escolhidos para o desenvolvimento do protótipo.

Nesta etapa (itens 2.9 e 2.10 desta dissertação) são apresentados os critérios considerados para o desenvolvimento do protótipo não funcional de uma IU3D, elucidando os motivos que conduzirem à escolha dos métodos. A abordagem dos critérios foi elaborada a partir das definições propostas por pesquisadores da área de IHC, como Bastien e Scapin (1993), Jakob Nielsen (1993, 1994, 1998) e Walter Cybis (1997, 2003, 2007), bem como as normas de usabilidade descritas pelo padrão ISO 9241 de qualidade.

Etapa Quatro: Desenvolvimento do protótipo da interface e demonstração dos critérios ergonômicos utilizados.

Esta etapa, (capítulo 4) consiste na fragmentação das representações do protótipo, a fim de demonstrar de forma detalhada a aplicação dos critérios ergonômicos no detalhamento da IU para um *software* de modelagem geométrica

poligonal 3D. Serão considerados diversos níveis de evolução do aprendizado de um usuário hipotético, a partir do seu primeiro contato com o sistema.

Um fator importante que deve ser levado em consideração no presente projeto é que as representações das interfaces de usuários são sistematizações simbólicas que apresentam adaptações de interface considerando um usuário hipotético. A sua curva de aprendizado prevê um comportamento padrão, onde todas as etapas de evolução seguem uma linearidade seqüencial crescente, ou seja, do menor grau de conhecimento até um conhecimento extenso das propriedades da aplicação, de modo a ilustrar de forma sintética um sistema tutorial que conduz o usuário na utilização das ferramentas do sistema, bem como um perfil de configuração padronizada de UI.

Portanto, é preciso considerar que diferentes tipos de usuários, obteriam diferentes organizações na interface. Essa característica, conforme visto na fundamentação teórica é, portanto prevista e tem lugar de destaque no desenvolvimento do método apresentado neste estudo.

As imagens exibidas ilustram as interações essenciais em um sistema, cobrindo de modo objetivo todas as considerações que se caracterizaram fundamentais para o bom desempenho ergonômico de um sistema.

Etapa cinco: Avaliação do protótipo.

A quinta etapa (capítulo 5) apresenta a avaliação ergonômica do MIU3D baseado em *checklists* de avaliação, fazendo uso da ErgoList, onde um questionário avaliativo foi respondido a fim de verificar a eficácia do sistema proposto.

## 4 PROJETO GRÁFICO DA INTERFACE DE USUÁRIO PARA SOFTWARE DE MODELAGEM TRIDIMENSIONAL

Conforme discutido nos capítulos anteriores, a Engenharia de *Software* tem evoluído de maneira a atender critérios de qualidade cada vez mais exigentes devido à crescente demanda por sistemas computacionais mais complexos, robustos e eficientes.

O desenvolvimento de interfaces do usuário, um componente crucial do *software*, não escapa dessa evolução. Na abordagem proposta, foram criadas figuras ilustrativas dos processos de interação em um *software* de modelagem 3D, com o objetivo de auxiliar os projetistas em atividades que envolvam a elaboração da IU baseada nos critérios de usabilidade expostos nos capítulos anteriores. A simulação de uso do sistema será demonstrada em etapas, pois para atender os objetivos de usabilidade, com foco no aprendizado do uso de um sistema, propostos nesta dissertação optou-se pela utilização do método de interfaces configuráveis e adaptáveis, que prevêem, neste caso, uma demonstração mais fragmentada das características ergonômicas da interface, com base em um uso hipotético do sistema.

As imagens que serão apresentadas referem-se a um modelo de IU para um *software* de modelagem tridimensional poligonal e descrevem como o sistema deve ser apresentado ao usuário final a partir do seu primeiro contato com o *software*. Tais imagens são utilizadas para representar formalmente a aplicação dos conceitos ergonômicos que podem ser usados para explicitamente capturar as várias formas de organização de uma IU e sua aplicação interativa, usando abstrações apropriadas aos estágios de evolução de um determinado usuário.

### 4.1 Padronizações Adotadas para Elaboração do MIU3D

Durante o desenvolvimento do projeto gráfico da MIU3D, não foi possível dissociar os critérios ergonômicos apresentados e optar pela escolha de um, visto que o projeto em questão trata de um tipo específico de IU e, para fins de promover a qualidade ergonômica que este tipo específico de IU requer, fez-se necessária a

adoção de múltiplos critérios, como as normas de usabilidade propostas pela ISO 9241, Cybis et al (2007), os critérios ergonômicos de Bastien e Scapin (1993) e as heurísticas de usabilidade de Nielsen (1993).

Alguns critérios ergonômicos inerentes à qualidade geral do *software*, como estratégias para implementação ou descrição detalhada de diálogos adequados para minimização de erros, por exemplo, não foram adotados no presente trabalho, já que estes exigem a implementação da IU em uma determinada aplicação. A presente pesquisa caracteriza-se pela definição dos critérios a serem utilizados em etapas anteriores a este processo, ainda que eles tenham sido citados e devam ser levados em consideração na fase de implementação.

Uma das principais abordagens levada em consideração durante o desenvolvimento deste trabalho foi a adequação às necessidades específicas de cada usuário, com um claro enfoque no aprendizado do uso da aplicação. Levando em conta a dificuldade de se estabelecer um perfil claro a respeito das características do usuário que faz uso deste tipo de sistema, foram considerados métodos de interfaces adaptáveis e configuráveis, a fim de promover uma adequação da interface às necessidades individuais de cada tipo de usuário.

Com base nessas informações, as imagens apresentadas têm o propósito de exemplificar algumas maneiras de configuração que podem ser adotadas baseadas nos critérios de adaptabilidade propostos, com um claro enfoque nas etapas de aprendizado do uso do sistema.

Considerando a liberdade que o modelo descrito sugere, torna-se desnecessário ilustrar todas as suas possibilidades de configuração. Dessa forma, o presente trabalho apresenta exemplos básicos e consistentes relativos às etapas que são considerados fundamentais para demonstração da metodologia proposta.

Seguindo os critérios estabelecidos nessa dissertação, a interface foi desenvolvida e será apresentada seguindo uma ordem cronológica de aprendizado de modo a considerar principalmente as primeiras experiências de um usuário novato na utilização da aplicação onde serão detalhadas: a) como cada ação será representada, b) como o usuário vai pôr em prática a ação, c) como será o efeito da ação completada.

## **4.2 Apresentação do Protótipo**

Para o desenvolvimento do protótipo, de acordo com os critérios de usabilidade que pudessem servir aos diversos perfis de usuário, optou-se pela adoção de interfaces inteligentes. Estas, por sua vez, exigem que a demonstração do protótipo seja feita de modo fragmentado, a fim de ilustrar a aplicação dos critérios ergonômicos nos diversos níveis de configuração de interface de usuário. Vale reafirmar, entretanto, que as demonstrações exibidas referem-se ao uso hipotético de um sistema de modelagem poligonal 3D, e que, portanto não serão demonstradas todas as possibilidades de configuração de um sistema como tal, considerando as infinitas possibilidades que ele dispõe de modo a evitar, uma prolixidade desnecessária.

A seguir são apresentadas as telas de inicialização do sistema e as telas de navegação propostas.

### **4.2.1 Tela de inicialização do sistema**

A figura 20 ilustra a tela de inicialização do sistema, que se apresenta ao usuário ao comandar a execução do aplicativo em seu sistema operacional, ou seja, antes da utilização efetiva da aplicação. Esta deve ser clara e desprovida de quaisquer informações desnecessárias e que possam a se tornar um inconveniente ao aprendizado.

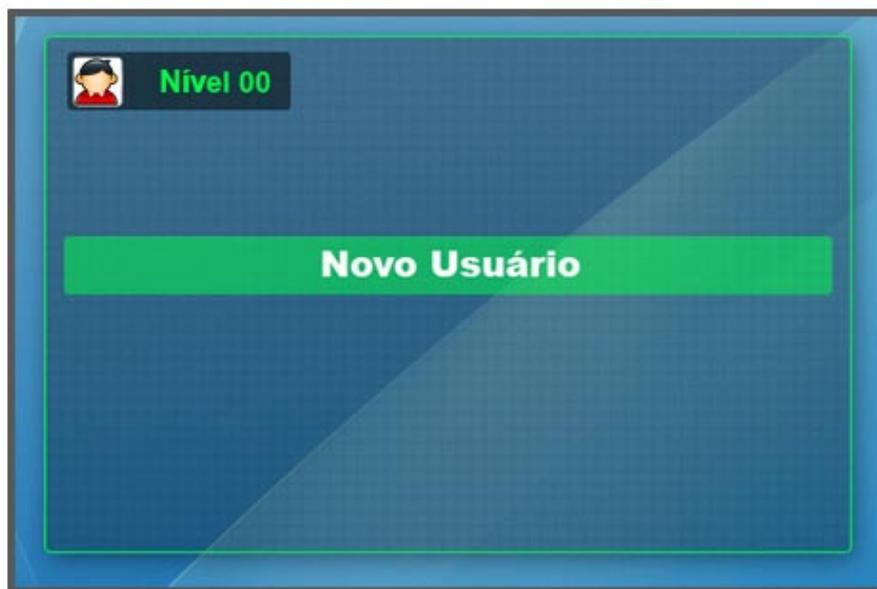


Figura 20: Tela de inicialização do aplicativo (Fonte: a autora)

Esta tela irá se apresentar somente na primeira vez em o usuário fizer uso da aplicação e obedece ao critério proposto por Nielsen (1994) de **design minimalista**<sup>1</sup>, onde são exibidas somente as informações básicas, de modo a evitar desvios de atenção conduzir o usuário ao uso correto do sistema.

Caso um usuário, com algum conhecimento da aplicação tenha a necessidade de reinstalar o *software*, ou utilizá-lo em outro posto de trabalho a ele deve ser oferecida a alternativa de carregar as suas configurações de IU, ou utilizar um padrão de organização oferecido pelo sistema.

Na figura 21 é apresentada uma alternativa de tela de inicialização do sistema onde já está registrada na aplicação a entrada de um perfil de usuário em um estágio mais avançado, ou seja, que já completou alguma tarefa e, portanto têm disponíveis outras opções de comando.

---

<sup>1</sup> Mais detalhes no item 2.10.2 (pág. 58)

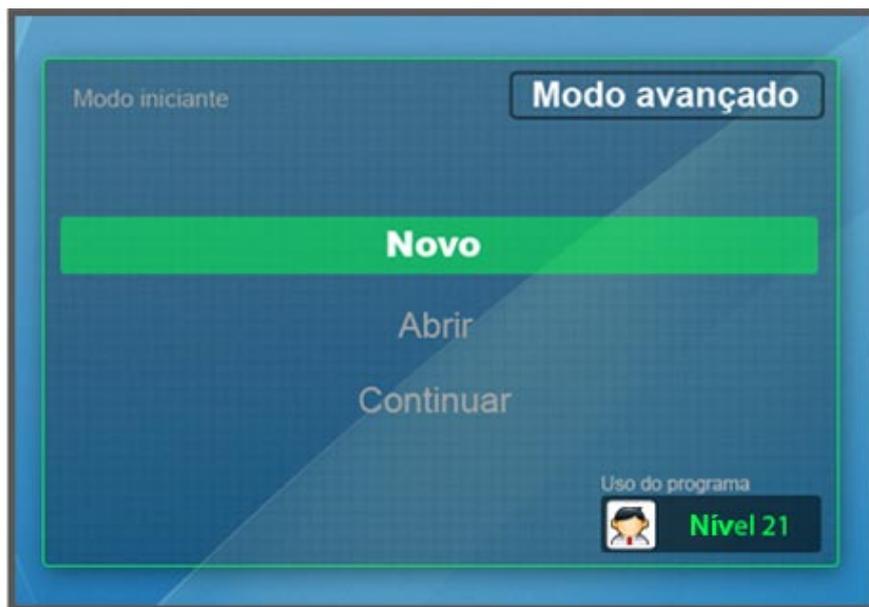


Figura 21: Tela de inicialização do aplicativo (Fonte: a autora)

De acordo com o critério **condução > convite**<sup>2</sup> ( BASTIEN ; SCAPIN, 1993)a interface disponibiliza informações claras sobre o estado dos componentes do sistema.

Segundo este critério, o usuário deve ser conduzido a executar somente as funções que lhe são possíveis, de acordo com o estágio de desenvolvimento de sua tarefa, bem como o conhecimento que ele já tem do sistema.

Caso o usuário já tenha familiaridade com o aplicativo, mas precise criar um perfil novo de usuário, ele pode selecionar a alternativa “MODO INICIANTE”, conforme mostra a figura 22 e, então, a interface será apresentada no modo de aprendiz, onde a organização dos itens será adequada este perfil, e deverá manter as informações consideradas desnecessárias, temporariamente invisíveis a este usuário.

---

<sup>2</sup> Mais detalhes no item 2.10.3.1.1 (pág. 62)

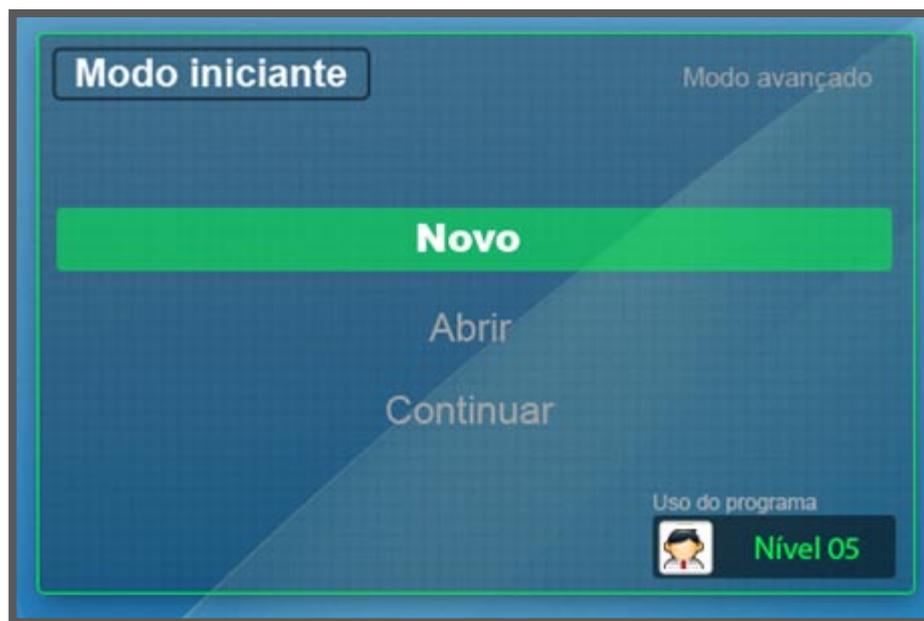


Figura 22: Tela de inicialização com o modo iniciante selecionado (Fonte: a autora).

Neste caso, o usuário poderá optar por uma das três alternativas, onde: ao clicar em “NOVO”, o usuário poderá iniciar um novo projeto; ao clicar em “ABRIR”, onde o usuário poderá abrir um modelo que não tenha sido desenvolvido no sistema, e “CONTINUAR”, onde este poderá continuar editando um objeto que já vinha sendo executado dentro da aplicação.

As denominações dos *menus* também seguiram os critérios de **significado de códigos e denominações**<sup>3</sup>(BASTIEN e SCAPIN, 1993), onde os nomes de funções de objetos e interações são familiares para os usuários, bem como as funções que serão executadas.

A interface proposta no presente estudo também guarda informações sobre as realizações de tarefas de cada usuário durante o uso da aplicação, para modelar o seu perfil e oferecer ao usuário a possibilidade de acompanhar a evolução do seu aprendizado, conforme mostrado na figura 23.

---

<sup>3</sup> Mais detalhes no item 2.10.3.7 (pág. 77)

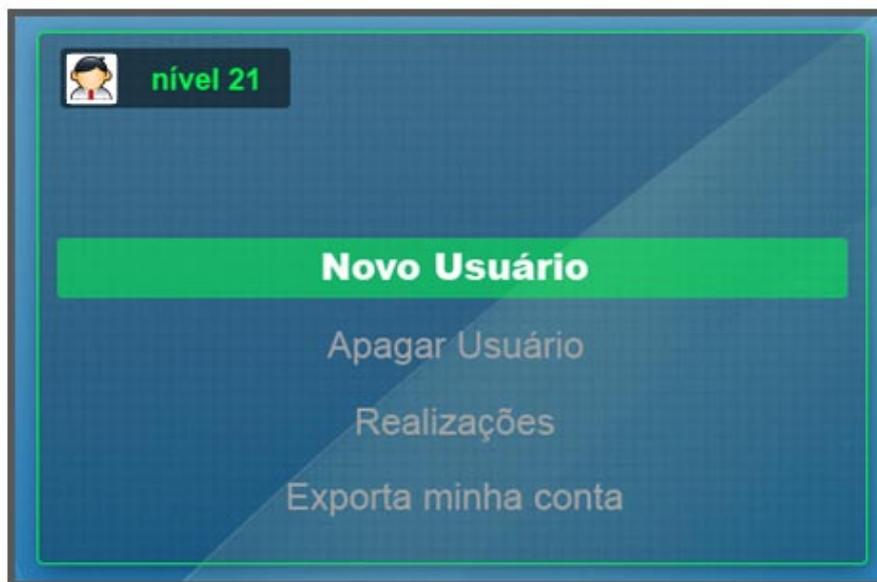


Figura 23: Informações relativas ao usuário. (Fonte: a autora)

A imagem, mostrada na figura 23, é um exemplo de tela de inicialização de um aplicativo já utilizado por usuários com algum conhecimento sobre o sistema, e ilustra o critério de **conformidade com a expectativa do usuário**<sup>4</sup> conforme a parte 10 da norma ISO 9241, onde a interface oferece a cada usuário a possibilidade de executar ações que lhes são particularmente desejáveis, bem como o critério **condução > legibilidade**<sup>5</sup> (BASTIEN e SCAPIN, 1993), onde as ações selecionáveis se apresentam de forma destacada, orientando o usuário sobre a possibilidade de executar um determinado comando.

As denominações das funções que a aplicação disponibiliza, seguem o critério **significado de códigos e denominações**<sup>6</sup> ( BASTIEN ; SCAPIN, 1993) ou **concordância entre o sistema e o mundo real**<sup>7</sup> (NIELSEN, 1993), onde a linguagem adotada no programa é comum ao usuário, empregando palavras, frases, conceitos e convenções familiares ao mesmo de maneira que ao clicar na caixa, “NOVO USUÁRIO”, este pode iniciar um novo projeto, criando um novo perfil de usuário iniciante.

Na caixa “APAGAR USUÁRIO”, é possível apagar do sistema as configurações de um determinado usuário. O sistema passará, então, a considerar

4 Mais detalhes no item 2.10.1 (pág.57)

5 Mais detalhes no item 2.10.3.1.3 (pág.65)

6 Mais detalhes no item 2.10.3.7 (pág.877)

7 Mais detalhes no item 2.10.2 (pág.58)

um novo perfil de usuário (iniciante ou em um estágio mais avançado – carregando suas configurações de interface ou aceitando a *default* proposta pelo sistema).

Clicando na caixa “REALIZAÇÕES”, é possível ao usuário observar passo - a - passo a evolução do seu o aprendizado, de modo a compreender as etapas que o conduziram ao uso de uma determinada ferramenta. Neste último caso, a idéia é que o sistema apresente uma lista com todos os recursos já utilizados, por exemplo: ferramentas de translação, corte extrusão.

O seu grau de evolução é sinalizado por um atributo numérico crescente (níveis), onde cada característica nova do sistema, descoberta pelo usuário, soma pontos de evolução. Esta é uma maneira de oferecer algum desafio ao usuário, de modo que este sinta-se instigado a conhecer mais a respeito das ferramentas que a aplicação disponibiliza, bem como proporcionar algum posicionamento sobre o quanto ele aproveitou bem os recursos que o sistema dispõe (figura 24).

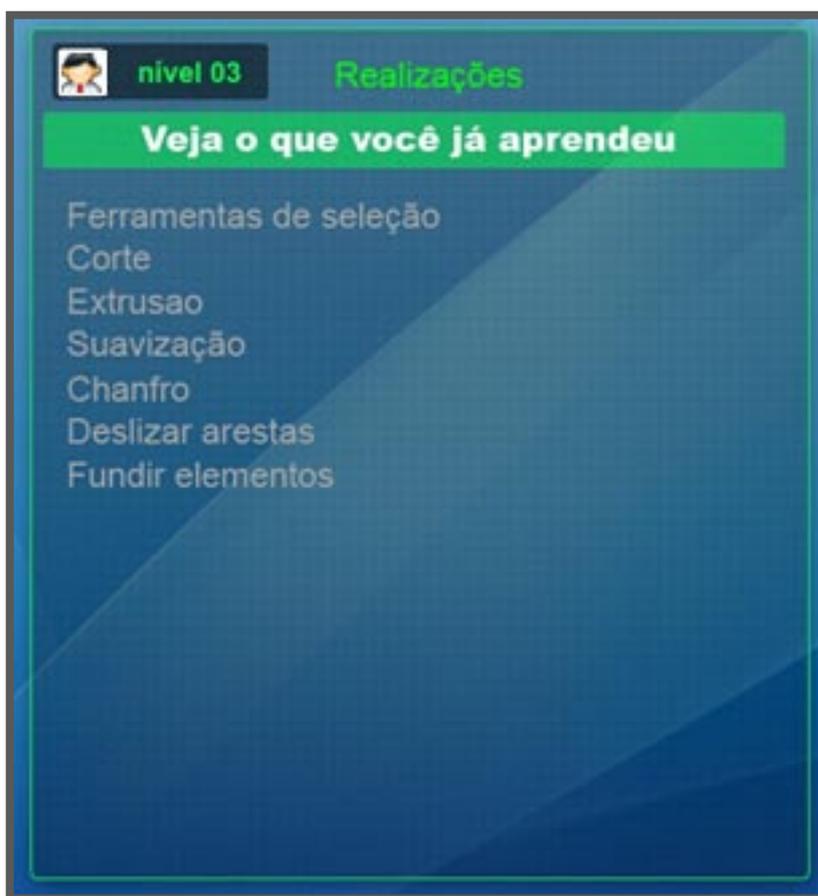


Figura 24: Menu de realizações, exibindo as etapas de aprendizado do usuário (Fonte: a autora).

## 4.2.2 Telas de navegação

É importante salientar que, apesar da IU proposta possuir características distintas de outras UI de aplicações similares, ela procura obedecer ao critério de **compatibilidade**<sup>8</sup>(BASTIEN e SCAPIN, 1993), mantendo características essenciais de navegação e disposição de grande parte dos componentes, interfaces de estilo WIMP, *grids* e sistemas de navegação respeitando às expectativas e costumes dos usuários que possam ter algum conhecimento prévio da linguagem comum a este tipo de IU.

A figura 25 ilustra o primeiro contato do usuário com as funcionalidades do sistema, onde as ações possíveis são apresentadas em uma interface **concisão**<sup>9</sup> (BASTIEN e SCAPIN, 1993) e de baixa densidade informacional, a fim de evitar que o usuário iniciante encontre dificuldades para filtrar a informação, e também guiá-lo a um uso adequado das ferramentas do sistema.

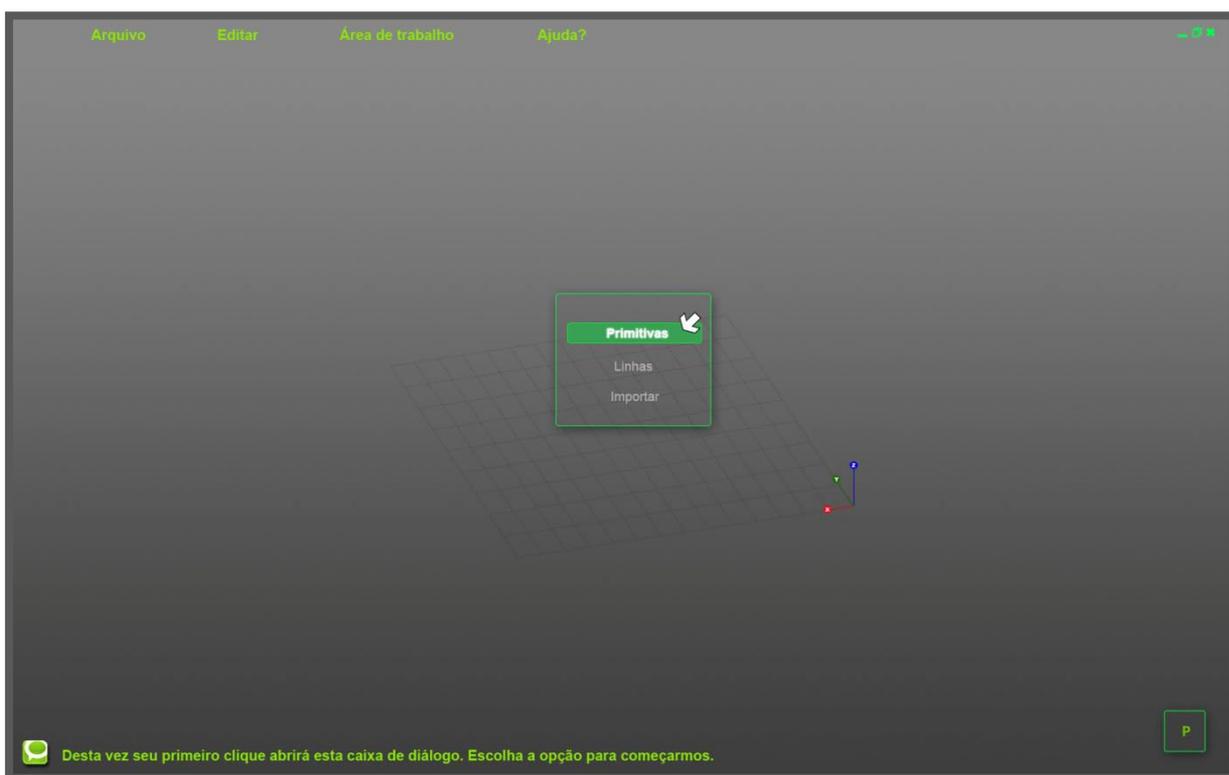


Figura 25: Tela de navegação apresentada ao usuário iniciante (Fonte: a autora).

8 Mais detalhes no item 2.10.3.8 (pág.78)

9 Mais detalhes na página 2.10.3.2.1 (pág.67)

As informações oferecidas devem seguir o critério de **carga de trabalho> densidade informacional**<sup>10</sup> (BASTIEN e SCAPIN, 1993), de modo a respeitar a capacidade de trabalho perceptivo e cognitivo do usuário, limitando a carga de trabalho de leitura e o número de passos. É necessária uma atenção especial na adoção de denominações às ações possíveis ao usuário, adotando textos curtos e auto-explicativos.

Conforme mostra a figura 26, o usuário tem a opção de iniciar seu projeto a partir da criação de uma figura geométrica primitiva, linhas (*splines*) e ainda importar um determinado modelo para a edição.

As informações oferecidas nesse primeiro contato devem executar ações básicas que servem de ponto de partida para o desenvolvimento de um projeto. Neste caso, a interface oferece aos usuários três métodos elementares de construção de um modelo (por tratar-se de um exemplo, esta imagem considera apenas alguns métodos básicos, de forma que alternativas possam ser oferecidas em diferentes propostas).



Figura 26: Detalhe da tela de navegação: alternativas básicas para início de um projeto (Fonte: a autora).

As informações que devem ser omitidas são as evidentemente desnecessárias durante o estágio atual do projeto (como ferramentas de corte e extrusão sem a presença de um objeto editável na cena, por exemplo), vale lembrar que o **feedback imediato**<sup>11</sup> (BASTIEN e SCAPIN, 1993) é um fator importante que deve ser levado em conta no sentido de promover ao usuário uma segurança a respeito das ações que este executa. Este critério é útil a qualquer tipo de usuário, entretanto usuários com uma bagagem menor de conhecimento a respeito do sistema fazem um uso melhor desta qualidade, e é exemplificado neste modelo de interface conforme mostra a figura 27:

10 Mais detalhes no item 2.10.3.2.2 (pág.69)

11 Mais detalhes no item 2.10.3.1.4 (pág.66)

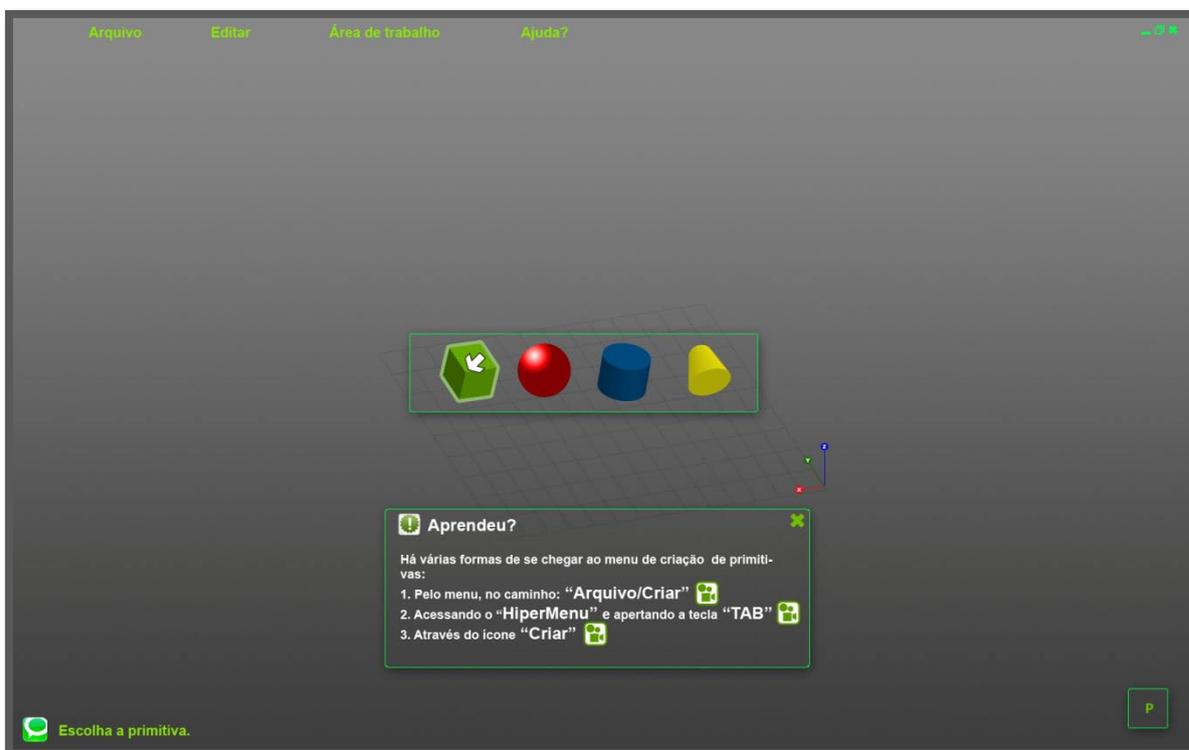


**Desta vez seu primeiro clique abrirá esta caixa de diálogo. Escolha a opção para começarmos.**

*Figura 27: Detalhe da de navegação, ilustrando um exemplo de feedback imediato (Fonte: a autora).*

### 4.2.3 Tela de início de modelagem com primitivas

A figura 28 ilustra um exemplo onde o usuário inicia o projeto de modelagem a partir da escolha da alternativa “PRIMITIVA”. Após o acionamento desta opção um dispositivo é exibido na tela oferecendo opções em forma de representações icônicas das primitivas geométricas que podem ser utilizadas como ponto de partida para a modelagem poligonal de um objeto. Este é um processo comum a sistemas de modelagem poligonal, que obedecem a um sistema similar à tradicional escultura, onde o artista parte de uma forma básica para então compor formas mais complexas adicionando elementos, efetuando cortes e movimentando partes do objeto no espaço.



*Figura 28: Alternativas de primitivas para início do processo de modelagem (Fonte: a autora).*

Ícones oferecem ao usuário, quando bem elaborados, um fácil entendimento de uma determinada ação ou objeto. A demonstração por meio de símbolos gráficos

pode oferecer ao usuário, de forma ágil, a compreensão da tarefa que ele está prestes a executar, conforme visto em Cybis et al (2007).

Ao executar uma tarefa, o usuário é informado pelo sistema das possibilidades relativas àquela ação através de uma bolha de ajuda (*tool-tips*), induzindo-o ao aprendizado e ilustrando o critério de **adequação ao aprendizado**<sup>12</sup> (ISO 9241-10), conforme ilustra a figura 29.

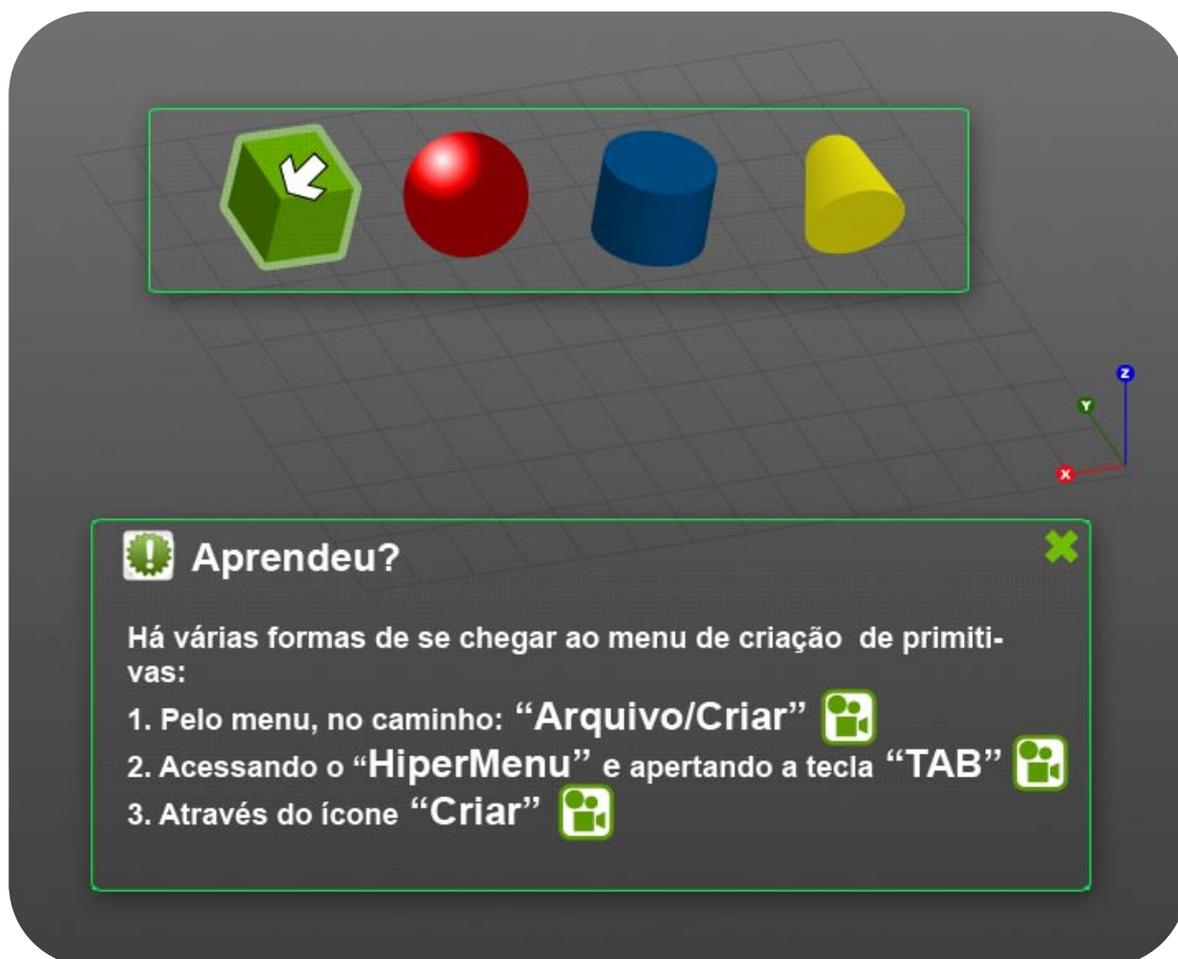


Figura 29: Painel de criação de primitivas e a bolha de ajuda (Fonte: a autora).

Ao usuário, entretanto, deve estar disponível a opção de desabilitar este sistema tutorial, clicando diretamente em cima do dispositivo ou no *menu* referente à organização da área de trabalho.

<sup>12</sup> Mais detalhes no item 2.10.1 (pág.57)

#### 4.2.4 Tela de edição de primitivas

A tela de edição de primitivas (figura 30) ilustra as ações possíveis ao usuário após a criação da primitiva, onde um dispositivo auxilia o usuário na definição dos padrões do objeto, como cores e definição de medidas que servirão de base para a construção de um modelo poligonal.

A primitiva gerada deve, assim como todos os aspectos possíveis de uma IU, obedecer ao critério de **carga de trabalho > brevidade > concisão**<sup>13</sup>(BASTIEN e SCAPIN, 1993), oferecendo valores *default*, capazes de acelerar as entradas individuais.

As figuras 30 e 31 demonstram de que forma essas informações podem ser apresentadas.

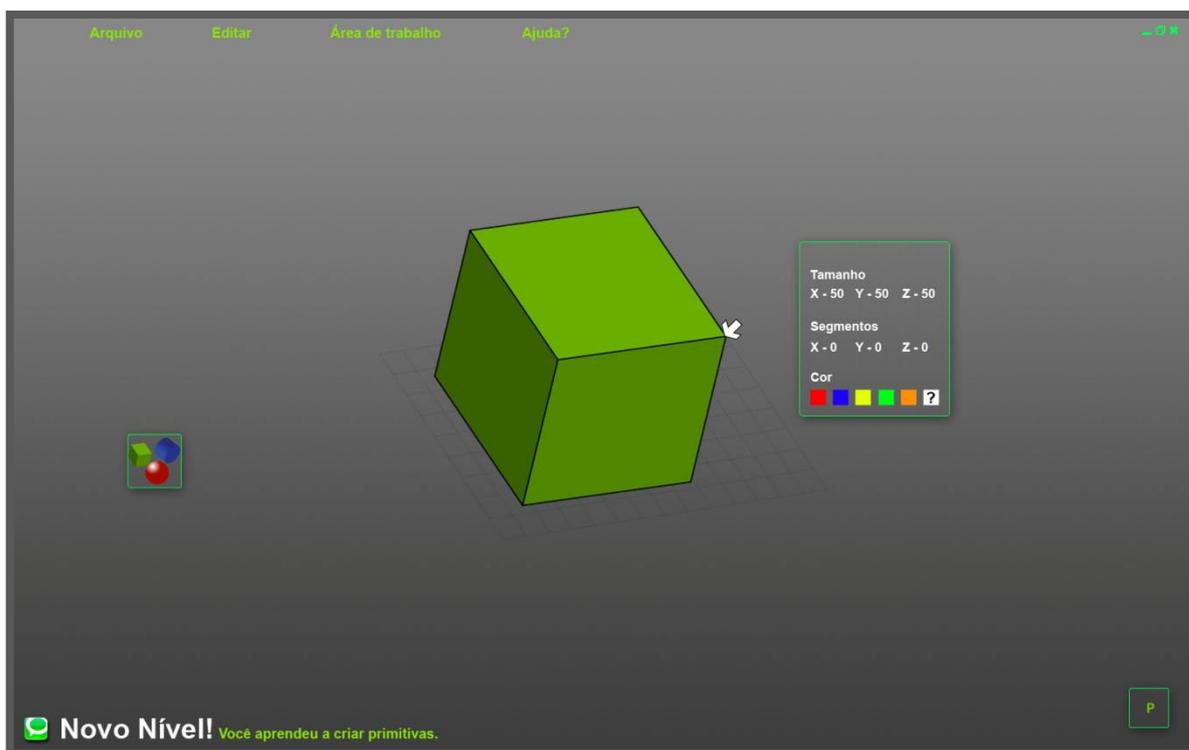


Figura 30: Visão geral da tela de edição de primitivas (Fonte: a autora).

<sup>13</sup> Mais detalhes no item 2.10.3.2.1 (pág.67)

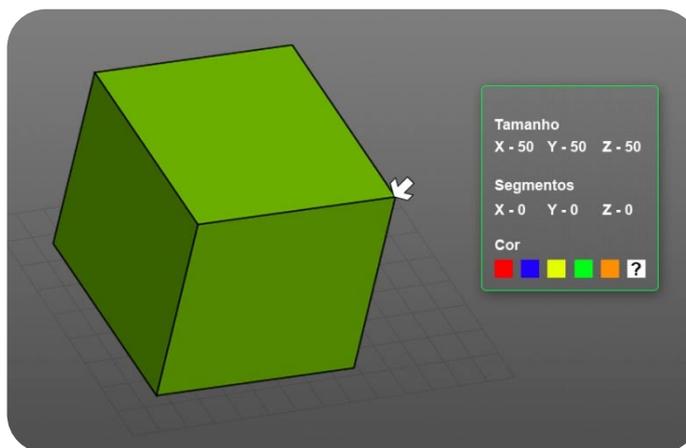


Figura 31: Detalhe da tela de edição da primitiva (Fonte: a autora)

Após conhecer as possibilidades e editar as características do objeto, o usuário deve, ao clicar com o botão direito do *mouse* sobre o objeto, ser informado a respeito das possibilidades de edição que lhes são cabíveis no estágio onde o projeto de encontra. Neste caso, as operações disponíveis são oferecidas em uma caixa de diálogo que permite a entrada e edição de dados.

As figuras 32 e 33 exemplificam o uso de um dispositivo que permite a execução de tarefas sem, entretanto solicitar a entrada de dados, oferecendo uma lista de alternativas. Após clicar sobre o objeto, a IU oferece uma janela onde os métodos de edição cabíveis no atual estágio do projeto.

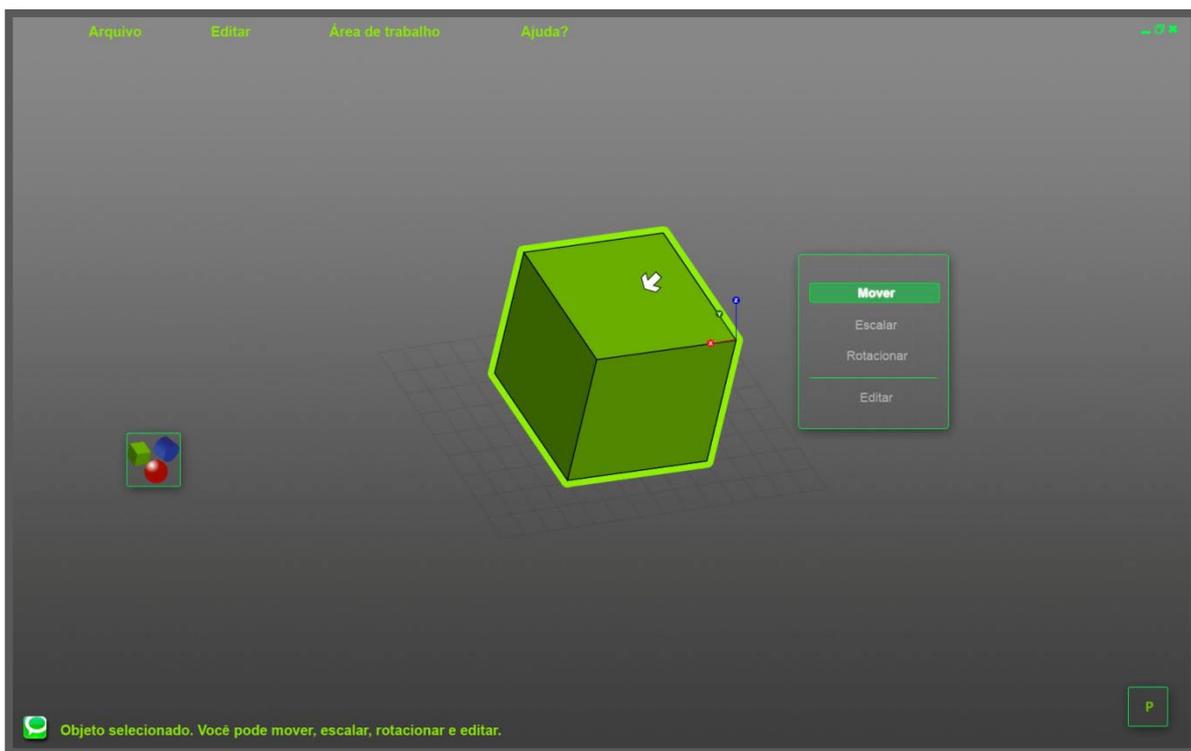


Figura 32: Tela de edição de objetos (Fonte: a autora)

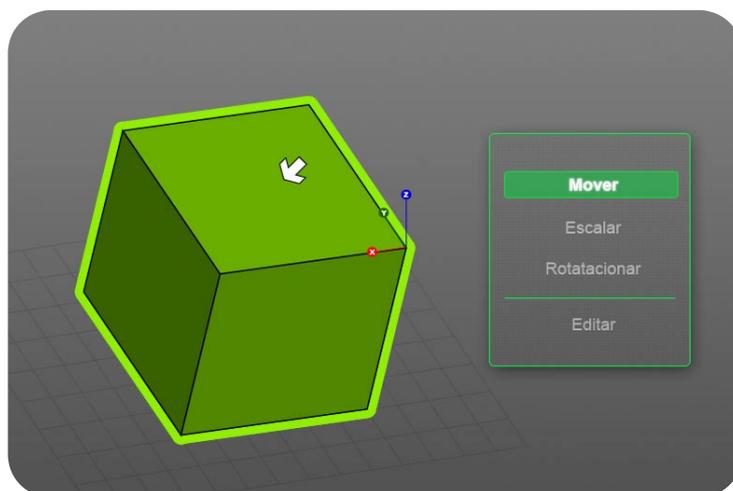


Figura 33: Ações disponíveis ao usuário após a criação da primitiva (Fonte: a autora)

Após a seleção de qualquer método de edição, o usuário recebe informações referentes ao uso da ferramenta através um tutorial simples, conforme ilustrado nas figuras 34 e 35 onde é possível efetuar operações de escalonamento, rotação e translação do objeto com movimento e cliques do *mouse*.

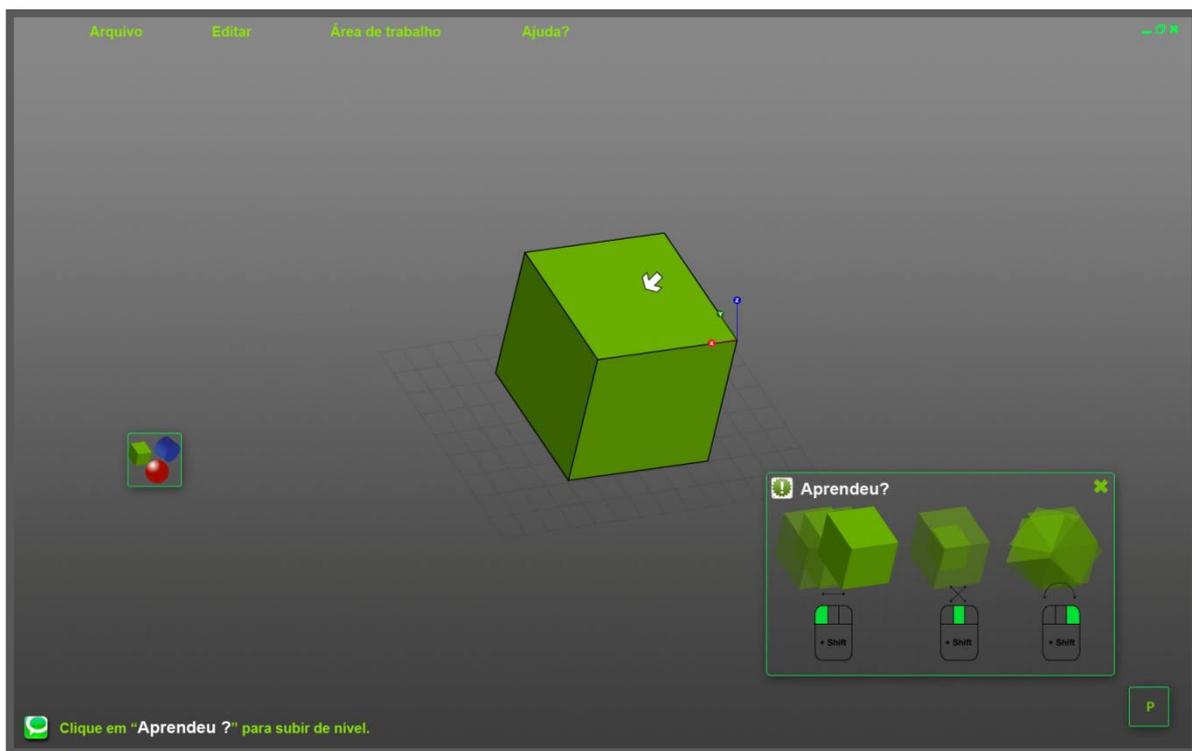


Figura 34: Pequeno tutorial para manipulação de objeto (Fonte: a autora).

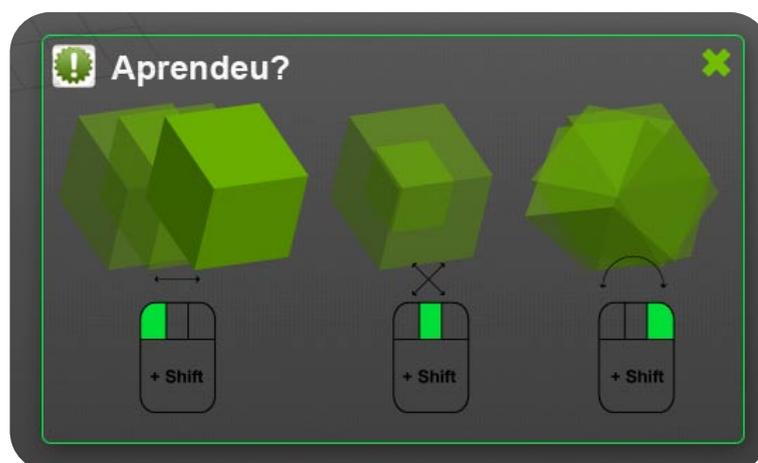


Figura 35: Tutorial de manipulação de objeto (Fonte: a autora).

Apesar do modelo de interface proposto oferecer um sistema tutorial simples, é importante oferecer uma alternativa que possa promover um conhecimento mais aprofundado das ações e ferramentas, que pode ser acessado em **menus de ajuda e documentação**<sup>14</sup> (NIELSEN, 1993) a fim de favorecer o aprendizado de usuários novatos que possam ter de recorrer a instruções mais detalhadas a respeito de um determinado aspecto do sistema.

<sup>14</sup> Mais detalhes no item 2.10.2 (pág.58)

A figura 36 ilustra o *menu* onde podem ser acessadas informações e ferramentas do sistema, que segue um padrão organizacional comum a um grande número de aplicações utilizadas para os mais diversos fins (interfaces do tipo *desktop* e ferramentas de ilustração, por exemplo), respeitando o critério **adaptabilidade > consideração da experiência do usuário**<sup>15</sup>(BASTIEN e SCAPIN, 1993). A heurística **menus de ajuda e documentação**<sup>16</sup> (NIELSEN, 1998) se faz presente no *menu* de ajuda, e o critério **convite > agrupamento/distinção por localização**<sup>17</sup> (BASTIEN e SCAPIN, 1993) é levado em conta, de modo que as ações que não estão diretamente ligadas às ferramentas utilizadas para a edição imediata do objeto na cena permanecem agrupadas nos *menus*, como os *menus* de ajuda, opções de carregamento de arquivos ou de organização da interface.



Figura 36: Detalhe do menu de comandos no modo iniciante (Fonte: a autora)

O critério **visibilidade do estado do sistema**<sup>18</sup> (NIELSEN, 1993) também pode ser verificado já que a interface dispõe no canto inferior esquerdo das telas de edição um informativo textual dos resultados das operações efetuadas pelos usuários. Na figura 37 a IU informa que o usuário avançou seu nível de conhecimento relativo às operações do sistema.

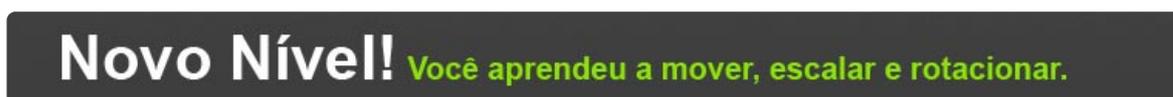


Figura 37: Dispositivo que informa ao usuário o estado atual do sistema (Fonte: a autora)

Uma das qualidades fundamentais que caracteriza uma interface ergonômica é o seu *design* minimalista, neste projeto esta característica é particularmente evidente em todos os níveis de utilização de um sistema.

Esta proposta sugere também que, a cada função executada, seja apresentado em seguida um ícone relativo à nova função, seguido da alternativa de organizá-lo na tela de acordo com a sua preferência, ou organizar de acordo com a

15 Mais detalhes no item 2.10.3.4.2 (pág.74)

16 Mais detalhes no item 2.10.2 (pág.58)

17 Mais detalhes no item 2.10.3.1.2 (pág.63)

18 Mais detalhes na página 2.10.3.1.2 (pág.63)

padronização posposta pelo sistema (figuras 38), se verifica novamente o critério ergonômico **adaptabilidade > flexibilidade**<sup>19</sup>(BASTIEN e SCAPIN, 1993).

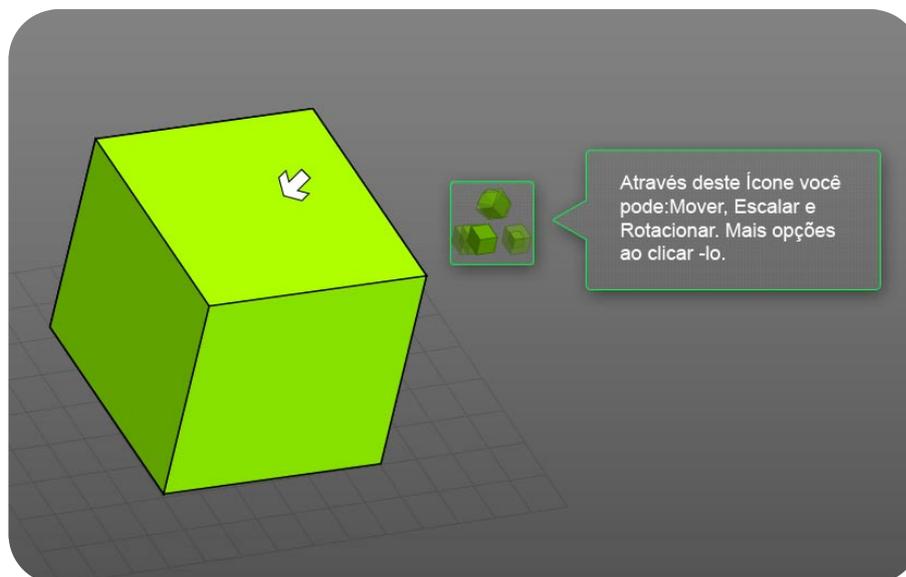


Figura 38: Ícone disponível após instruções sobre o uso da ferramenta (Fonte: a autora).

#### 4.2.5 Menu de organização as área de trabalho

No *menu* “AREA DE TRABALHO”, devem estar disponíveis alternativas *default* (organização padrão) de organização de interface de modo a padronizar o sistema de acordo com uma organização lógica pré-estabelecida evitando, dessa forma, uma possível desorganização da interface que possa causar prejuízos ao aprendizado e no uso do sistema (figura 39).



Figura 39: Alternativas oferecidas para habilitar organização padrão de interface (Fonte: a autora).

A figura 40 ilustra, mais uma vez, os critérios ergonômicos de **adaptabilidade**<sup>20</sup> ( BASTIEN ; SCAPIN, 1993) e **adequação à individualização**<sup>21</sup> (ISO 9241), uma vez que a presente proposta foca-se amplamente adaptação da IU

19 Mais detalhes no item 2.10.3.4 (pág.73)

20 Mais detalhes no item 2.10.3.4 (pág.73)

21 Mais detalhes no item 2.10.1 (pág.57)

às capacidades individuais de cada usuário, a proposta de interface desenvolvida nesta dissertação formas de organização dos componentes da interface que se adapte aos diferentes níveis de familiaridade com o sistema.

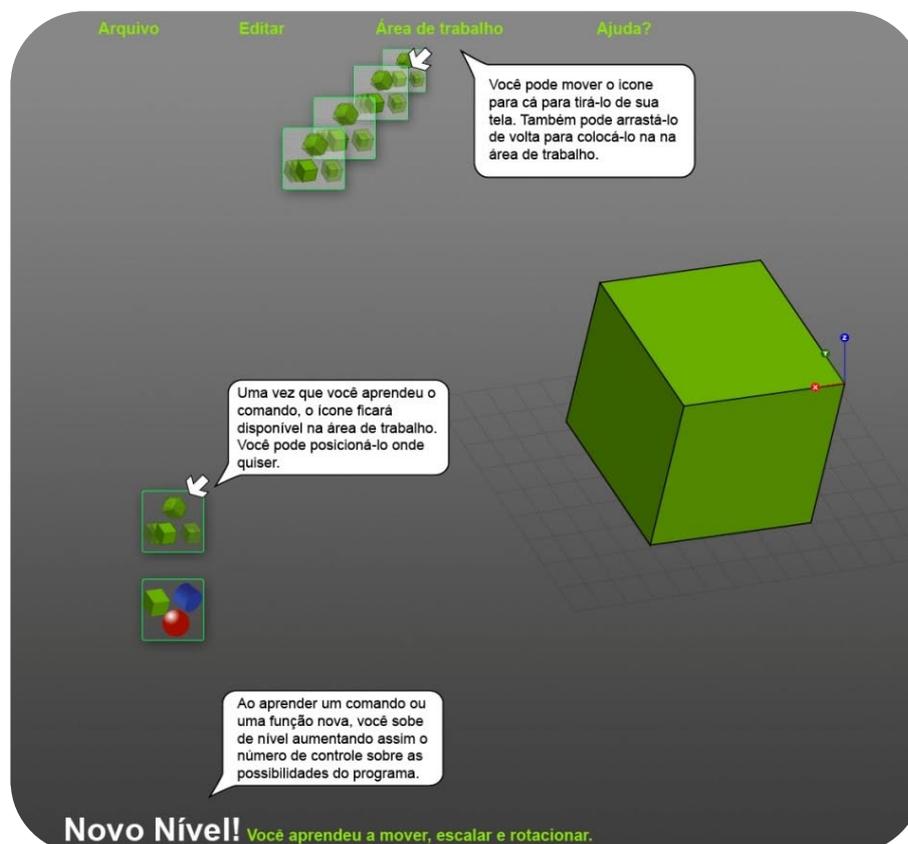


Figura 40: Possibilidades de uso e customização oferecidas (Fonte: a autora)

A figura 40 ilustra as etapas resultantes do processo de configuração da interface guiadas pelo sistema tutorial. Neste estágio, o usuário já fez uso de algumas ferramentas de edição, que foram organizadas na tela de acordo com as suas preferências.

A prevenção de erros é uma qualidade indispensável a uma interface ergonômica, entretanto, em muitos casos, evitar erros de utilização do sistema torna-se muito difícil. Isto se dá principalmente no caso de usuários iniciantes que, por desconhecimento das possibilidades de um sistema, podem ser mais passíveis de cometer enganos na realização de uma tarefa.

Segundo Cybis et al (1997), é preferível detectar os erros no momento da digitação do que no momento da validação. Isto pode evitar perturbações na planificação da tarefa.

O MIU3D propõe que o usuário seja alertado do erro durante a execução de uma tarefa, de modo que este tenha a liberdade de desabilitá-las quando julgar apropriado.

As mensagens devem ser polidas e diretas, informando ao usuário a origem do erro e oferecendo alternativas e soluções (figura 41).



Figura 41: Mensagem de erro (Fonte a autora).

#### 4.2.6 Tela de instruções de uso de dispositivo de configuração de interface

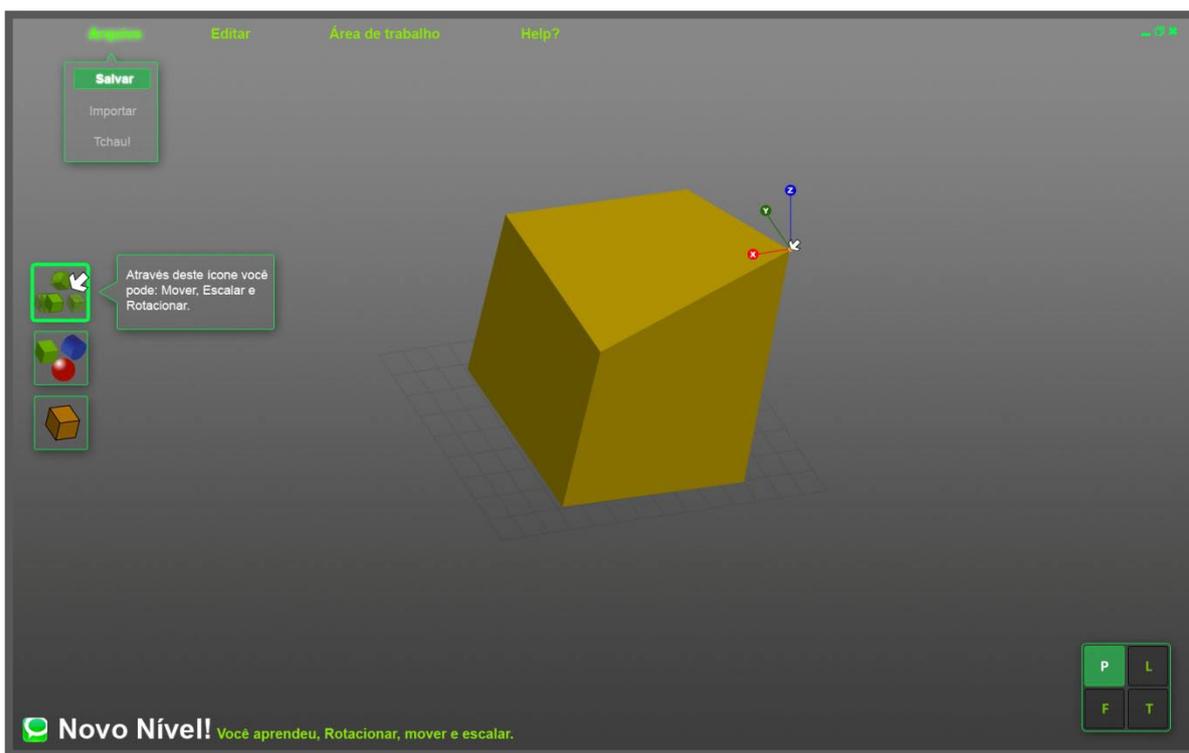


Figura 42: Alternativas de configuração de interface sugeridas pelo sistema (Fonte: a autora).

É recomendado que, a cada ação disponível ao usuário, sejam oferecidas breves instruções. Ao deixar o ponteiro do *mouse* por alguns instantes em cima de um *menu* ou ícone, um dispositivo com uma breve explicação sobre seu uso deve aparecer (figura 42 e 43).



Figura 43: Instruções sobre o uso dos dispositivos de translação de objeto (Fonte: a autora)

#### 4.2.7 Ícones

Os ícones utilizados devem referir-se visualmente ao seu uso, de modo a ilustrar o critério **reconhecimento ao invés de lembrança**<sup>22</sup> (NIELSEN, 1993) tal como proposto por Nielsen (1993), nas suas heurísticas de usabilidade e acentuado no *design* do ícone, que ilustra de maneira clara as suas possibilidades de uso, demonstrando a atribuição do critério **homogeneidade/consistência**<sup>23</sup> (BASTIEN e SCAPIN, 1993) (figuras 44 e 45).

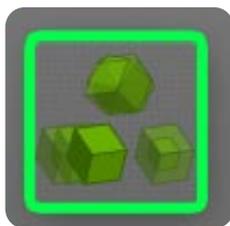


Figura 44: Ícone da ferramenta de translação (Fonte: a autora).

A figura 44 representa as possibilidades de translação de um objeto, e assemelha-se às primeiras imagens referentes a esta ação que foram exibidas ao usuário no tutorial de uso da ferramenta, da mesma forma a figura 45 representa por semelhança a ferramenta para a criação de primitivas.

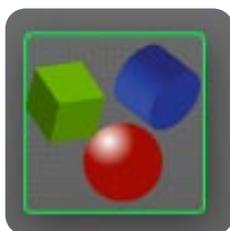


Figura 45: Ícone da ferramenta de criação de primitivas (Fonte: a autora).

<sup>22</sup> Mais detalhes no item 2.10.2 (pág.58)

<sup>23</sup> Mais detalhes no item 2.10.3.6 (pág.76)

#### 4.2.8 Organização da interface

A cada estágio de aprendizagem concluído, a IU deve propor um sistema de organização através de um sistema inteligente, bem como sugerir métodos de organização da interface seguindo a mesma metodologia exibida, de modo que as etapas consecutivas referentes ao uso de ferramentas de modelagem poligonal sigam esta mesma proposta até o conhecimento total de todas as ferramentas que uma aplicação de modelagem 3D disponibiliza.

Levando em consideração o fato de que a presente metodologia não refere-se a descrições detalhadas dos inúmeros métodos utilizados para a modelagem geométrica 3D, mas sim à construção de interfaces ergonômicas que enfatizem o bom aprendizado do uso de um sistema similar, não se identifica aqui, a necessidade de um tutorial que aborde todo o processo de modelagem poligonal de um objeto 3D.

A elaboração de modelos de caixas de diálogo e *menus* foi projetada de modo a não interferir na qualidade da interação com o objeto editável. Levando também em conta o fato de que o usuário tem a liberdade de reposicioná-las, fez-se o uso de caixas e janelas transparentes, de modo que o acionamento ou o reposicionamento de qualquer caixa de diálogo interferisse minimamente na navegação e manipulação do objeto editável.

A tela IX, ilustrada na figura 46 representa uma proposta de organização de interface considerada adequada a usuários que já tenham adquirido um conhecimento mais aprofundado das ferramentas do sistema. São observadas também as caixas transparentes, utilizadas para minimizar interferências e oferecer um espaço amplo de trabalho.

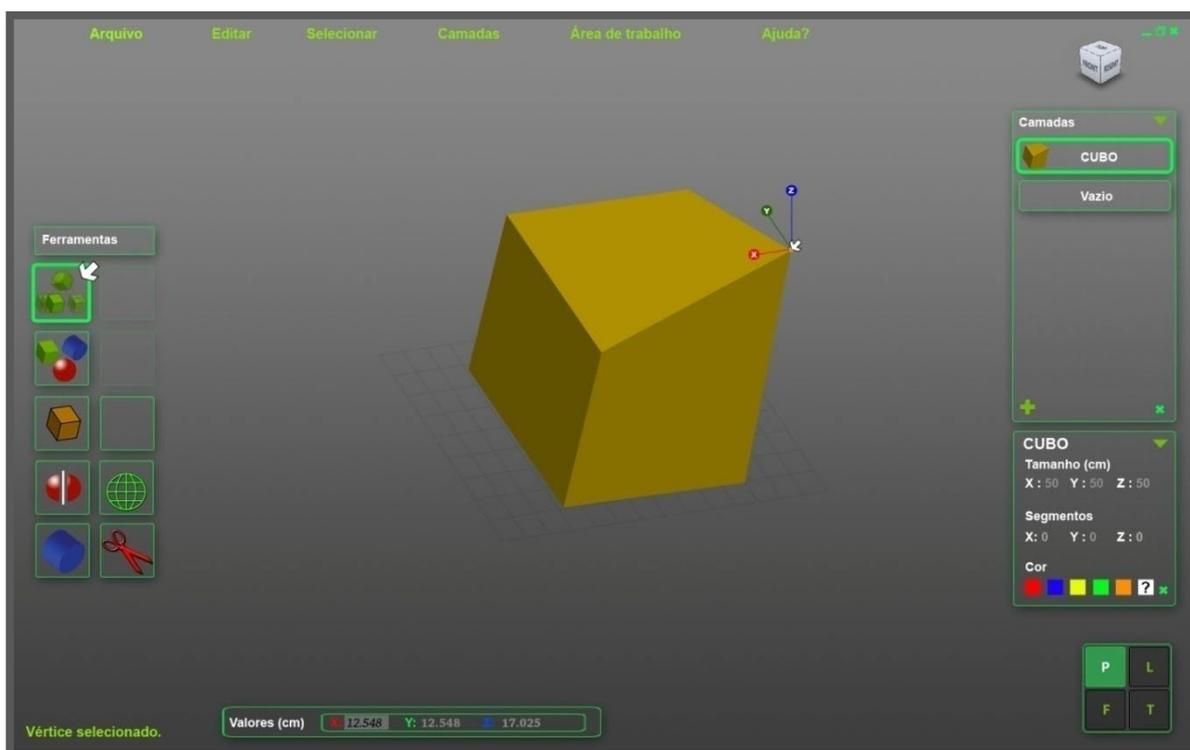


Figura 46: Tela de usuário avançado (Fonte a autora).

Neste caso, a interface está organizada de acordo com a proposta do sistema, onde o critério **condução > agrupamento/distinção entre itens > agrupamento/distinção por formato**<sup>24</sup> (BASTIEN e SCAPIN, 1993) pode ser verificado na figura 47 de modo que:

- Os *menus* de inicialização de novos projetos, *menus* de ajuda ou *menus* que não estão diretamente ligados à edição do objeto presente no espaço 3D encontram-se no topo da tela;
- As ferramentas utilizadas para edição/manipulação de elementos do objeto encontram-se posicionadas à esquerda da tela;
- As informações pertinentes ao objeto que está sendo editado estão localizadas no lado direito da tela.

<sup>24</sup> Mais detalhes no item 2.10.3.1.2 (pág.63)

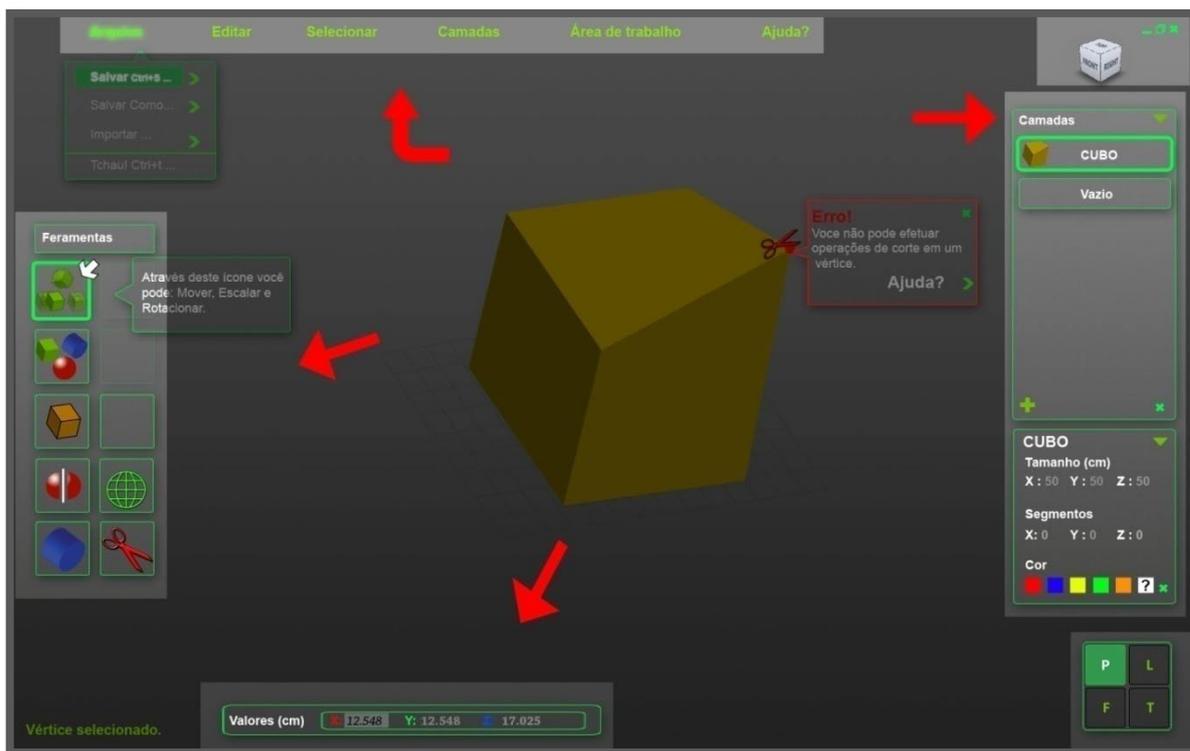


Figura 47: Distribuição das funções por localização (Fonte: a autora).

#### 4.2.9 Ajuste das vistas por manipulação direta

O MIU3D propõe ainda que o ajuste das vistas ortogonais e perspectiva seja efetuado através de manipulação direta, devido ao fato de que este tipo de interação, por se assemelhar à maneira como são manipulados os objetos no mundo físico em relação a outros estilos, encoraja a exploração da IU. O usuário pode imediatamente ver se sua ação está sendo aceita, do contrário, pode simplesmente alterá-la (SOUZA et al, 1998)..

Assim, basta arrastar a posição desejada das vistas para que a janela se organize de acordo com a preferência do usuário conforme apresentado nas figuras 48 e 49.

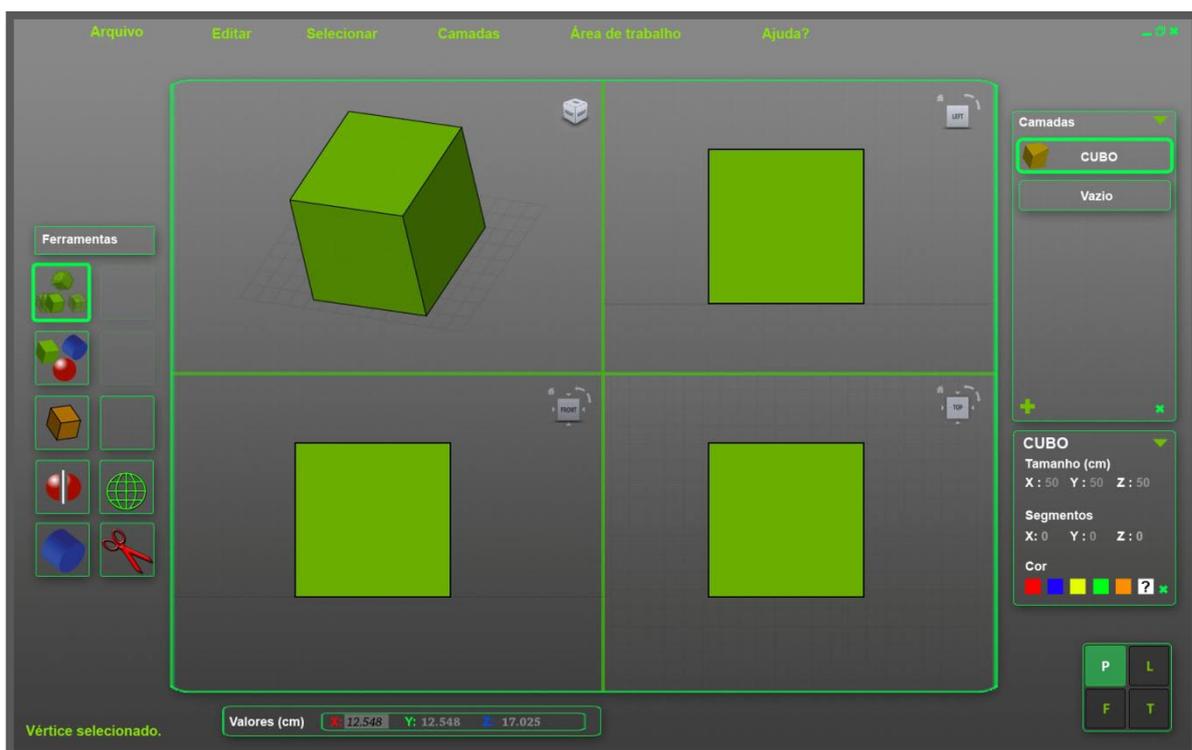


Figura 48: Tela com organização de vistas ortográficas e perspectiva (Fonte: a autora)



Figura 49: Painel de organização de vistas (Fonte: a autora).

#### 4.2.10 Caixa de diálogo para entrada de dados

Usuários avançados e intermediários podem, em um determinado momento de seu trabalho, precisar inserir dados precisos no processo de edição do objeto.

A ilustração que segue oferece um exemplo de uma caixa onde esses dados podem ser inseridos (figura 50).

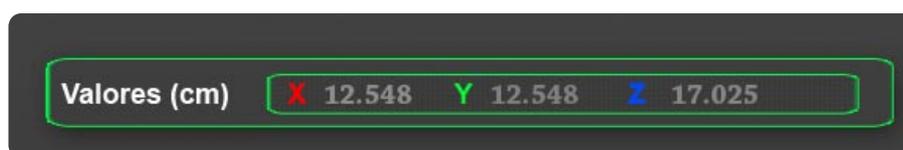


Figura 50: Caixa de diálogo para edição de valores numéricos (Fonte: a autora).

As cores utilizadas obedecem a um critério lógico, onde “X” representa o eixo X no espaço, e está representado em vermelho na ferramenta de manipulação. O

“Y” representa as coordenadas a serem atribuídas ao eixo Y do espaço, e está representado em verde, de acordo com a ferramenta de manipulação. Por fim, “Z” na caixa de diálogo, está representado em azul, em concordância com a cor que lhe é atribuída nos eixos da ferramenta (figura 51).

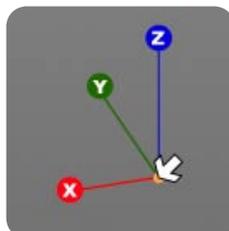


Figura 51: Eixos X, Y e Z representados por cores na ferramenta de manipulação (Fonte: a autora).

Este tipo de associação obedece aos critérios de **homogeneidade /consistência**<sup>25</sup> (BASTIEN e SCAPIN, 1993), de modo que o código visual identificativo dos eixos no espaço são coerentes.

Ao clicar sobre um campo de preenchimento de dados, este é imediatamente destacado, indicando que uma alteração está sendo efetuada no campo escolhido.

Com o objetivo de evitar desgastes, o MIU3D propõe que as unidades métricas, quando necessárias, estejam visíveis ao usuário, de modo a evitar a necessidade de inserir o código do sistema métrico, além dos dados numéricos. Caso seja necessária a utilização de outra unidade métrica, o sistema deve automaticamente fazer a conversão (figuras 52 e 53), de maneira a obedecer ao critério **brevidade > concisão**<sup>26</sup> (BASTIEN e SCAPIN, 1993)



Figura 52: Caixa de diálogo para edição de valores métricos utilizando a unidade cm (Fonte: a autora).



Figura 53: Caixa de diálogo para edição de valores métricos utilizando a unidade m (Fonte: a autora).

<sup>25</sup> Mais detalhes no item 2.10.3.6 (pág.76)

<sup>26</sup> Mais detalhes no item 2.10.3.2.1 (pág.67)

#### **4.2.11 Observações gerais sobre a interface proposta**

É importante salientar que os dispositivos de auto-instrução podem ser considerados indesejados para alguns tipos de usuários. Neste caso é importante que o sistema disponibilize e ofereça ao usuário um mecanismo padrão de organização, que pode ser definido pelo sistema de acordo com o perfil de utilização do usuário (ferramentas mais utilizadas são dispostas de forma mais acessível ou próximas ao objeto editável, seguidas das menos utilizadas, por exemplo), ou mesmo seguindo uma organização fixa, proposta pelo desenvolvedor da aplicação com base em seus conhecimentos referentes ao uso das ferramentas.

Uma organização pré-estabelecida pode ser vantajosa, uma vez que ela disponibiliza na tela ferramentas que podem ser desconhecidas ao usuário, mas podem se tornar muito úteis por constituírem novos meios de se executar uma ação. Normalmente este tipo de organização é conveniente a usuários que já disponham de bom conhecimento das ferramentas que o sistema propõe, e o acesso a novos métodos de realização de tarefas pode se tornar um ganho considerável.

É necessário reafirmar, entretanto, que o método proposto no presente relatório, apesar dos fatores acima descritos, tem seu foco no aprendizado do uso de um sistema, bem como nos fatores ergonômicos que podem favorecer o bom uso a partir do conhecimento das possibilidades de um sistema de modelagem 3D. Assim, as imagens exibidas têm a proposta de ilustrar os métodos que podem promover este conhecimento, excluindo assim, a necessidade de ilustrar as inúmeras possibilidades de configuração passadas as etapas iniciais de aprendizado.

## 5 AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO

Observando as técnicas de avaliação de usabilidade apresentadas no capítulo 2 nota-se que todas contribuem de alguma forma na identificação de problemas de usabilidade, tanto ao longo do processo de desenvolvimento do produto quanto na sua finalização. Entretanto, as delimitações apresentadas neste trabalho apontam o *checklist* como técnica mais apropriada. Esse fato deve-se à qualidade da técnica de não exigir formação ou competências específicas para sua realização, além da produção de resultados válidos, referindo-se à quantidade de problemas detectados (CYBIS, 2003).

A avaliação da qualidade ergonômica da interface será realizada de acordo com o sistema de avaliação por *checklist* através do sistema ErgoList desenvolvido por pesquisadores do LabUtil - Laboratório de Usabilidade da Informática da Universidade Federal de Santa Catarina.

As variáveis referentes às listas de verificação indicam o ponto de maior importância na avaliação do sistema. Seu objetivo é identificar se foram considerados os procedimentos adequados na elaboração da ferramenta ou uso de determinado aspecto para o procedimento de interação. Sua criação está diretamente relacionada às recomendações encontradas nas referências, tendo sido necessário realizar uma reunião de recomendações que pudessem servir de ponto de partida para a criação das verificações.

Para a validação dos resultados, foi utilizado o mesmo processo avaliativo na interface de uma aplicação similar. Para este relatório foi escolhido o 3D Studio Max<sup>®</sup>, por se tratar de um *software* popular na categoria em que se insere, e também por oferecer o recurso de modelagem poligonal tridimensional.

Apesar de se tratar de um *software* complexo, a avaliação da Interface de Usuário 3D Studio Max<sup>®</sup>, deverá ser restrita aos aspectos inerentes ao modo de modelagem poligonal tridimensional, para que os resultados obtidos sejam baseados em critérios similares, os resultados desta avaliação podem ser encontrados no apêndice deste relatório.

## 5.1 ErgoList

A ErgoList (CYBIS et al, 1997) é um sistema de listas de avaliação de qualidades ergonômicas disponibilizado via *Web/Internet* e está associado aos critérios ergonômico descrito pelos pesquisadores Bastien e Scapin (1993) podendo ser consultado no seguinte endereço: [www.labiutil.inf.ufsc.br](http://www.labiutil.inf.ufsc.br)

O *checklist* oferecido pelo LabUtil apresenta algumas potencialidades que são apresentadas a seguir (CYBIS et al, 2007):

- a) possibilidade de ser realizada por *designers*, não exigindo especialistas em IHC. Esta característica deve-se ao fato de o conhecimento ergonômico estar embutido no próprio *checklist*;
- b) sistematização da avaliação, que garante resultados mais estáveis, mesmo quando aplicada separadamente por diferentes avaliadores, pois as questões/recomendações constantes *no checklist* sempre serão efetivamente verificadas;
- c) facilidade na identificação de problemas de usabilidade, devido à especificidade das questões do *checklist*;
- d) aumento da eficácia de uma avaliação, devido à redução da subjetividade, normalmente associada a processos de avaliação;
- e) redução de custo da avaliação, pois é um método de aplicação rápida.

A comprovação da eficiência do *checklist* (em avaliações 2D) pode ser encontrada em trabalhos desenvolvidos pelo LabUtil/UFSC (CYBIS et al, 2007)..

Para realizar a avaliação de usabilidade, foi utilizada a classificação desenvolvida para esta dissertação, resultando em uma decomposição de tarefas e variáveis, conforme é sugerido na classificação proposta pela ErgoList. O resultado apresenta-se como um relatório estruturado de forma distribuída em dezoito grupos de tarefas: Presteza, agrupamento por localização, agrupamento por formato, *feedback*, legibilidade, concisão, ações mínimas, densidade informacional, ações explícitas, controle do usuário, flexibilidade, experiência do usuário, proteção contra erros, mensagens de erro, correção de erros, consistência, significados e compatibilidade.

As perguntas da *checklist* oferecem quatro alternativas de resposta:

1. Sim;

2. Não;
3. Não aplicável;
4. Adiar resposta.

Após a resposta, faz-se um comentário sobre a alternativa selecionada e apresenta-se, quando pertinente uma imagem da interface ilustrando a resposta selecionada. O relatório se apresenta a seguir.

### 5.1.1 Presteza

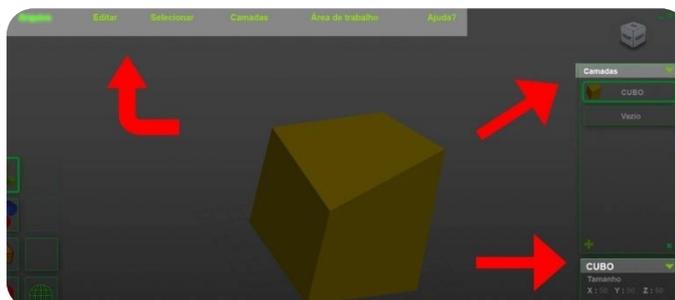
Este critério engloba os meios utilizados para levar o usuário a realizar determinadas ações, como por exemplo, entrada de dados. A presteza engloba também todos os mecanismos ou meios que permitem ao usuário conhecer as alternativas, em termos de ações, conforme o estado ou contexto nos quais ele se encontra. Ela diz respeito igualmente às informações que permitem ao usuário identificar o estado ou contexto no qual ele se encontra, bem como as ferramentas de ajuda e seu modo de acesso (CYBIS et al, 2007).

#### 1- Os títulos de telas, janelas e caixas de diálogo estão no alto, centrados ou justificados à esquerda?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser verificado em todas as telas e janelas de diálogo.

Exemplo:

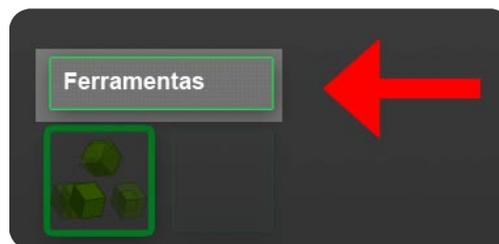


#### 2- Todos os campos e mostradores de dados possuem rótulos identificativos?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser identificado em qualquer caixa de edição de dados.

Exemplos:



**3- Caso o dado a entrar possua um formato particular, esse formato encontra-se descrito na tela?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser verificado no *menu* de edição do objeto e *menu* de edição de dados numéricos espaciais.

Exemplos:



**4- As unidades para a entrada ou apresentação de dados métricos ou financeiros encontram-se descritas na tela?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser verificado no exemplo referente à questão 3 deste critério.

**5- Os rótulos dos campos contêm um elemento específico, por exemplo, ":", como convite às entradas de dados?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser verificado no exemplo referente à questão 3 deste critério.

**6- Caso o dado a entrar possua valores aceitáveis, esses valores encontram-se descritos na tela?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser verificado no exemplo referente à questão 3 deste critério.

**7- Listas longas apresentam indicadores de continuação, e quantidade de itens e de páginas?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Este tipo de sistema não exibe textos longos, mas deve ser considerado nos *menus* de ajuda e documentação, como em qualquer outra aplicação.

**8- As tabelas apresentam cabeçalhos para linhas e colunas consistentes e distinguíveis dos dados apresentados?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O modelo proposto não prevê o uso de tabelas.

**9- Os gráficos possuem um título geral e rótulos para seus eixos?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O modelo proposto não prevê o uso de gráficos.

**10- Os botões que comandam a apresentação de caixas de diálogo apresentam em seus rótulos o sinal "..." como indicador da continuidade do diálogo?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Nas janelas acionadas pelos *menus* é sinalizado que as ações referentes àquela opção deverão ser exibidas em uma segunda janela

Exemplo:



**11- As páginas de *menus* possuem títulos, cabeçalhos ou convites à entrada?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os títulos das janelas e *menus* indicam a ação referente ao seu acionamento.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo referente à questão 10 deste critério.

**12- As opções de *menu* que levam a outros painéis de *menu* apresentam o sinal ">" como indicador desse fato?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Nas janelas acionadas pelos *menus* é sinalizado que as ações referentes àquela opção deverão ser exibidas em uma segunda janela.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo referente à questão 10 deste critério.

**13- O usuário encontra disponíveis as informações necessárias para suas ações?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Ao deixar o mouse em cima de qualquer ferramenta por alguns instantes, uma breve descrição é oferecida.

Exemplo:



**14- Nas caixas de mensagens de erro, o botão de comando "AJUDA" está sempre presente?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: pode ser verificado na mensagem de erro.

Exemplo:



**15- Existe a possibilidade de o usuário obter a lista de comandos básicos da linguagem?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra essa possibilidade.

**16- Na ocorrência de erros, o usuário pode acessar todas as informações necessárias ao diagnóstico e à solução do problema?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra essa possibilidade, ainda que o *menu* de ajuda ilustrado sugira esta opção.

### 5.1.2 Agrupamento por localização

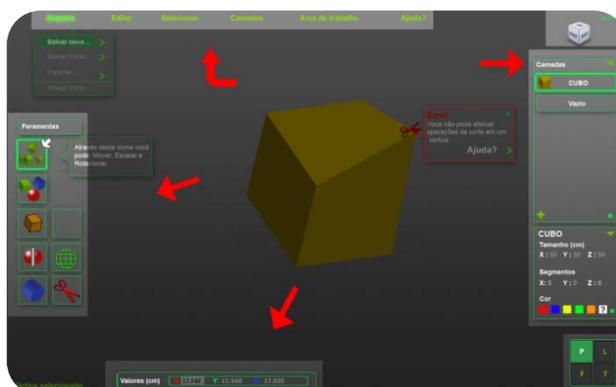
O critério de Agrupamento/Distinção por Localização diz respeito ao posicionamento relativo dos itens, estabelecido para indicar se eles pertencem ou não a uma dada classe, ou, ainda, para indicar diferenças entre classes. Esse critério também diz respeito ao posicionamento relativo dos itens dentro de uma classe (CYBIS et al, 2007).

#### 1- O espaço de apresentação está diagramado em pequenas zonas funcionais?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os *menus* referentes às ferramentas não diretamente utilizáveis encontram-se posicionadas no topo da tela, as ferramentas diretamente utilizáveis (como as de edição de componentes do objeto), de acordo com a organização *default* proposta pelo sistema, encontram-se à esquerda, as ferramentas de edição geral do objeto estão posicionadas a direita da tela.

Exemplo:



#### 2- A disposição dos objetos de interação de uma caixa de diálogo segue uma ordem lógica?

Resposta: **Sim.**

Comentário: As ferramentas de interação mais utilizadas encontram-se mais próximas do objeto editável.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 1 deste critério.

#### 3- Nos agrupamentos de dados, os itens estão organizados espacialmente segundo um critério lógico?

Resposta: **Sim.**

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 1 deste critério.

**4- Os códigos das teclas aceleradoras de opções de *menus* estão localizados à direita do nome da opção?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser verificado no *menu* arquivo, onde o atalho da tecla salvar, por exemplo, é sinalizado ao lado do comando.

Exemplo:



**5- Nas listas de seleção, as opções estão organizadas segundo alguma ordem lógica?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser observado no *menu* arquivo, onde a opção mais utilizada é mostrada no topo, seguido da segunda mais utilizada e assim, sucessivamente.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 4 deste critério.

**6- Os painéis de *menu* são formados a partir de um critério lógico de agrupamento de opções?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: No *menu* arquivo, encontram-se somente opções referentes ao contexto arquivo.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 4 deste critério.

**7- Dentro de um painel de *menu*, as opções mutuamente exclusivas ou interdependentes estão agrupadas e separadas das demais?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: No *menu* arquivo, a opção fechar tem uma função oposta às opções de salvamento, e está separada das demais.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 4 deste critério.

#### **8- As opções dentro de um painel de *menu* estão ordenadas segundo algum critério lógico?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser observado no *menu* arquivo, onde a opção mais utilizada é mostrada no topo, seguido da segunda mais utilizada e assim, sucessivamente.

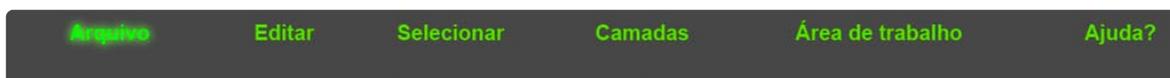
Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 4 deste critério.

#### **9- A definição da opção de *menu* selecionada por *default* segue algum critério?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Por convenção, a maior parte dos *softwares* utiliza a organização de *menus* de acordo com o protótipo proposto, onde o *menu* arquivo e menu de ajuda encontram-se no topo da tela, sempre visíveis ao usuário.

Exemplo:



#### **10- Os grupos de botões de comando estão dispostos em coluna e à direita, ou em linha e abaixo dos objetos aos quais estão associados?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por tratar-se de um protótipo não funcional, o modelo proposto não prevê este item.

#### **11- O botão de comando selecionado por *default* está na posição mais alta, se os botões estão dispostos verticalmente, ou na mais à esquerda, se os botões estão dispostos horizontalmente?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por tratar-se de um protótipo não funcional, o modelo proposto não prevê este item.

### 5.1.3 Agrupamento por formato

O critério de Agrupamento/Distinção por Formato diz respeito mais especificamente às características gráficas (formato, cor, etc.) que indicam se itens pertencem ou não a uma dada classe, ou que indicam ainda distinções entre classes diferentes ou distinções entre itens de uma dada classe (Cybis, et al., 1997).

#### 1- Os controles e comandos encontram-se visualmente diferenciados das informações apresentadas nas telas?

Resposta: **Sim.**

Comentário: As ferramentas de edição estão delimitadas por grades, e visivelmente não são editáveis.

Exemplos:

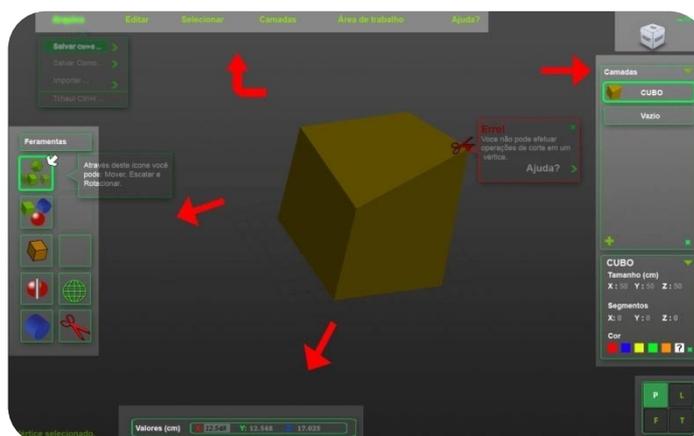


#### 2- Códigos visuais são empregados para associar diferentes categorias de dados distribuídos de forma dispersa nas telas?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os *menus* referentes às ferramentas não diretamente utilizáveis encontram-se posicionadas no topo da tela, as ferramentas diretamente utilizáveis (como as de edição de componentes do objeto), de acordo com a organização *default* proposta pelo sistema, encontram-se à esquerda, as ferramentas de edição geral do objeto estão posicionadas a direita da tela.

Exemplo:



**3- Os diferentes tipos de elementos de uma tela de consulta (dados, comandos e instruções) são visualmente distintos uns dos outros?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A janela de edição dos dados do objeto é visivelmente diferente da janela de edição de dados referente à movimentação de elementos do objeto no espaço, tanto no que se refere a sua apresentação gráfica, quanto à sua localização.

Exemplos:



**4- Os rótulos são visualmente diferentes dos dados aos quais estão associados?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser verificado na janela de edição de valores de movimentação espacial de elementos do objeto.

Exemplo:



**5- Os cabeçalhos de uma tabela estão diferenciados através do emprego de cores diferentes, letras maiores ou sublinhadas?**

Resposta: **Não aplicável.**

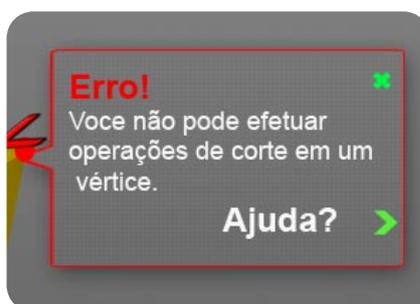
Comentário: O sistema proposto não prevê o uso de tabelas.

**6- Em situações anormais, os dados críticos e que requeiram atenção imediata são diferenciados através do uso de cores brilhantes como, por exemplo, o vermelho ou o rosa?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser observado na mensagem de erro.

Exemplo:



**7- Sinais sonoros são empregados para alertar os usuários em relação a uma apresentação visual?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**8- Na apresentação de textos, os recursos de estilo, como itálico, negrito, sublinhado ou diferentes fontes são empregados para salientar palavras ou noções importantes?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser observado na mensagem de erro

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 6 deste critério.

**9- Os itens selecionados para alteração, atualização ou acionamento estão destacados dos outros?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os espaços selecionados para entradas de dados são destacados em relação aos que não selecionados.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 4 deste critério.

**10- Nas situações de alarme e nas telas de alta densidade de informação, o recurso de intermitência visual é empregado para salientar dados e informações?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O sistema proposto não prevê este tipo de dispositivo, pois caracteres piscantes podem ter a legibilidade reduzida e causar fadiga visual, se usados demasiadamente.

**11- Os campos obrigatórios são diferenciados dos campos opcionais de forma visualmente clara?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O sistema proposto não prevê este tipo de dispositivo, já que qualquer entrada de dados neste tipo de sistema de modelagem pode ser considerada opcional por prever a possibilidade de inserção de valores por manipulação direta.

**12- Nas caixas de mensagens, o botão selecionado por *default* tem uma apresentação visual suficientemente distinta dos outros?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**13- Em situações em que se exija atenção especial do usuário, as mensagens de alerta e de aviso são apresentadas de maneira distinta?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser verificado na mensagem de erro.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 6 deste critério.

**14- A forma do cursor do *mouse* é diferente da de qualquer outro item apresentado?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O cursor do *mouse* destaca-se de qualquer outro item presente na tela.

Exemplo:



**15- As formas de cursores (dois ou mais) apresentados simultaneamente são suficientemente distintas umas das outras?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O modelo proposto não conta com este tipo de dispositivo

**16- As caixas de agrupamento são empregadas para realçar um grupo de dados relacionados?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A janela de edição dos dados apresenta as caixas para entrada de dados que podem ser agrupadas, de modo a evitar deslocamentos desnecessários.

Exemplos: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 3 deste critério.

**17- Quando apresenta opções não disponíveis no momento, o sistema as mostra de forma diferenciada visualmente?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Caso o usuário opte pelo sistema *default* de organização da interface todos os comandos estarão presentes na tela, ainda que estejam desabilitados.

#### **5.1.4 Feedback**

O *Feedback* imediato diz respeito às respostas do sistema às ações do usuário. Tais entradas podem ir do simples pressionar de uma tecla até uma lista de comandos. Em todos os casos, respostas do computador devem ser fornecidas, de forma rápida, com passo apropriado e consistente para cada tipo de transação. De todo modo, uma resposta rápida deve ser fornecida com informações sobre a transação solicitada e seu resultado (CYBIS et al, 2007).

**1- O sistema fornece *feedback* para todas as ações do usuário?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Esta característica é especialmente enfatizada no módulo de configuração de IU para usuários iniciantes, ainda que nos módulos intermediário/avançado ela seja menos utilizada.

Exemplo:



**Objeto selecionado. Você pode mover, escalar, rotacionar e editar.**

**2- Quando, durante a entrada de dados, o sistema torna-se indisponível ao usuário, devido a algum processamento longo, o usuário é avisado desse estado do sistema e do tempo dessa indisponibilidade?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**3- O sistema fornece informações sobre o estado das impressões?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Este tipo de dispositivo não se aplica ao sistema proposto.

**4- Os itens selecionados de uma lista são realçados visualmente de imediato?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Ao selecionar uma opção em um *menu*, este é imediatamente destacado com um marcador.

Exemplo:



**5- A imagem do cursor fornece *feedback* dinâmico e contextual sobre a manipulação direta?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**6- O sistema fornece ao usuário informações sobre o tempo de processamentos demorados?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**7- O sistema apresenta uma mensagem informando sobre o sucesso ou fracasso de um processamento demorado?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**8- O sistema fornece *feedback* imediato e contínuo das manipulações diretas?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As ações efetuadas pelo usuário são descritas em um dispositivo localizado na parte inferior da tela.

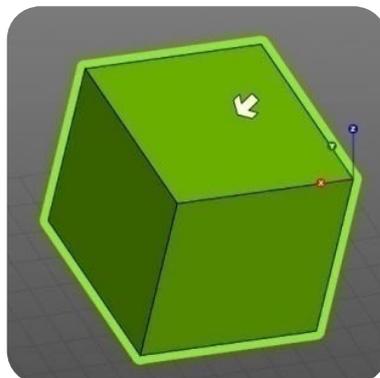
Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 1 deste critério.

**9- O sistema define o foco das ações para os objetos recém criados ou recém abertos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: o objeto criado é imediatamente destacado.

Exemplo:



**10- O sistema fornece *feedback* sobre as mudanças de atributos dos objetos?**

Resposta: **Não aplicável.**

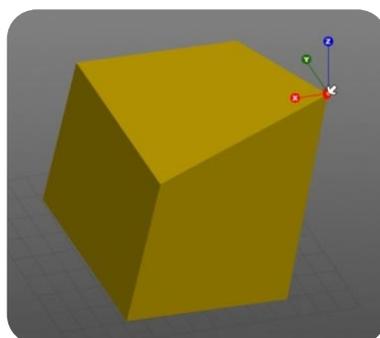
Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**11- Qualquer mudança na situação atual de objetos de controle é apresentada visualmente de modo claro ao usuário?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Qualquer edição feita ao objeto é imediatamente visível, no caso de movimentação de elementos, ou definição de medidas, por exemplo.

Exemplo:



**12- O sistema fornece um histórico dos comandos entrados pelo usuário durante uma sessão de trabalho?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

### 5.1.5 Legibilidade

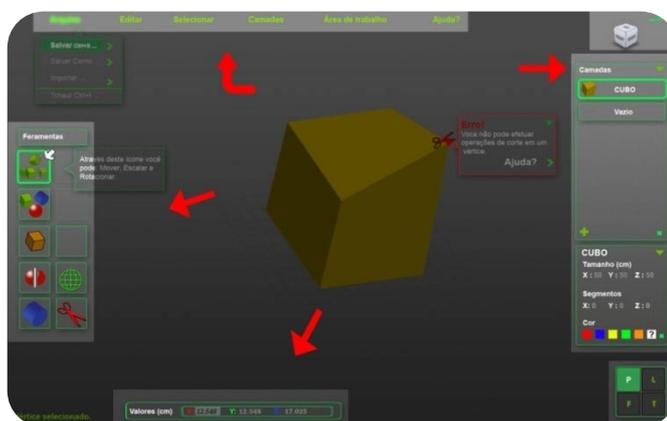
A Legibilidade diz respeito às características lexicais das informações apresentadas na tela que possam dificultar ou facilitar a leitura dessa informação (brilho do caractere, contraste letra/fundo, tamanho da fonte, espaçamento entre palavras, espaçamento entre linhas, espaçamento de parágrafos, comprimento da linha, etc.). Por definição, o critério Legibilidade não abrange mensagens de erro ou de *feedback* (Cybis, et al., 1997).

#### 1- As áreas livres são usadas para separar grupos lógicos em vez de tê-los todos de um só lado da tela, caixa ou janela?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os grupos de ferramentas são dispostos seguindo um critério lógico de compatibilidade e utilização.

Exemplo:



#### 2- Os grupos de objetos de controle e de apresentação que compõem as caixas de diálogo e outros objetos compostos encontram-se alinhados vertical e horizontalmente?

Resposta: **Sim.**

Comentário: As caixas de ferramentas de edição de objeto, *menus* de comando e movimentação de objetos encontram-se alinhadas verticalmente e horizontalmente, de modo a respeitar o espaço para navegação e manipulação do objeto editável.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 1 deste critério.

**3- Os rótulos de campos organizados verticalmente e muito diferentes em tamanho estão justificados à direita?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**4- A largura mínima dos mostradores de texto é de 50 caracteres?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os textos disponíveis são apresentados de modo a respeitar o espaço de tela e promover uma boa comunicação com o usuário.

**5- A altura mínima dos mostradores de texto é de 4 linhas?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os textos disponíveis são apresentados de modo a respeitar o espaço de tela e promover uma boa comunicação com o usuário.

**6- Os parágrafos de texto são separados por, pelo menos, uma linha em branco?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os textos disponíveis são projetados a fim de promover uma boa legibilidade, respeitando o espaçamento e distribuição na janela.

**7- O uso exclusivo de maiúsculas nos textos é evitado?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O protótipo não apresenta esta característica, em textos longos.

**8- O uso do negrito é minimizado?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O uso do negrito é utilizado somente para salientar uma informação importante ou para indicar um comando ativo.

Exemplos:



**9- O uso do sublinhado é minimizado?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O protótipo proposto não faz uso deste recurso.

**10- Nas tabelas, linhas em branco são empregadas para separar grupos?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O protótipo proposto não faz uso de tabelas.

**11- As listas de dados alfabéticos são justificadas à esquerda?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O protótipo proposto não faz uso deste recurso.

**12- As listas contendo números decimais apresentam alinhamento pela vírgula?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O protótipo proposto não faz uso deste recurso.

**13- As linhas empregadas para o enquadramento e segmentação de *menus* (separadores, delimitadores etc.) são simples?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Se aplica a todos os separadores e delimitadores apresentados.

Exemplos:



**14- As bordas dos painéis dos *menus* estão suficientemente separadas dos textos das opções de modo a não prejudicar a sua legibilidade?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Se aplica a todos os separadores e delimitadores apresentados.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 13 deste critério.

**15- O uso de abreviaturas é minimizado nos *menus*?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Somente são utilizadas abreviaturas para indicar teclas de atalho.

Exemplo:

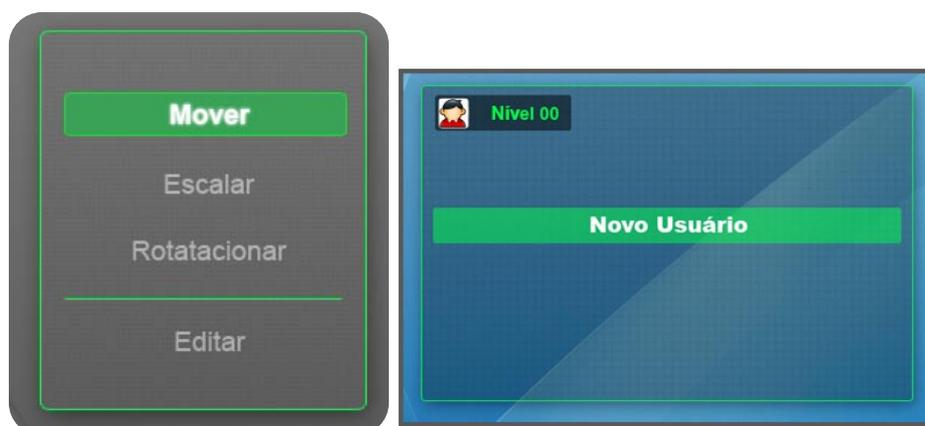


**16- Os nomes das opções estão somente com a inicial em maiúsculo?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Se aplica a todas as opções disponíveis neste protótipo.

Exemplos:



**17- Os números que indicam as opções de *menu* estão alinhados pela direita?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O protótipo proposto não utiliza este recurso

**18- Quando a enumeração alfabética é utilizada, as letras para seleção estão alinhadas pela esquerda?**

Resposta: **Não aplicável.**

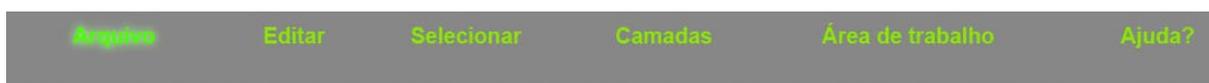
Comentário: O protótipo proposto não utiliza este recurso

**19- As opções das barras de *menu* horizontal estão separadas por, no mínimo, 2 caracteres brancos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os *menus* oferecem uma distância adequada à boa legibilidade das informações.

Exemplo:



**20- Os rótulos de campos começam com uma letra maiúscula, e as letras restantes são minúsculas?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O protótipo proposto obedece este requisito em todos os campos.

Exemplo:



**21- Os itens de dados longos são particionados em grupos mais curtos, tanto nas entradas como nas apresentações?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O modelo proposto não utiliza este recurso.

**22- Os códigos alfanuméricos do sistema agrupam separadamente letras e números?**

Resposta: **Não aplicável.**

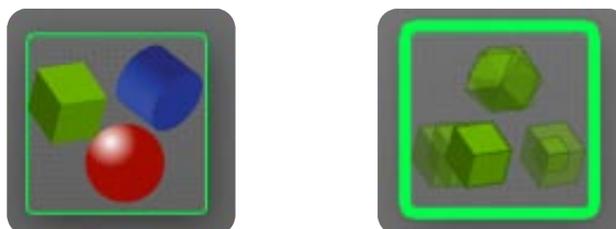
Comentário: O modelo proposto não utiliza este recurso.

**23- Os ícones são legíveis?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os ícones são representativos das ações que executam.

Exemplos: Ícone para a criação de primitivas (à direita) e de movimentação do objeto (à esquerda).



**24- O sistema utiliza rótulos (textuais) quando pode existir ambigüidade de ícones?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O modelo proposto não apresenta ambigüidade entre ícones.

## 25- A informação codificada com o vídeo reverso é legível?

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O modelo proposto não apresenta este tipo de recurso.

## 26- O uso de vídeo reverso está restrito à indicação de *feedback* de seleção?

Resposta: **Não aplicável.**

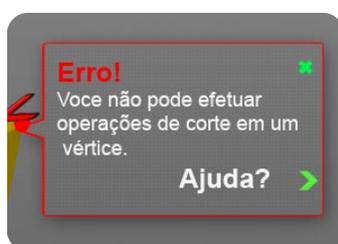
Comentário: O modelo proposto não apresenta este tipo de recurso.

## 27- Os dados a serem lidos são apresentados de forma contínua, ou seja, não piscantes?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Em situações onde é necessário chamar a atenção do usuário para alguma ação, o modelo utiliza um símbolo extra, como o ponto de exclamação, por exemplo.

Exemplo:



**Novo Nível!** Você aprendeu a mover, escalar e rotacionar.

### 5.1.6 Concisão

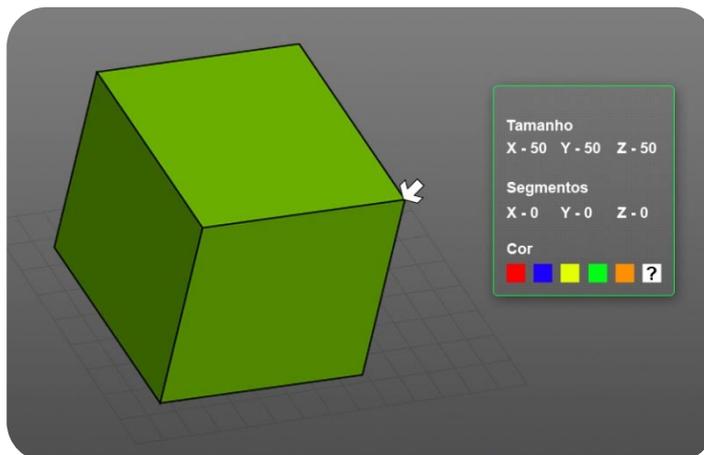
O critério Concisão diz respeito à carga perceptiva e cognitiva de entradas e saídas individuais. Por definição, a Concisão não diz respeito às mensagens de erro e de *feedback*(CYBIS et al, 2007)..

## 1- O sistema oferece valores *defaults* para acelerar a entrada de dados?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Ao criar uma primitiva o sistema oferece valores *default* de medida.

Exemplo:



2- A identificação alfanumérica das janelas é curta o suficiente para ser lembrada facilmente?

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O modelo proposto não prevê este recurso.

3- Os nomes das opções de *menu* são concisos?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os nomes em opções são curtos de modo a respeitar o espaço da tela e facilitar a memorização.

Exemplos:

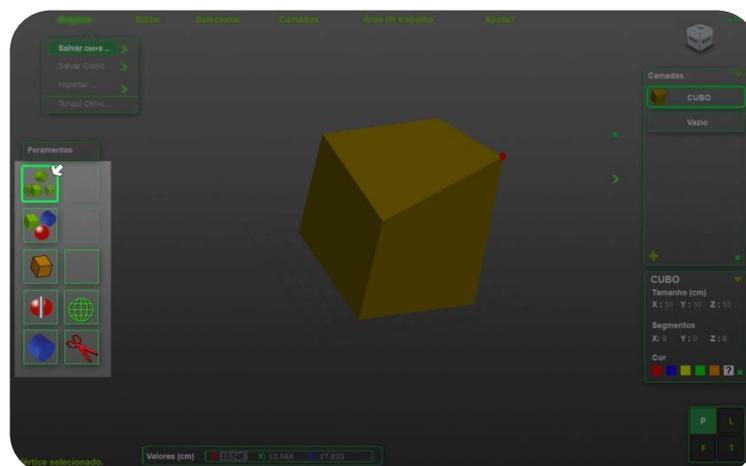


#### 4- Os ícones são econômicos sob o ponto de vista do espaço nas telas?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os ícones são pequenos e economizam espaços na tela.

Exemplos:



#### 5- As denominações são breves?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os nomes são curtos, de modo a facilitar a memorização e respeitar os espaços de tela.

Exemplos:



#### 6- As abreviaturas são curtas?

Resposta: **Sim.**

Comentário: As abreviaturas quando utilizadas são curtas, de modo a favorecer a memorização e respeitar os espaços de tela.

Exemplos:



7- Os códigos arbitrários que o usuário deve memorizar são sempre menores do que 4 ou 5 caracteres?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os códigos numéricos não ultrapassam 5 caracteres.

Exemplo:



8- Os rótulos são concisos?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Todos os rótulos são compostos por denominações curtas.

Exemplos:



**9- Códigos alfanuméricos não significativos para o usuário e que devem ser entrados no sistema são menores do que 7 caracteres?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os códigos numéricos não ultrapassam 5 caracteres.

Exemplo: Pode ser verificado na questão 7 deste critério.

**10- Na entrada de dados alfanuméricos, o sistema considera as letras maiúsculas e minúsculas como equivalentes?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**11- Na entrada de dados numéricos, o usuário é liberado do preenchimento do ponto decimal desnecessário?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**12- Na entrada de dados numéricos, o usuário é liberado do preenchimento dos zeros fracionários desnecessários?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**13- Na entrada de valores métricos ou financeiros, o usuário é liberado do preenchimento da unidade de medida?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Nos campos onde são necessárias as entradas de dados numéricos o sistema exibe as unidades de medida consideradas.

Exemplos:



**14- É permitido ao usuário reaproveitar os valores definidos para entradas anteriores, podendo inclusive alterá-los?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

### 5.1.7 Ações mínimas

O critério Ações Mínimas diz respeito à carga de trabalho em relação ao número de ações necessárias à realização de uma tarefa. O que se tem aqui é uma questão de limitar, tanto quanto possível, o número de passos que o usuário deve empregar (Cybis, et al., 1997).

**1- Em formulário de entrada de dados o sistema posiciona o cursor no começo do primeiro campo de entrada?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**2- Na realização das ações principais em uma caixa de diálogo, o usuário tem os movimentos de cursor minimizados através da adequada ordenação dos objetos?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**3- O usuário dispõe de um modo simples e rápido (tecla TAB, por exemplo) para a navegação entre os campos de um formulário?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**4- Os grupos de botões de comando possuem sempre um botão definido como *default*?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, o modelo proposto não ilustra com este dispositivo, embora seja indicada a sua implementação.

**5- A estrutura dos *menus* é concebida de modo a diminuir os passos necessários para a seleção?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A disposição dos itens na tela aproxima do objeto editável as ferramentas mais utilizadas, quando selecionado o modo adaptável de interface.

#### **5.1.8 Densidade Informacional**

O critério densidade informacional diz respeito à carga de trabalho do usuário de um ponto de vista perceptivo e cognitivo, com relação ao conjunto total de itens de informação apresentados aos usuários, e não a cada elemento ou item individual(CYBIS et al, 2007)..

**1- A densidade informacional das janelas é reduzida?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Esta característica é mais visível no modo iniciante, onde as informações não utilizadas não encontram-se disponíveis na tela, ainda que no

modo intermediário/avançado as informações sejam apresentadas de modo a poupar espaços de tela.

Exemplos:



**2- As telas apresentam somente os dados e informações necessários e indispensáveis para o usuário em sua tarefa?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Esta característica é mais visível no modo iniciante, onde as informações não utilizadas não se encontram disponíveis na tela, ainda que no modo intermediário/avançado as informações sejam apresentadas de modo a poupar espaços de tela.

Exemplos: Podem ser verificados nos exemplos ilustrados no item 1 deste critério.

**3- Na entrada de dados codificados, os códigos apresentam somente os dados necessários na tela de uma maneira distinguível?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os campos que necessitam de preenchimento apresentam opções claras para preenchimento de dados.

Exemplo:



**4- O sistema minimiza a necessidade de o usuário lembrar dados exatos de uma tela para outra?**

Resposta: **Sim.**



Comentário: Esta característica é mais visível no modo iniciante, onde as informações não utilizadas não se encontram disponíveis na tela, ainda que no modo intermediário/avançado as informações sejam apresentadas de modo a poupar espaços de tela.

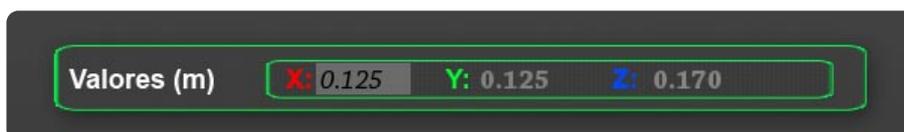
Exemplos: Podem ser verificados nos exemplos ilustrados na questão 1 deste critério.

**7- Na manipulação dos dados apresentados pelo sistema, o usuário está liberado da tradução de unidades?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Caso o usuário opte pela adoção de outro sistema métrico, a interface exibe a conversão automaticamente.

Exemplo:



**8- As listas de seleção e combinação apresentam uma altura correspondente a um máximo de nove linhas?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os *menus* apresentam poucos itens e são separados por categorias diferentes a fim de economizar espaços de tela e facilitar a memorização das funções equivalentes a cada *menu* de comando.

Exemplos:

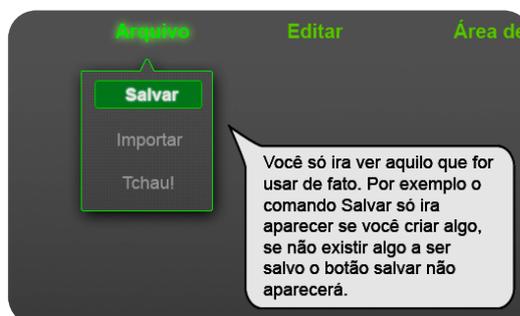


**9- Os painéis de *menu* apresentam como ativas somente as opções necessárias?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Este recurso pode ser verificado principalmente no modo iniciante, embora se faça presente nos modos intermediário/avançado.

Exemplo:



### 5.1.9 Ações explícitas

O critério Ações Explícitas do Usuário se refere às relações entre o processamento pelo computador e as ações do usuário. Essa relação deve ser explícita, isto é, o computador deve processar somente aquelas ações solicitadas pelo usuário e apenas quando solicitado a fazê-lo (CYBIS et al, 2007).

**1- O sistema posterga os processamentos até que as ações de entrada do usuário tenham sido completadas?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Por se tratar de um sistema que prioriza a agilidade, a necessidade de acionar a tecla "ENTER" pode ser desinteressante, uma vez que neste tipo de aplicação o usuário pode visualizar em tempo real as modificações feitas e desfazer o comando imediatamente, caso o resultado da entrada de dados não seja satisfatório.

**2- Durante a seleção de uma opção de *menu* o sistema permite a separação entre indicação e execução da opção?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Ao passar o cursor do *mouse* em cima de uma opção de *menu*, uma tabela verde destaca a opção a ser selecionada. Caso o usuário acione o comando, a letra é destacada em negrito.

Exemplos:



**3- Para iniciar o processamento dos dados, o sistema sempre exige do usuário uma ação explícita de "ENTER"?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Por se tratar de um sistema que prioriza a agilidade, a necessidade de acionar a tecla "ENTER" pode ser desinteressante, uma vez que neste tipo de aplicação o usuário pode visualizar em tempo real as modificações feitas e desfazer o comando imediatamente, caso o resultado da entrada de dados não seja satisfatório.

**4- É sempre o usuário quem comanda a navegação entre os campos de um formulário?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

#### **5.1.10 Controle do usuário**

O critério Controle do Usuário se refere ao fato de que os usuários deveriam estar sempre no controle do processamento do sistema (por exemplo, interromper, cancelar, suspender e continuar). Cada ação possível do usuário deve ser antecipada e opções apropriadas devem ser oferecidas (CYBIS et al, 2007).

**1- O usuário pode terminar um diálogo sequencial repetitivo a qualquer instante?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

**2- O usuário pode interromper e retomar um diálogo seqüencial a qualquer instante?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

**3- O usuário pode reiniciar um diálogo seqüencial a qualquer instante?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

**4- Durante os períodos de bloqueio dos dispositivos de entrada, o sistema fornece ao usuário uma opção para interromper o processo que causou o bloqueio?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

### **5.1.11 Flexibilidade**

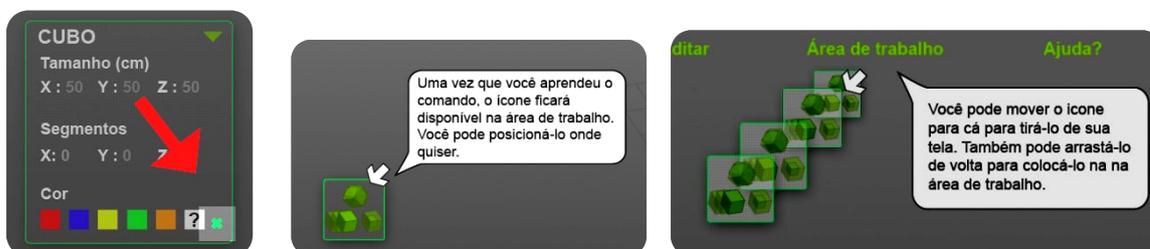
A flexibilidade se refere aos meios colocados à disposição do usuário que lhe permitem personalizar a interface, a fim de levar em conta as exigências da tarefa, de suas estratégias ou seus hábitos de trabalho. Ela corresponde também ao número das diferentes maneiras à disposição do usuário para alcançar um certo objetivo. Trata-se, em outros termos, da capacidade da interface de se adaptar as variadas ações do usuário (CYBIS et al, 2007).

**1- Os usuários têm a possibilidade de modificar ou eliminar itens irrelevantes das janelas?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O modelo proposto tem como característica principal a flexibilidade da interface, de modo que o usuário pode eliminar qualquer característica do sistema.

Exemplo:



**2- Ao usuário é permitido personalizar o diálogo, através da definição de macros?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

**3- É permitido ao usuário alterar e personalizar valores definidos por *default*?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Qualquer dado estabelecido por default pode ser modificado.

### 5.1.12 Experiência do usuário

A consideração da experiência do usuário diz respeito aos meios implementados que permitem que o sistema respeite o nível de experiência do usuário (CYBIS et al, 2007).

**1- Caso se trate de um sistema de grande público, ele oferece formas variadas de apresentar as mesmas informações aos diferentes tipos de usuário?**

Resposta: **Sim.**

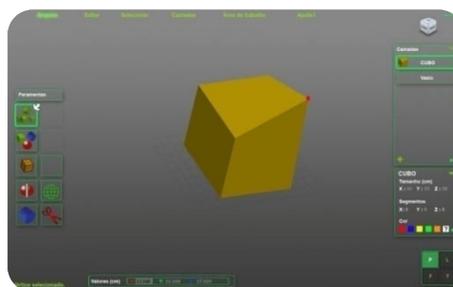
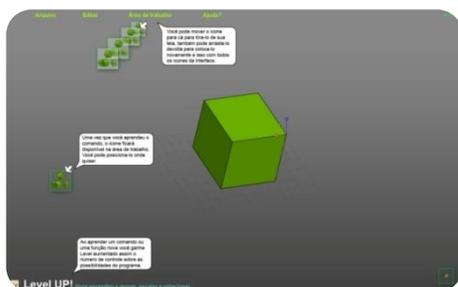
Comentário: O modelo proposto oferece interfaces adaptativas e configuráveis de forma a atender os mais variados perfis de usuários.

**2- Os estilos de diálogo são compatíveis com as habilidades do usuário, permitindo ações passo a passo para iniciantes e a entrada de comandos mais complexos por usuários experimentados?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O modelo proposto oferece um sistema de tutorial para usuários iniciantes e métodos de organização compatíveis com usuários intermediários/avançados.

Exemplos:



**3- O usuário pode se deslocar de uma parte da estrutura de *menu* para outra rapidamente?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

**4- O sistema oferece equivalentes de teclado para a seleção e execução das opções de *menu*, além do dispositivo de apontamento (*mouse*,...)?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O modelo de interface oferece teclas de atalho, de modo a poupar o usuário de deslocamentos desnecessários.

Exemplo:



**5- O sistema é capaz de reconhecer um conjunto de sinônimos para os termos básicos definidos na linguagem de comando, isto para se adaptar aos usuários novatos ou ocasionais?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

**6- O usuário experiente pode efetuar a digitação de vários comandos antes de uma confirmação?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

### 5.1.13 Proteção contra erros

A proteção contra os erros diz respeito aos mecanismos empregados para detectar e prevenir os erros de entradas de dados, comandos, possíveis ações de conseqüências desastrosas e/ou não recuperáveis (CYBIS et al, 2007).

**1- O sistema apresenta uma separação adequada entre áreas selecionáveis de um painel de *menu* de modo a minimizar as ativações acidentais?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O modelo de interface propõe este recurso.

Exemplo:



**2- Em toda ação destrutiva, os botões selecionados por *default* realizam a anulação dessa ação?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

**3- Os campos numéricos para entrada de dados longos estão subdivididos em grupos menores e pontuados com espaços, vírgulas, hífen ou barras?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O sistema proposto não prevê entrada de dados longos.

**4- Ao final de uma sessão de trabalho, o sistema informa sobre o risco de perda dos dados?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

**5- O sistema emite sinais sonoros quando ocorrem problemas na entrada de dados?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

**6- As teclas de funções perigosas encontram-se agrupadas e/ou separadas das demais no teclado?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

**7- O sistema solicita confirmação (dupla) de ações que podem gerar perdas de dados e/ou resultados catastróficos?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

#### **5.1.14 Mensagens de erro**

A qualidade das mensagens refere-se à pertinência, à legibilidade e à exatidão da informação dada ao usuário, sobre a natureza do erro cometido (sintaxe, formato, etc.) e sobre as ações a executar para corrigi-lo (CYBIS et al, 2007).

**1- As mensagens de erro ajudam a resolver o problema do usuário, fornecendo com precisão o local e a causa específica ou provável do erro, bem como as ações que o usuário poderia realizar para corrigi-lo?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As mensagens de erro são acompanhadas de um sub *menu* ajuda, caso o usuário necessite de mais informações sobre sua ação, ou soluções para o erro.

Exemplo:



**2- As mensagens de erro são neutras e polidas?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A mensagem não hostiliza ou insulta o usuário e oferece solução para o problema.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 1 deste critério.

**3- As frases das mensagens de erro são curtas e construídas a partir de palavras curtas, significativas e de uso comum?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A mensagem de erro indica a origem do mesmo de maneira clara.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 1 deste critério.

**4- As mensagens de erro estão isentas de abreviaturas e/ou códigos gerados pelo sistema operacional?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A mensagem de erro não contém códigos.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 1 deste critério.

**5- O usuário pode escolher o nível de detalhe das mensagens de erro em função de seu nível de conhecimento?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O usuário pode acessar o *menu* ajuda e obter mais informações a respeito do erro.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 1 deste critério.

**6- A informação principal de uma mensagem de erro encontra-se logo no início da mensagem?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O usuário é informado imediatamente e de forma clara o motivo do erro.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado no item 1 deste critério.

**7- Quando necessário, as informações que o usuário deve memorizar encontram-se localizadas na parte final da mensagem de erro?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

**8- Em situações normais as mensagens de erro são escritas em maiúsculo/minúsculo?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As mensagens de erro são representadas em maiúsculo/minúsculo.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado no item 1 deste critério.

**9- As mensagens de erro têm seu conteúdo modificado quando na repetição imediata do mesmo erro pelo mesmo usuário?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

#### **5.1.15 Correção de Erros**

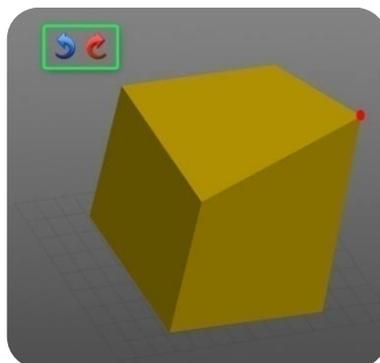
O critério correção dos erros diz respeito aos meios colocados à disposição do usuário com o objetivo de permitir a correção de seus erros (CYBIS et al, 2007).

**1- Qualquer ação do usuário pode ser revertida através da opção DESFAZER?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O usuário pode utilizar ícones na tela para desfazer ou refazer uma ação, caso julgue conveniente.

Exemplo:



**2- Através da opção "REFAZER", a regressão do diálogo, também pode ser desfeita?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O usuário deve ter a liberdade de refazer qualquer ação desfeita.

**3- Os comandos para DESFAZER e REFAZER o diálogo estão diferenciados?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os comandos se diferenciam por cor e direção.

Exemplo:



**4- O sistema reconhece e através de uma confirmação do usuário, executa os comandos mais freqüentes mesmo com erros de ortografia?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

**5- Depois de um erro de digitação de um comando ou de dados, o usuário tem a possibilidade de corrigir somente a parte dos dados ou do comando que está errada?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

### **5.1.16 Consistência**

O critério Consistência refere-se à forma na qual as escolhas na concepção da interface (códigos, denominações, formatos, procedimentos, etc.) são conservadas idênticas, em contextos idênticos, e diferentes, em contextos diferentes (CYBIS et al, 2007).

### 1- A identificação das caixas, telas ou janelas são únicas?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Cada item é nomeado de maneira diferente e condizente com o conteúdo de suas ações.

### 2- A organização em termos da localização das várias características das janelas é mantida consistente de uma tela para outra?

Resposta: **Sim.**

Comentário: A organização de todas as características das janelas segue um critério lógico de organização onde, no topo, se localiza a nomenclatura geral das funções, seguida abaixo das sub funções ou ações possíveis.

Exemplos:



### 3- A posição inicial do cursor é mantida consistente ao longo de todas as apresentações de formulários?

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

### 4- Uma mesma tecla de função aciona a mesma opção de uma tela para outra?

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada.

**5- Os ícones são distintos uns dos outros e possuem sempre o mesmo significado de uma tela para outra?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os ícones mantêm a consistência de significado em todas as telas.

**6- A localização dos dados é mantida consistente de uma tela para outra?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Caso o usuário decida pela configuração *default* de IU, a organização deve se manter consistente em todas as telas.

**7- Os formatos de apresentação dos dados são mantidos consistentes de uma tela para outra?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Caso o usuário decida pela configuração *default* de IU, a organização deve se manter consistente em todas as telas.

**8- Os rótulos estão na mesma posição em relação aos campos associados?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A posição dos rótulos mantém-se consistente, quando em coluna, encontra-se acima dos campos associados, quando em linha mantém-se a esquerda dos campos associados.

Exemplos:



**9- O símbolo para convite à entrada de dados é padronizado (por exemplo, “:”)?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: É sinalizado com “.” em todos os campos onde é permitida a entrada de dados.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 8 deste critério.

**10- As áreas de entrada de comandos estão na mesma posição de uma tela para outra?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A configuração *default* de IU deve manter-se consistente em todas as telas, ainda que o usuário não decida pela organização padrão.

**11- Os significados dos códigos de cores são seguidos de maneira consistente?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O modelo proposto busca padronizar cores, a fim de proporcionar associações entre imagem e ação.

Exemplos:



### 5.1.17 Significados

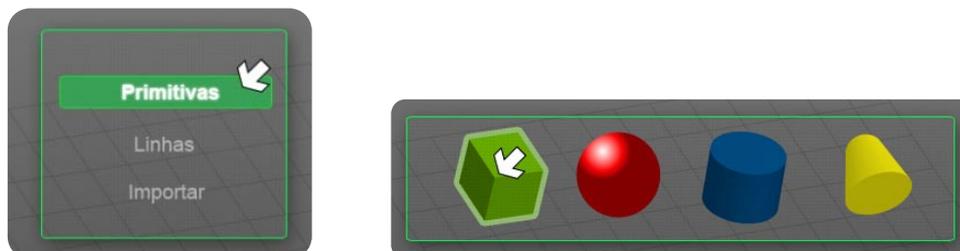
O critério significado dos códigos e denominações diz respeito à adequação entre o objeto ou a informação apresentada ou pedida e sua referência. Códigos e denominações significativas possuem uma forte relação semântica com seu referente. Termos pouco expressivos para o usuário podem ocasionar problemas de condução, podendo levá-lo a selecionar uma opção errada (CYBIS et al, 2007).

**1- As denominações dos títulos estão de acordo com o que eles representam?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Todas as denominações referem-se claramente aos seus propósitos.

Exemplos:



**2- Os títulos das páginas de *menu* são explicativos, refletindo a natureza da escolha a ser feita?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Todos os títulos referem-se claramente aos seus propósitos.

Exemplo:



**3- Os títulos das páginas de *menu* são distintos entre si?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Todos os títulos são distintos entre si.

**4- Os títulos das páginas de *menu* são combináveis ou componíveis?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os títulos de *menus* são combináveis, ou seja, podem se associar a outros termos, para formar títulos contendo diversas palavras (Área de trabalho>Minha Interface), a fim de representar a estrutura do *menu*.

Exemplos: Podem ser verificados na questão 2 deste critério.

**5- As denominações das opções de *menu* são familiares ao usuário?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A terminologia é adaptada em função em função das tarefas dos usuários.

Exemplos: Podem ser verificados na questão 2 deste critério.

#### **6- O vocabulário utilizado nos rótulos, convites e mensagens de orientação são familiares ao usuário, evitando palavras difíceis?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O modelo proposto baseou-se na eliminação de palavras difíceis, abreviaturas e acrônimos que não são, geralmente, familiares para todos os usuários.

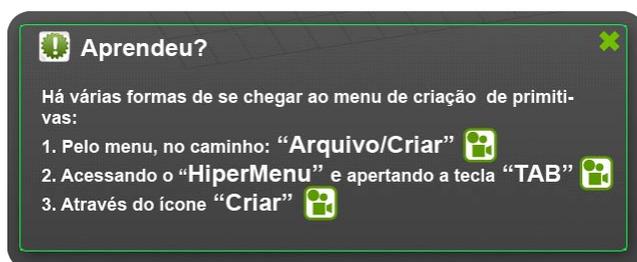
Exemplos: Podem ser verificados na questão 2 deste critério.

#### **7- O vocabulário utilizado em rótulos, convites e mensagens de orientação é orientado à tarefa, utilizando termos e jargão técnicos normalmente empregados na tarefa?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Alguns temos apresentados fazem parte do jargão técnico utilizado pra usuários deste tipo de sistema.

Exemplos:



#### **8- Os cabeçalhos de colunas de dados são significativos e distintos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O modelo proposto utiliza vocabulário descritivo ou termos, abreviações e/ou códigos padrão pré-definidos, evitando códigos arbitrários.

Exemplos:



### 9- O sistema adota códigos significativos ou familiares aos usuários?

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada caso se faça necessário.

### 10- As abreviaturas são significativas?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Quando utilizadas são fiéis à ação que representam.

Exemplos:



### 11- As abreviaturas são facilmente distinguíveis umas das outras, evitando confusões geradas por similaridade?

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: As abreviaturas utilizadas seguem o critério de compatibilidade com sistemas similares, portanto não são necessariamente distinguíveis.

**12- A intermitência luminosa (pisca-pisca) é usada com moderação e somente para atrair a atenção para alarmes, avisos ou mensagens críticas?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada caso se faça necessário.

### 5.1.18 Compatibilidade

O critério compatibilidade refere-se ao acordo que possa existir entre as características do usuário (memória, percepção, hábitos, competências, idade, expectativas, etc.) e as tarefas, de uma parte, e a organização das saídas, das entradas e do diálogo de uma dada aplicação, de outra. Ela diz respeito também ao grau de similaridade entre diferentes ambientes e aplicações (CYBIS et al, 2007).

**1- As telas são compatíveis com o padrão do ambiente?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As caixas são padronizadas graficamente.

Exemplos:



**2- A imagem do formulário na tela do terminal assemelha-se com o formulário de entrada em papel?**

Resposta: **Não aplicável.**

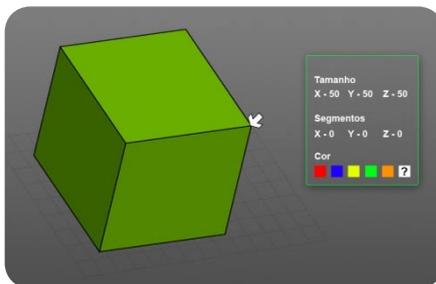
Comentário: O sistema proposto para o modelo de IU não prevê este tipo de recurso.

**3- O sistema propõe uma caixa de diálogo modal, quando a aplicação deve ter todos os dados antes de prosseguir ou quando o usuário tenha de responder a uma questão urgente?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Quando uma ação é necessária a caixa abre automaticamente, devendo ser reposicionada após o preenchimento dos dados de acordo com a preferência do usuário.

Exemplo:



**4- As caixas de diálogo do sistema apresentam um botão de validação, um botão de anulação e, se possível, um botão de ajuda?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As caixas de diálogo podem ser reposicionadas, com um indicativo para fornecer mais informações, minimizá-las ou fechá-las.

Exemplo:

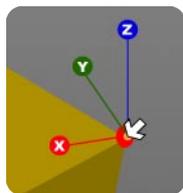


**5- Os significados usuais das cores são respeitados nos códigos de cores definidos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O modelo proposto busca padronizar cores, a fim de proporcionar associações entre imagem e ação.

Exemplos:



**6- As opções de codificação por cores são limitadas em número?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O modelo de IU proposto obedece a um modelo econômico do ponto de vista estético.

**7- As informações codificadas através das cores apresentam uma codificação adicional redundante?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O modelo proposto busca padronizar cores, a fim de proporcionar associações entre imagem e ação.

**8- A taxa de intermitência para elementos piscantes está entre 2 e 5 Hz (2 a 5 piscadas por segundo)?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada caso o projetista julgue necessário.

**9- A apresentação sonora é compatível com o ruído do ambiente?**

Resposta: **Não aplicável.**

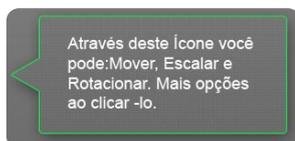
Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada caso o projetista julgue necessário.

**10- As mensagens são sempre afirmativas e na voz ativa?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As mensagens informam ao usuário o que deve ser feito, em vez de o que deve ser evitado.

Exemplos:



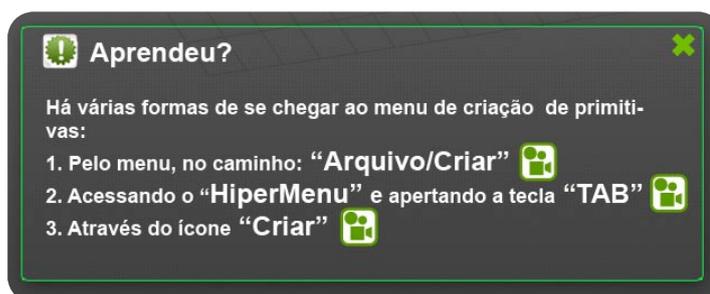
**Novo Nível!** *Você aprendeu a mover, escalar e rotacionar.*

**11- Quando uma frase descreve uma seqüência de eventos, a ordem das palavras na frase corresponde à seqüência temporal dos eventos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A ordem temporal utilizada neste protótipo é clara, de modo a não causar confusão na mente do usuário, como o que ocorreria com uma ordem cronológica invertida.

Exemplo:

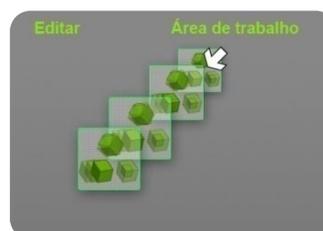
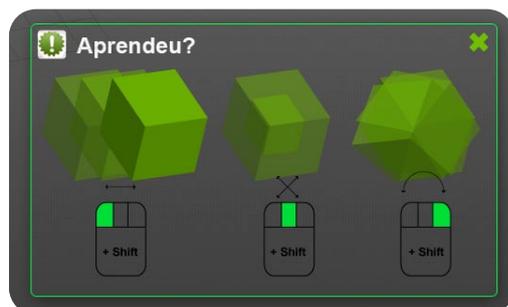


**12- Ilustrações e animações são usadas para completar as explicações do texto?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A quantidade necessária de texto foi bastante reduzida graças ao uso de gráficos e de ilustrações.

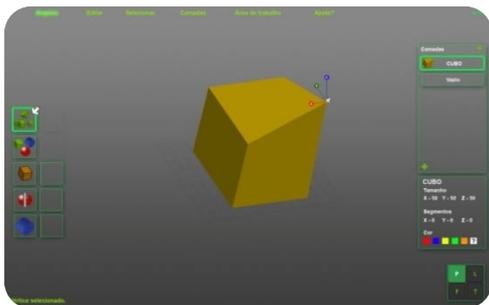
Exemplos:



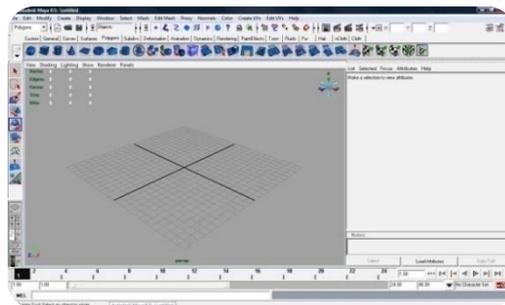
### 13- O sistema segue as convenções dos usuários para dados padronizados?

Resposta: **Sim.**

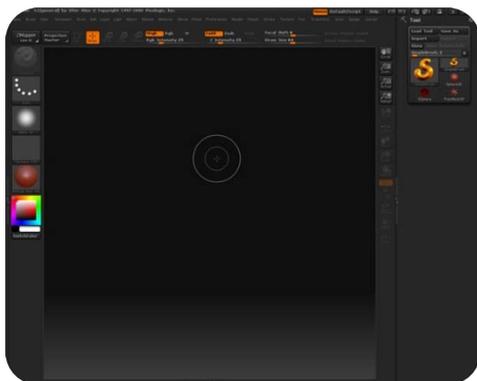
Comentário: Ainda que se trate de uma interface configurável, o sistema procura obedecer fundamentalmente às convenções adotadas em aplicações similares, na estrutura de *menus*, localização das ferramentas de edição e métodos de navegação, por exemplo.



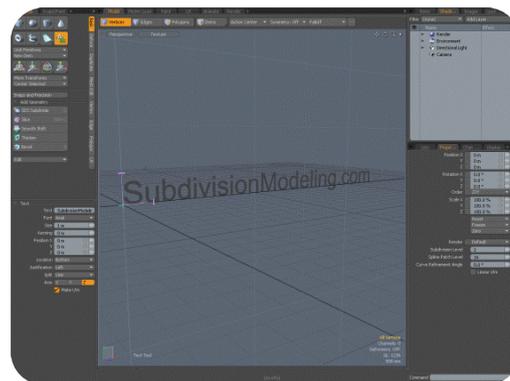
MIU3D



Autodesk® Maya®



Pixologic® Zbrush®



Luxologic Modo®

### 14- O sistema utiliza unidades de medida familiares ao usuário?

Resposta: **Sim.**

Comentário: As unidades de medida adotadas são as normalmente utilizadas pelos usuários.

Exemplo:



**15- Dados numéricos que se alterem rapidamente são apresentados analogicamente?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada caso o projetista julgue necessário.

**16- Dados numéricos que demandam precisão de leitura são apresentados digitalmente?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Apresentação digital é usada por ser adequada para transmitir, particularmente, a precisão numérica da informação

Exemplo:



**17- Os itens são numerados com números, não com letras?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O modelo de interface projetado não prevê a utilização deste recurso.

**18- Os identificadores numéricos de opção de *menu* iniciam de "1", e não de "0"?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O modelo de interface projetado não prevê a utilização deste recurso.

**19- Os eixos de um gráfico apresentam escalas numéricas iniciando em zero, com intervalos padronizados, crescendo da esquerda para a direita e de cima para baixo?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de um protótipo não funcional, este recurso não pode ser visualizado, embora a sua implementação seja recomendada caso o projetista julgue necessário.

**20- Os itens de um grupo de botões de rádio são mutuamente exclusivos?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O modelo de interface projetado não prevê a utilização deste recurso.

**21- Os itens de um grupo de caixas de atribuição permitem escolhas independentes?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Ao clicar sobre a caixa de atribuição, o usuário pode alterar o estado do parâmetro

Exemplo:



## 5.2 Resultados da Avaliação

A verificação do sistema através do *checklist* de usabilidade foi feita seguindo a ordem proposta pela ErgoList de modo a respeitar a ordem proposta pelo sistema onde os 18 critérios foram avaliados de acordo com a ordem que segue: Presteza, agrupamento por localização, agrupamento por formato, *feedback*, legibilidade, concisão, ações mínimas, densidade informacional, ações explícitas, controle do usuário, flexibilidade, experiência do usuário, proteção contra erros, mensagens de erro, correção de erros, consistência, significados, compatibilidade.

Após a conclusão de todas as verificações, o laudo final resultante da contabilização total das respostas é observado no gráfico que segue:

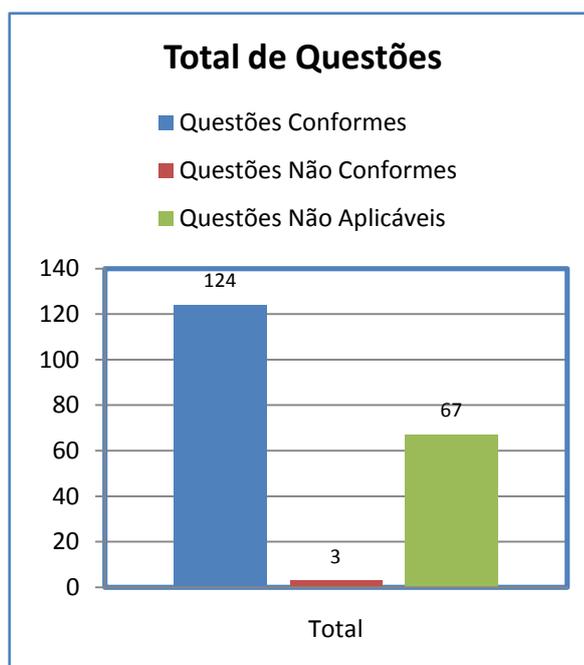


Figura 54: Resultado total das questões (Fonte: a autora).

Foram respondidas ao todo 194 questões, as quais são classificadas em 124 questões conformes, 3 questões não conformes, 67 questões não aplicáveis e 0 questões adiadas, totalizando um percentil equivalente a:

- Questões conformes: 63,92 %
- Questões não conformes: 1,54%
- Questões não aplicáveis: 34,54 %

Os critérios avaliados individualmente resultaram nas seguintes sistematizações:

- **Critérios Conformes**

Os critérios que apresentaram maiores índices de conformidade foram: densidade informacional: 100%; agrupamento por localização: 90,90%; consistência: 81,82%; mensagens de erro: 77,77%; presteza: 76,47%; agrupamento por formato: 70,58%; significados: 75%; flexibilidade: 66,66%; concisão 64,28%; legibilidade: 62,96%; compatibilidade: 61,9%; correção de erros: 60% e experiência do usuário: 50%.

- **Critérios Não Conformes**

O critério que apresentou maiores índices de não conformidade foram: ações explícitas 50% e significados: 8,33%.

- **Critérios Não Aplicáveis**

Os critérios que apresentaram os maiores percentuais de critérios não aplicáveis foram: controle do usuário: 100%; ações mínimas: 80%; *feedback*: 58,33%, e proteção contra erros: 85,72% e experiência do usuário: 50%.

## 6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os princípios norteadores da elaboração do MIU3D encontram-se centrados em critérios de usabilidade a serem empregados durante os estágios que precedem a implementação da IU em uma aplicação, de modo que se constatou que a maioria dos procedimentos decorrentes da implementação de sistemas funcionais foram considerados não conformes ou não aplicáveis nos resultados da avaliação do protótipo não funcional.

O critério **ações explícitas**, por relacionar-se em grande parte a questões referentes a processamento de informações, obteve um índice de 50% de questões não conformes, já que durante a elaboração do projeto gráfico não foi possível obter informações precisas sobre o resultado destas interações.

O critério **significado** obteve uma resposta não conforme, que diz respeito às distinções significativas entre as abreviações adotadas. A escolha do critério para a adoção de abreviações foi feita com base na compatibilidade com sistemas similares e, portanto, facilmente memorizadas. Neste caso, o prejuízo ergonômico contabilizado pela não conformidade deste critério representa um adicional, de acordo com o critério de compatibilidade.

Alguns critérios tiveram como resultado um elevado índice de respostas não aplicáveis, como é o caso de **controle de usuário**, que atinge o índice de 100%. Isto deve-se ao fato deste critério relacionar-se à questões referentes ao processamento do sistema, exigindo a implementação da UI para fins de avaliação. Da mesma forma os critérios **ações mínimas**, **feedback** e **proteção contra erros** trata de questões referentes a estágios posteriores à etapa atual deste projeto, ou não condizentes com a realidade do sistema proposto resultando em um alto índice de questões não aplicáveis.

O critério **experiência do usuário** prevê variadas formas de interação que privilegiam o grau de familiaridade que um usuário tem com um sistema. Apesar do fato de que o foco central da metodologia proposta relacione-se com este critério em particular, foi possível concluir que para um sistema atender ergonomicamente qualquer perfil de usuário um projeto gráfico de qualidade não sustenta-se unicamente nas questões visuais ou organizacionais de sua IU, mas sim em um

projeto cuidadoso de implementação de ferramentas que acelerem os processos e diálogos do usuário com o sistema.

O critério **densidade informacional**, por sua vez, obteve um nível muito bom, e demonstra que durante os estágios anteriores à implementação da IU em um sistema, já é possível garantir um bom desempenho por parte do usuário durante a execução das tarefas, reduzindo a carga de trabalho e de tarefas cognitivas.

Da mesma forma, os resultados obtidos pelo critério **agrupamento por localização** comprovam a eficiência do modelo proposto durante este estágio, de modo que questões relativas à organização de *menus* e janelas e posicionamento de itens podem auxiliar desde as etapas iniciais de construção de um sistema com uma interface ergonômica.

O critério **consistência**, que refere-se a associações relativas a códigos e denominações, também demonstrou um resultado muito bom de acordo com as verificações. Assim, ainda que a terminologia adotada e os métodos de interação apresentem no MIU3D um código visual que difere, em alguns aspectos, daquelas utilizadas em aplicações similares, é possível promover uma boa associação dos contextos dentro desta interface.

Apesar dos poucos exemplos citados como guia para a elaboração das **mensagens de erro**, este critério obteve um bom resultado, se considerado o fato de que todas as mensagens utilizem o mesmo padrão proposto.

O critério **presteza** também obteve um resultado satisfatório no MIU3D, de modo a comprovar a possibilidade de prevenir um mau desempenho do usuário em relação ao aprendizado desnecessário de uma série de comandos e ainda garantir que o sistema ofereça ao usuário informações claras a respeito dos meios necessários à sua localização dentro do sistema ou em um diálogo.

Os resultados positivos obtidos no critério **significado** demonstram que o MIU3D promove um alto grau de segurança ao usuário, oferecendo a este códigos e denominações significativas que auxiliam na prevenção de erros decorrentes da execução de operações inadequadas.

O critério **agrupamento por formato**, dentro do modelo proposto, obteve resultados significativos de acordo com as verificações, de modo a promover a percepção de relacionamentos entre itens, já que os diferentes códigos e formatos adotados comprovaram ilustrar as suas similaridades e diferenças.

A **flexibilidade** do modelo proposto também obteve bons resultados, se consideradas as medidas possíveis de serem adotadas nas etapas de projeto de um sistema e, portanto passíveis de avaliação. Assim, a MIU3D demonstra oferecer ao usuário maneiras flexíveis e individualizadas para a realização de uma mesma tarefa.

Os resultados positivos das verificações referentes ao critério **concisão** demonstram que o modelo proposto pode reduzir a probabilidade de o usuário cometer erros, devido ao baixo número de entradas que este necessita executar.

O sistema também demonstra promover uma boa **legibilidade** das informações dispostas na tela, organizando a interface de maneira apropriada no que diz respeito ao posicionamento de títulos e rótulos, distribuição de textos e utilização adequada de recursos textuais.

O critério **compatibilidade** no MIU3D também obteve um bom resultado no que se refere à organização das informações, formato das telas e procedimentos de diálogo, respeitando um acordo que possa existir entre as características do usuário e as tarefas do sistema.

Por fim os resultados obtidos no critério **correção dos erros** podem ser considerados igualmente bons, considerando o número de questões que se aplicam a realidade deste tipo de sistema. Assim, o MIU3D promove a fácil correção dos possíveis erros, oferecendo meios rápidos para a solução dos mesmos.

Esses resultados confirmam que é possível validar a qualidade ergonômica de *softwares* de uso complexo, como é o caso de sistemas de modelagem 3D ainda nas etapas iniciais do projeto.

A partir da análise dos resultados do *checklist* observou-se que nem todos os critérios apresentaram uma relação verificável com o MIU3D, tanto por não serem pertinentes à aplicação para a qual a interface de usuário está sendo projetada, quanto pelo fato de que se trata de um protótipo não funcional. Desta forma, para que se obtenha resultados mais precisos faz-se necessária a implementação da ferramenta.

## 7 CONCLUSÕES

Um *software* que não tem uma boa interface causa dificuldade de utilização aos usuários e, para que isso não ocorra, exige-se uma atenção especial aos atributos indispensáveis de usabilidade.

O desenvolvimento tecnológico, por sua vez, permite a construção de sistemas com capacidades e velocidades cada vez maiores. Além disto, as formas de representar, armazenar e processar dados, informações e conhecimentos permitem o tratamento dos mais diversos problemas. O desenvolvimento de meios de construção de interfaces tende a facilitar o uso dos computadores, fazendo que estes sejam mais acessíveis a mais pessoas, leigas ou não.

Portanto, nesta pesquisa, a tecnologia é vista como meio de comunicação. O problema da comunicação implica contar com um mecanismo que permita oferecer ao usuário uma representação do problema, altamente afim com suas preferências ou capacidades.

Junto à usabilidade, os estudos das formas de interação são indispensáveis e colaboram significativamente para uma boa IU. Na presente dissertação, foram definidas as interações mais adequadas para cada tipo de ação de acordo com o perfil do usuário, com ênfase em usuários novatos, a fim de promover a boa usabilidade da IU de um *software* de modelagem 3D poligonal, a partir de uma interface que oferece ao seu usuário a compreensão passo a passo das funcionalidades do sistema.

As dificuldades encontradas no processo de modelar um perfil específico de usuário interferem no desenvolvimento de interfaces que possam atender às suas necessidades individuais. Por esta razão, a abordagem deste projeto é contribuir com uma IU flexível que se adapte às características do aprendiz a partir de um sistema tutorial simples.

O modelo de IU proposto oferece a possibilidade de ser modificado ou reorganizado para atender as necessidades particulares de cada perfil, sem desconsiderar as funcionalidades já existentes em *softwares* similares, os quais foram analisados e considerados durante a construção do novo protótipo.

O objetivo principal com estas análises foi estabelecer uma base de comparação para uma nova interface a ser proposta visando muito maior intuitividade, de forma que o usuário, normalmente ocasional, possa utilizar a interface sem nenhum treinamento prévio.

Este método permitiu criar uma interface cujos elementos constituintes são configurados em tempo de execução, segundo as seleções do aprendiz e as indicações oferecidas pelo sistema. A configuração da interface determina os conteúdos que ela apresenta, assim como a forma de apresentação.

Os resultados da avaliação ergonômica através de *checklist* de usabilidade do MIU3D demonstram que o modelo proposto possibilita uma boa flexibilidade de uso, pois aceita e atende as diversas classes de usuários e permite que a interface seja personalizada.

Embora não se esteja criando uma nova ferramenta de construção de interfaces, está se propondo um método para orquestrar de forma didática o uso das ferramentas existentes em um sistema computacional, considerando a heterogeneidade de usuários que possam vir a fazer uso de uma determinada aplicação.

Por conta desta diversidade, a experiência do desenvolvedor nem sempre é similar a das pessoas que utilizam seus sistemas. Portanto, o uso de seu próprio julgamento para construir uma interface pode ser totalmente equivocado. Ao se estabelecer estratégias e padrões para a modelagem da interface humano-computador, contribui-se para que o desenvolvimento da mesma seja mais efetivo e sistemático. Desta forma, a proposta da presente dissertação foca-se na demonstração de uma alternativa que possa promover uma boa curva de aprendizado aos usuários novatos e uso eficiente e eficaz aos usuários que já possuem alguma familiaridade com o sistema.

## 8 TRABALHOS FUTUROS

O campo de estudos em Interfaces de Usuário para *softwares* de modelagem tridimensional oferece muitas possibilidades de investigação. Neste trabalho, a atenção se centralizou no desenvolvimento destas interfaces, ainda que a principal contribuição deste trabalho seja a demonstração da aplicação de critérios ergonômicos que favoreçam a boa usabilidade e um aprendizado fácil das funcionalidades de um sistema de modelagem poligonal tridimensional através das ferramentas de IU.

Não restam dúvidas dos benefícios que trazem uma boa metodologia de desenvolvimento de interface, porém é importante lembrar que a imaginação e engenhosidade dependem do próprio desenvolvedor e do veredicto justo do usuário. Assim, embora a avaliação ergonômica da IU por *checklist* apresentada neste trabalho forneça alguns indícios da validade do protótipo não funcional proposto e sua aplicabilidade, ela é apenas uma avaliação preliminar deste modelo e das ferramentas derivadas dele.

Como sugestão para trabalhos futuros, espera-se que sejam implementados os componentes da interface de usuário em um *software* de modelagem poligonal tridimensional, de acordo com as diretrizes utilizadas para o desenvolvimento do protótipo não funcional MIU3D, para que sejam finalmente testadas e avaliadas pelos usuários a quem se destinam esta aplicação.

Uma sugestão que poderia ser considerada em um estudo posterior é a utilização de um ponteiro de *mouse* que possa rotacionar na tela de acordo com os movimentos da mão do usuário, ou seja, que aponte a direção para a qual o objeto ou parte dele está sendo movimentado dentro da área de trabalho. Este é um recurso simples, mas que pode oferecer uma contribuição considerável no que diz respeito aos limites que a tela bidimensional impõe quando a intenção é simular a interação em um espaço tridimensional com objetos volumétricos. Considerando o ponteiro do *mouse* uma extensão, ou simulação da mão do usuário, é natural que, em um espaço que se defina tridimensional, esta “extensão” do corpo se relacione com os objetos nos três eixos do espaço em que estes são representados.

Para um trabalho futuro, sugere-se que sejam estudados ícones que ofereçam à interface um caráter lúdico e convidativo ao usuário. Este tipo de característica pode ser utilizado de maneiras diversas, como ícones que representam determinadas expressões faciais de acordo com o resultado de uma ação executada.

Os ícones são úteis ao projetar uma ferramenta de trabalho, como é o caso de *softwares* de modelagem 3D, que podem ter uma IU semelhante às utilizadas em jogos de *videogame*, onde o usuário é conduzido pelo sistema e orientado à realização de tarefas a partir de um sistema que demonstre o seu estágio de evolução (nível), de acordo com a familiaridade que o usuário tem com o sistema. Este tipo de recurso tem sido utilizado com sucesso na indústria de jogos de *videogame*, em jogos com o intuito de instigar o jogador na exploração de todas as possibilidades que o jogo oferece.

A presente pesquisa poderia também ser aplicada a interfaces para sistemas de realidade virtual, de manipulação ou modelagem de objetos, de modo que os aplicativos de interface possam envolver o objeto ou o usuário para superar o obstáculo imposto pela tela bidimensional dos sistemas convencionais de modelagem e oferecer um sistema de interação em um espaço que transcende a mera simulação da navegação tridimensional.

Desta forma, novas ferramentas podem ser estudadas, de forma a oferecer ao usuário um sistema que, além de oferecer um aprendizado rápido de suas funcionalidades, pode ser mais intuitivo, já que a interação imersiva e o modo de manipulação pode atingir uma aproximação infinitamente maior com a natureza das ações executadas no mundo físico.

## REFERÊNCIAS

APPLE. ***Human Interface Guidelines***. Cupertino, CA : Apple computer Inc., 1992.

BASTIEN ; SCAPIN. ***Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems Behaviour & Information Technology***. 1993.

BASTIEN, Christian J. M. LEULIER, C., SCAPIN, D. ***Commerce & interactions: compilation of ergonomic guidelines for the design and evolution of web sites***. 1998.

BOAR, B.H. ***Application Prototyping***. New York : John Wiley & Sons, Vol. 1a Edição, 1985.

BRUILLARD, E. ***Les Machines a Enseigner***. Paris : Hermes, 1997.

CARDOSO, J. iLIB, ***Uma Proposta de Interface de Consulta Personalizável Para Bibliotecas Digitais***. Diss. (Mestrado) Fac de Informática. Porto Alegre : PUCRS, 2000.

CARROL, M. John. ***Human Computer Interaction: Psychology as a Science of Design. Computer Science Departament and Center for Human-Computer Interaction***. Virginia Tech, Blacksburg : s.n., 1997.

CONCI, A and AZEVEDO, E. ***Computação Gráfica: Teoria e Prática***. s.l. : Campos, 2003.

CYBIS, W. ***Engenharia de usabilidade: uma abordagem ergonômica***. Florianópolis : Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção. UFSC. Labutil, 2003.

CYBIS, W., BETIOL, A. Holtz. and FAUST, R. ***Ergonomia e Usabilidade: Conhecimento métodos e aplicações***. São Paulo : Novatec Editora, 2007.

Cybis, Walter, et al. [www.labiutil.inf.ufsc.br](http://www.labiutil.inf.ufsc.br). **Ergolist**. [Online] LabÚtil, 1997. [Visitado em: 06 15, 2009.] [www.labiutil.inf.ufsc.br](http://www.labiutil.inf.ufsc.br).

DAM, A. Van. **Post-WIMP User Interfaces**. *Communications of the ACM*. Vol. 40, No. 2. 1997.

DIAS, C. **Usabilidade na web: criando portais mais acessíveis**. Rio de Janeiro : Alta Books, 2003.

DRAPER, NORMAN D. A. e. **User centered system design: New perspectives on human-computer interaction**. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates, 1986.

ECO, U. **Os Limites da Interpretação**. Edição brasileira: coleção estudos . São Paulo : Perspectiva, 1995.

FERRÉ, X. JURISTO, N., WINDL, H., CONSTANTINE, L. **Usability Basics for Softwares Developers**. IEEE Software, 2001.

FISCHER, G. **Beyond 'Couch Potatoes': From Consumers to Designers**. 1998.

GRANOLLERS, T., LOREÉS, J. and PERDRIX, F. **Usability Engineering Process Model. Integration With Software Engineering**. Espanha : Universidade de Lleida, *Proceedings of the Tenth International Conference on Human-Computer Interaction*. 2003.

GRIBBONS, W. **The New Demographic: Transforming the HCI Curriculum, in Human-Computer Interaction: Theory and Praticce**. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, 2003.

IGARASHI, T. MATSUOKA, S. TANAKA H. Teddy. **A sketching interface for 3D freeform design**. s.l. : ACM Press, 1999.

MORAES, A. **Interação homem computador: modelo mental do usuário.** Florianópolis : s.n., In II Congresso Latino Americano e VI Seminário Brasileiro de Ergonomia. 1999.

H.K.E., LUCENA F.N. e. LIESENBERG. **Interfaces Homem-Computador: Uma Primeira Introdução.** Disponível em <http://www.dcc.unicamp.br/proj-xchart/start/indice.html>.

ISO 9241. **Guidance on Usability.** *Ergonomic requirement for the office work with visual display terminals (VDTs) – Part 11.*

JACOB, L.J., NEDEL, L.P. and FREITAS, C.M.D.S. **Avaliação de técnicas de interação em ambientes imersivos: uma proposta de aplicação no tratamento de fobia de altura.** [Online] [Visitado em: Agosto 10, 2008.] <http://www.inf.ufrgs.br/cg/publications/liliane/srv2001.pdf>.

JACOBSON, G. **Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach.** s.l. : Addison-Wesley, 1992.

Jordan, P.W. **An Introduction to Usability.** s.l. : Taylor & Francis, 1998.

KOLSKI, C and LE STRUGEON, E. **A Review of Intelligent Human-Machine Interfaces in the light of the ARCH Model.** International Journal of Human-Computer Interaction. s.l. : Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1998.

KOLSKI, C., TENDJAQUI, M. and MILLOT, P. **A process method for the design of “intelligent” man-machine interfaces. Case study: “The decisional module of imagery”** International Journal of Human Factors in Manufacturing. 1992.

Lab, University of Michigan 3D. UM3D LAB - University of Michigan 3D Lab. **CAVE 3D.** [Visitado em: 07 02, 2009.] <http://um3d.dc.umich.edu/hardware/CAVE/>.

LEITE, J. C. **Modelos e Formalismos para a Engenharia Semiótica de Interfaces de Usuário**. Rio de Janeiro : Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1998.

LENAT, D. B. **The nature of heuristics**. *Artificial Intelligence*,. Amsterdam. 1982.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro : Ed. 34, 1993.

LEWIS, C. and WHARTON, C. **Cognitive walkthroughs**. 2002.

HELANDER, M., LANDAUER T.K. ,PRABHU, P. **Handbook of human-computer interaction**. s.l. : Elsevier Science, 1997, Vol. 2.

LIESENBERG, F.N, LUCENA H.K.E. **Interfaces Homem-Computador: Uma Primeira Introdução**. Campinas : Unicamp , 1994.

LIMA, R. P. **Personalização de Interfaces WEB para Sites Institucionais com Base em Perfis de Usuários**. Porto Alegre, 2002.

LINDGAARD, G. **Usability Testing and System Evaluation**. London, UK : Chapman & Hall, 1994.

LUCENA, A. **Arte da animação. Técnica e Estética Através da História**. São Paulo : SENAC, 2002.

MASSÓ, J. **UN ENFOQUE ESTRUCTURADO PARA EL DESARROLLO DE INTERFACES DE USUARIO 3D**. Def. Doutorado - Universidade Castilla de la Mancha . Departamento de informática, 2008.

MATIAS, M. **Checklist: Uma ferramenta de suporte à avaliação ergonômica de interfaces**. Dissertação de mestrado em engenharia de produção. Florianópolis : s.n., 1995.

MAYHEW, D., MANTEI, M. A basic framework for cost-justifying usability engineering. San Diego, California, Estados Unidos : *Academic Press*, 1994.

MENDONÇA, Rosangela M., L. **Usabilidade de Processos. Minas Gerais : s.n. Workshop Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Softwares** -Woses, 2006.

MICROSOFT. ***The Microsoft Windows user experience: official guidelines for user interface developers and designers.*** Microsoft Press, 1995.

MULLET, K., SANO, D. ***Designing visual interfaces: Communication oriented techniques.*** Prentice Hall, 1995.

NEDEL, L.P., et al. **Usando Modelagem Formal para Especificar Interação em Ambientes Virtuais: Por que?**. [Online] 2003. [Visitado em: Abril 10, 2009.] <http://www.irit.fr/recherches/LIIHS/palanque/Ps/svr2003.pdf>.

NIELSEN, J. ***3D is Better than 2D. Jakob Nielsen's Alertbox.*** [Online] Novembro 1998. [Visitado em : junho 16, 2009.] <http://www.useit.com/alertbox/981115.html>.

NIELSEN, J. ***Heuristic Evaluation.*** John Wiley & Sons, Inc., 1994.

NIELSEN, J. ***Iterative User Interface Design.*** 1993.

ORTH, A.I., NUNES, D. J. A. **A Personalização das Interfaces Homem-Máquina – Uma Perspectiva Promissora.** 1993.

PAPERT, S. ***Does Easy, Do It? Children, Games, Learning. Game Developer.*** 1998.

PARISI, T. 1997. **VRML Specification.** [Online] 1997. <http://www.web3d.org/x3d/specifications/#vrml97>.

PICARD, R. W. ***Affective Computing.*** Cambridge : MIT Press, 1997.

PRATES, R.O., SOUZA, C.S. and BAROSA, S.D.J.. ***A Method for Evaluating the Communicability of User Interfaces.*** 2000.

PREECE, J, ROGERS, Y., SHARP, H. 2005. ***Design de interação: além da Interação Homem-Computador.*** Porto Alegre : Bookman, 2005.

PRESSMAN, Roger S. ***Engenharia de Software.*** São Paulo : Makron Books, 1995.

ROUSE, R. ***Game Design, Theory and Practice.*** Texas : Wordware Publishing, Inc., 2001.

SALDIAS, G. ***Metodologia para a Construção de Interfaces Adaptáveis em Sistemas Tutores Inteligentes.*** Tese de doutorado em Engenharia Elétrica. Florianópolis : s.n., 2002.

SANTOS, C. ***Um Ambiente Virtual Inteligente e Adaptativo Baseado em Modelos de Usuário e Conteúdo.*** Diss (mestrado) – Ciências Exatas e Tecnológicas. São Leopoldo : Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2004.

SANTOS, R. ***Abordagens para o design centrado no usuário.*** [Online] 2003. [Visitado em: Julho 29 , 2008.] <http://webinsider.uol.com.br/vernoticia.php/id/1966> .

SCHACKEL, B. ***Human Factors for Informatics Usability.*** Cambridge : Cambridge University Press, 1991.

SHNEIDERMANN, B. ***Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction.*** Los Angeles, California, Estados Unidos : Addison Wesley, 1998.

SOUZA, C. S, et al. ***Projeto de interface de usuário: perspectivas cognitivas e semióticas.*** Rio de Janeiro: Edições Entre Lugar, 1999.

WHARTON, C., BRADFORD, J. and FRANZKE, M. **Applying Cognitive Walkthroughs to more Complex User Interfaces: Experiences, Issues, and Recommendations.** Monterey, California, Estados Unidos, ACM- Press. 1992.

WISNER, A. 1994. **A inteligência no trabalho.** São Paulo : Fundacentro/Edunesp, 1994.

## APÊNDICE

A avaliação da interface de usuário do *software* 3d Studio Max foi realizada com a finalidade de comparar a usabilidade das interfaces de usuário em aplicações similares a fim de validar os resultados obtidos nos testes de usabilidade do MIU3D.

Foi utilizado para a avaliação de usabilidade da interface de usuário do 3D Studio Max o método de *checklist* seguindo o mesmo procedimento utilizado na avaliação do protótipo MIU3D.

Ainda que pudessem ser utilizados outros métodos de avaliação ergonômica de interface de usuário para uma aplicação funcional, optou-se pela utilização da mesma ferramenta para que os resultados obtidos pudessem ser comparados e a avaliação e de modo que os dados resultantes do processo avaliativo pudessem ser comparados com maior fidelidade.

### **Avaliação ergonômica do *software* de modelagem tridimensional 3D Studio Max**

Teste de Usabilidade da Interface do Software de modelagem tridimensional 3D Studio Max®

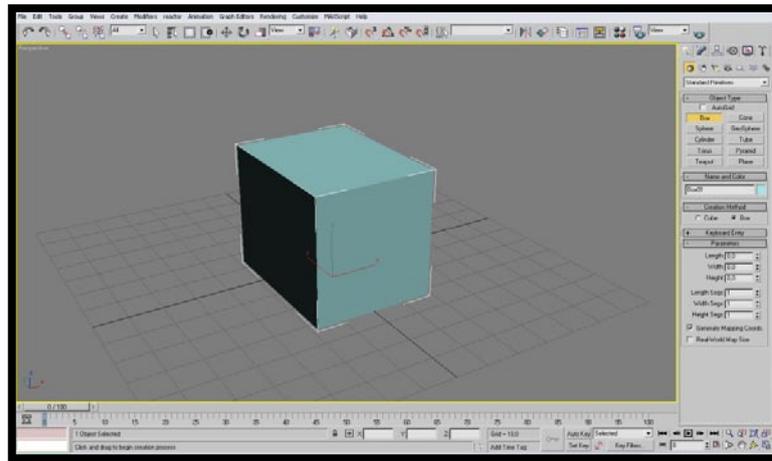
#### **Presteza**

**1- Os títulos de telas, janelas e caixas de diálogo estão no alto, centrados ou justificados à esquerda?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser verificado em todas as telas e janelas de diálogo.

Exemplo:

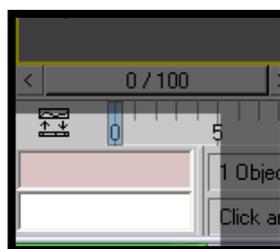
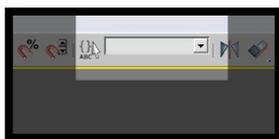
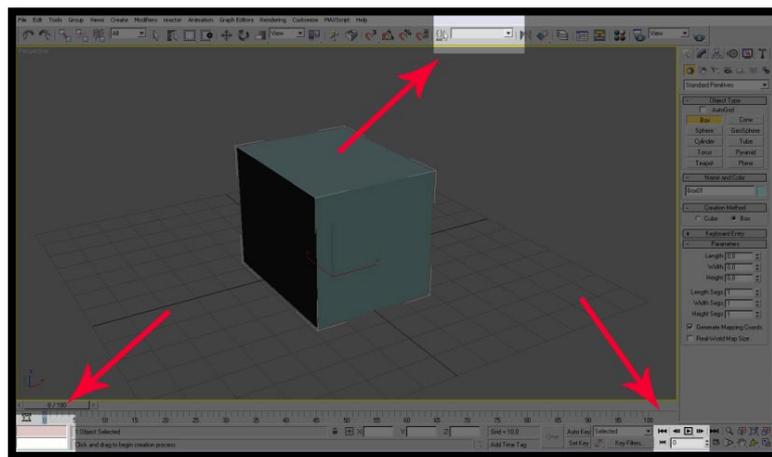


**2- Todos os campos e mostradores de dados possuem rótulos identificativos?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Nem todos os mostradores e campos possuem rótulos identificativos.

Exemplos:

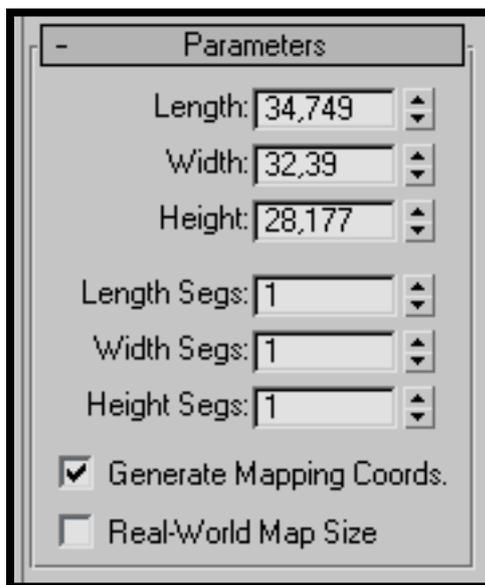


**3- Caso o dado a entrar possua um formato particular, esse formato encontra-se descrito na tela?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Para a criação de uma primitiva cubo, por exemplo, os dados relativos às suas dimensões não se encontram descritos na tela.

Exemplos:



**4- As unidades para a entrada ou apresentação de dados métricos ou financeiros encontram-se descritas na tela?**

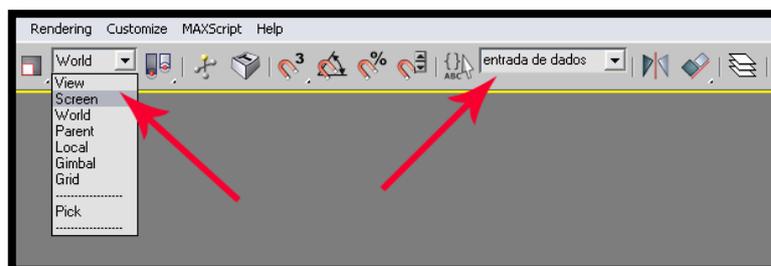
Resposta: **Não.**

Comentário: Pode ser verificado no exemplo referente à questão 3 deste critério.

**5- Os rótulos dos campos contêm um elemento específico, por exemplo, ":", como convite às entradas de dados?**

Resposta: **Não.**

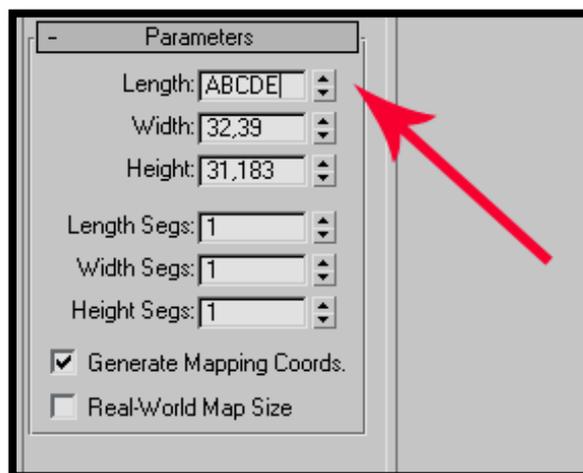
Comentário: Os campos que permitem a entrada de dados são muito similares a outras caixas de diálogo que não permitem a entrada manual de dados.



**6- Caso o dado a entrar possua valores aceitáveis, esses valores encontram-se descritos na tela?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O sistema não informa ao usuário que só podem ser inseridos valores numéricos (por exemplo) na caixa de edição das dimensões da primitiva cubo.



**7- Listas longas apresentam indicadores de continuação, e quantidade de itens e de páginas?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Este tipo de sistema não exibe textos longos, mas deve ser considerado nos *menus* de ajuda e documentação, como em qualquer outra aplicação.

**8- As tabelas apresentam cabeçalhos para linhas e colunas consistentes e distinguíveis dos dados apresentados?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: A interface em análise nesta dissertação limita-se apenas aos aplicativos referentes à modelagem tridimensional, portanto o uso de tabelas não será considerado nesta análise ergonômica, ainda que este recurso possa ser utilizado em outras ferramentas do 3d Studio Max®, como nas ferramentas para a animação.

**9- Os gráficos possuem um título geral e rótulos para seus eixos?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: A interface em análise nesta dissertação limita-se apenas aos aplicativos referentes à modelagem tridimensional, portanto o uso de tabelas não será considerado nesta análise ergonômica, ainda que este recurso possa ser

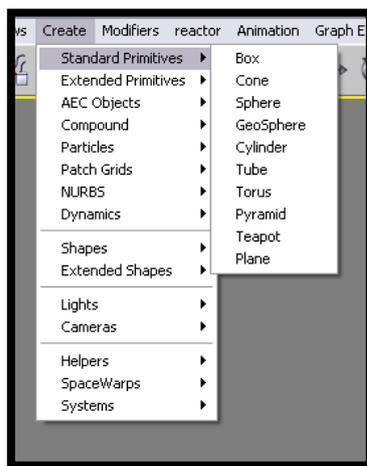
utilizado em outras ferramentas do 3d Studio Max®, como nas ferramentas para a animação.

**10- Os botões que comandam a apresentação de caixas de diálogo apresentam em seus rótulos o sinal "..." como indicador da continuidade do diálogo?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Nas janelas acionadas pelos *menus* é sinalizado que as ações referentes àquela opção deverão ser exibidas em uma segunda janela

Exemplo:



**11- As páginas de *menus* possuem títulos, cabeçalhos ou convites à entrada?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os títulos das janelas e *menus* indicam a ação referente ao seu acionamento.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo referente à questão 10 deste critério.

**12- As opções de *menu* que levam a outros painéis de *menu* apresentam o sinal ">" como indicador desse fato?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Nas janelas acionadas pelos *menus* é sinalizado que as ações referentes àquela opção deverão ser exibidas em uma segunda janela.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo referente à questão 10 deste critério.

**13- O usuário encontra disponíveis as informações necessárias para suas ações?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Após a criação de uma primitiva, por exemplo não é informado ao usuário que para iniciar o processo de edição do objeto é necessário fazer uma conversão para uma malha editável.

**14- Nas caixas de mensagens de erro, o botão de comando "AJUDA" está sempre presente?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Na tentativa de abrir um arquivo onde o formato não é reconhecido pelo 3d Studio Max®, o *software* apenas informa ao usuário que o procedimento não é possível, sem oferecer uma solução possível.

Exemplo:



**15- Existe a possibilidade de o usuário obter a lista de comandos básicos da linguagem?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O 3d Studio Max® possui um menu de ajuda, onde podem ser encontrados todos os comandos básicos.

**16- Na ocorrência de erros, o usuário pode acessar todas as informações necessárias ao diagnóstico e à solução do problema?**

Resposta: **Não.**

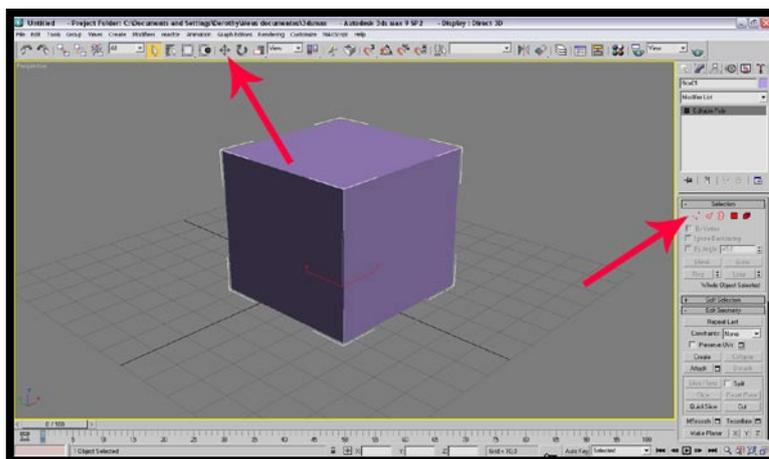
Comentário: O 3dsMax apenas informa ao usuário que ocorreu um erro durante a execução de um procedimento.

**Agrupamento por localização**

**1- O espaço de apresentação está diagramado em pequenas zonas funcionais?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As zonas funcionais são distribuídas na tela de não são distribuídas por áreas de acordo com a hierarquia de uso. As ferramentas mais utilizadas encontram-se visíveis ao usuário no topo da tela, enquanto as de uso menos freqüente encontram-se à direita da tela.



**2- A disposição dos objetos de interação de uma caixa de diálogo segue uma ordem lógica?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As ferramentas de interação mais utilizadas encontram-se mais visíveis ao usuário.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 1 deste critério.

**3- Nos agrupamentos de dados, os itens estão organizados espacialmente segundo um critério lógico?**

Resposta: **Sim.**

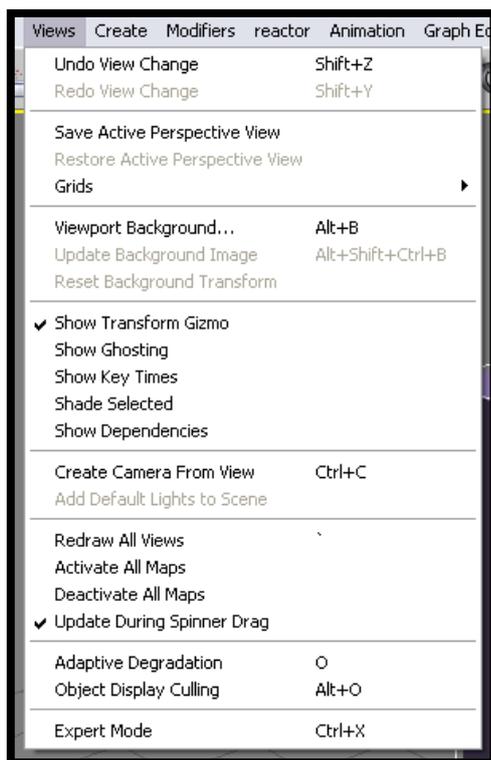
Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 1 deste critério.

**4- Os códigos das teclas aceleradoras de opções de *menus* estão localizados à direita do nome da opção?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser verificado no *menu* arquivo, onde o atalho da tecla salvar, por exemplo, é sinalizado ao lado do comando.

Exemplo:



**5- Nas listas de seleção, as opções estão organizadas segundo alguma ordem lógica?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser observado no *menu file*, onde as opções estão separadas por categorias.



**6- Os painéis de *menu* são formados a partir de um critério lógico de agrupamento de opções?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As opções estão agrupadas de acordo com a similaridade das ações.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 5 deste critério.

**7- Dentro de um painel de *menu*, as opções mutuamente exclusivas ou interdependentes estão agrupadas e separadas das demais?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser observado na imagem referente à questão 5 deste critério, onde as opções que não se relacionam com nenhuma categoria encontram-se em linhas isoladas.

**8- As opções dentro de um painel de *menu* estão ordenadas segundo algum critério lógico?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser observado no *menu file*, onde a opção mais utilizada é mostrada no topo, seguido da segunda mais utilizada e assim, sucessivamente.

Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 5 deste critério.

**9- A definição da opção de *menu* selecionada por *default* segue algum critério?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Por convenção, a maior parte dos *softwares* utiliza a organização de *menus* de forma similar, onde o *menu file* e o *menu help* encontram-se no topo da tela, fazendo-se vivíveis ao usuário.

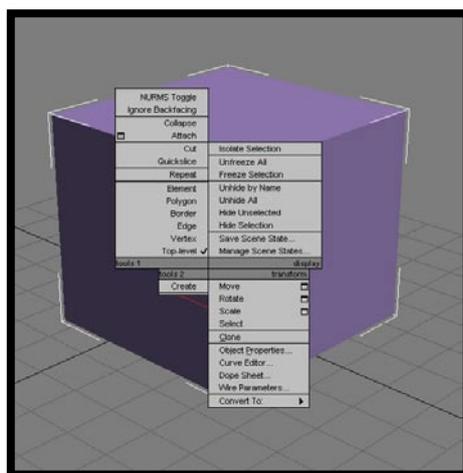
Exemplo:



**10- Os grupos de botões de comando estão dispostos em coluna e à direita, ou em linha e abaixo dos objetos aos quais estão associados?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: É possível acessar um *menu* de comando de edição direta ao objeto ao clicar com o botão esquerdo do *mouse* próximo ao objeto em cena.



**11- O botão de comando selecionado por *default* está na posição mais alta, se os botões estão dispostos verticalmente, ou na mais à esquerda, se os botões estão dispostos horizontalmente?**

Resposta: **Não.**

Comentário: As informações não encontram-se ordenadas por hierarquia de uso.

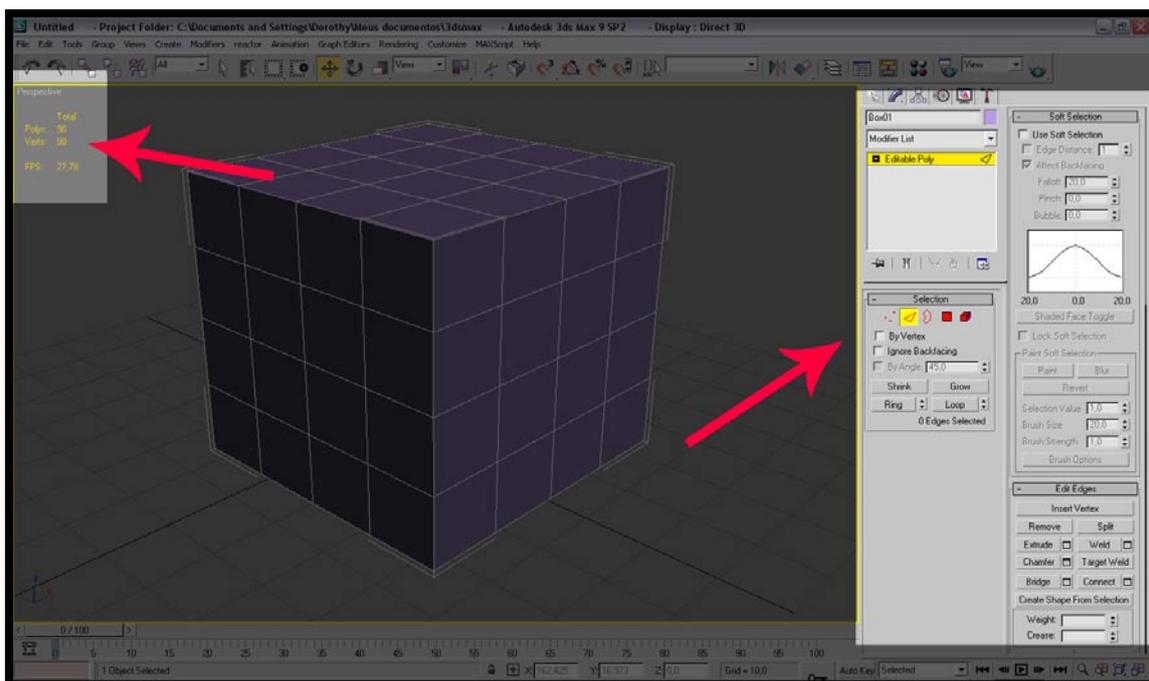
### **Agrupamento por formato**

**1- Os controles e comandos encontram-se visualmente diferenciados das informações apresentadas nas telas?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As ferramentas de edição são exibidas em menus e janelas enquanto o objeto e as informações referentes à ele encontram-se na janela de navegação junto ao objeto.

Exemplos:

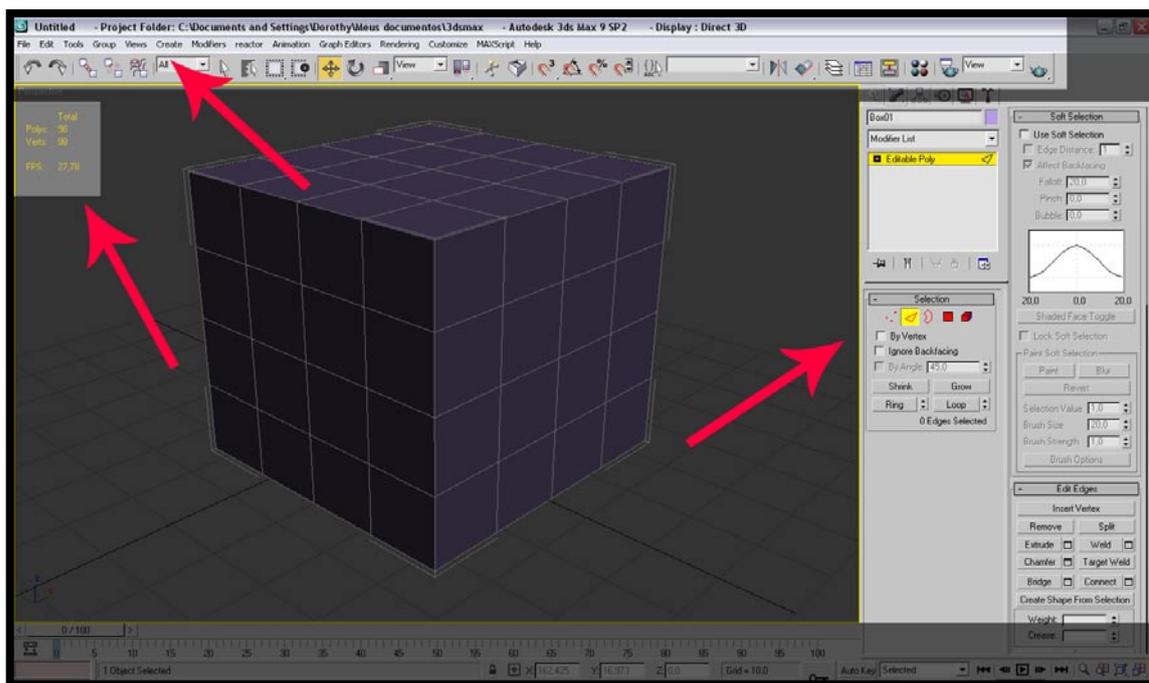


**2- Códigos visuais são empregados para associar diferentes categorias de dados distribuídos de forma dispersa nas telas?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os *menus* referentes às ferramentas não diretamente utilizáveis encontram-se posicionadas no topo da tela e não fazem a utilização de ícones, as ferramentas diretamente utilizáveis utilizam ícones (como as de edição de componentes do objeto - rotação, escalonamento e movimentação) encontram-se à direita e as informações relativas ao objeto estão posicionadas à esquerda da tela.

Exemplo:

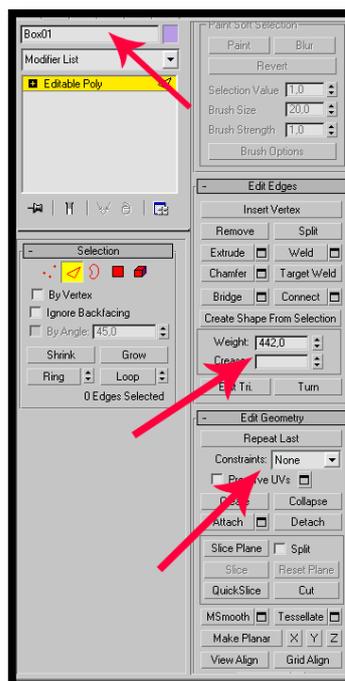


3- Os diferentes tipos de elementos de uma tela de consulta (dados, comandos e instruções) são visualmente distintos uns dos outros?

Resposta: **Não.**

Comentário: Os campos que permitem a inserção manual de dados e os campos informativos possuem a mesma configuração visual.

Exemplo:

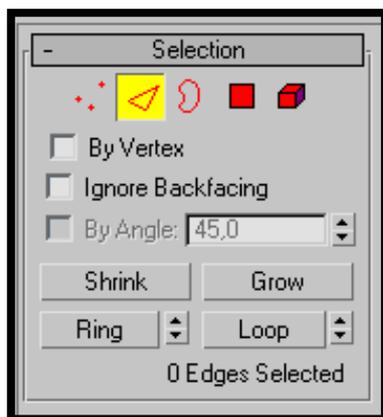


**4- Os rótulos são visualmente diferentes dos dados aos quais estão associados?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O rótulo é separado dos seus dados por uma coluna.

Exemplo:



**5- Os cabeçalhos de uma tabela estão diferenciados através do emprego de cores diferentes, letras maiores ou sublinhadas?**

Resposta: **Não aplicável.**

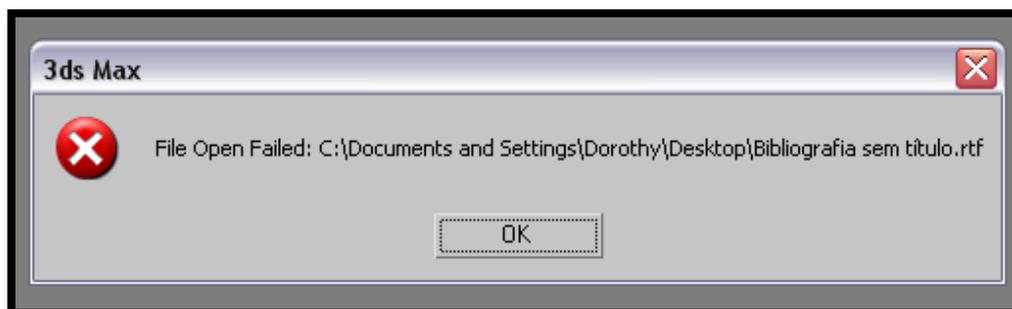
Comentário: Comentário: A interface em análise nesta dissertação limita-se apenas aos aplicativos referentes à modelagem tridimensional, portanto o uso de tabelas não será considerado nesta análise ergonômica, ainda que este recurso possa ser utilizado em outras ferramentas do 3d Studio Max®, como nas ferramentas para a animação.

**6- Em situações anormais, os dados críticos e que requeiram atenção imediata são diferenciados através do uso de cores brilhantes como, por exemplo, o vermelho ou o rosa?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Pode ser observado na mensagem de erro.

Exemplo:



**7- Sinais sonoros são empregados para alertar os usuários em relação a uma apresentação visual?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O 3d Studio Max® não conta com este atributo.

**8- Na apresentação de textos, os recursos de estilo, como itálico, negrito, sublinhado ou diferentes fontes são empregados para salientar palavras ou noções importantes?**

Resposta: **Não.**

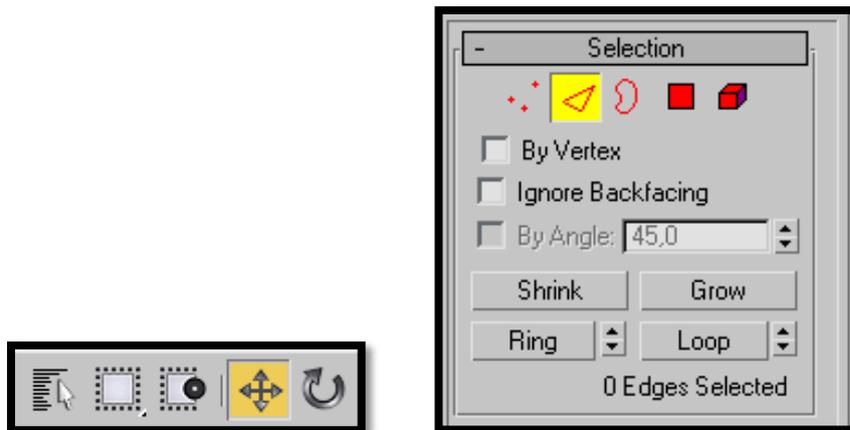
Comentário: Todas as informações apresentadas na tela possuem o mesmo recurso de estilo.

**9- Os itens selecionados para alteração, atualização ou acionamento estão destacados dos outros?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As ferramentas selecionadas são destacados em relação aos não selecionados.

Exemplo:



**10- Nas situações de alarme e nas telas de alta densidade de informação, o recurso de intermitência visual é empregado para salientar dados e informações?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O 3d Studio Max® não prevê este tipo de dispositivo.

**11- Os campos obrigatórios são diferenciados dos campos opcionais de forma visualmente clara?**

Resposta: **Não aplicável.**

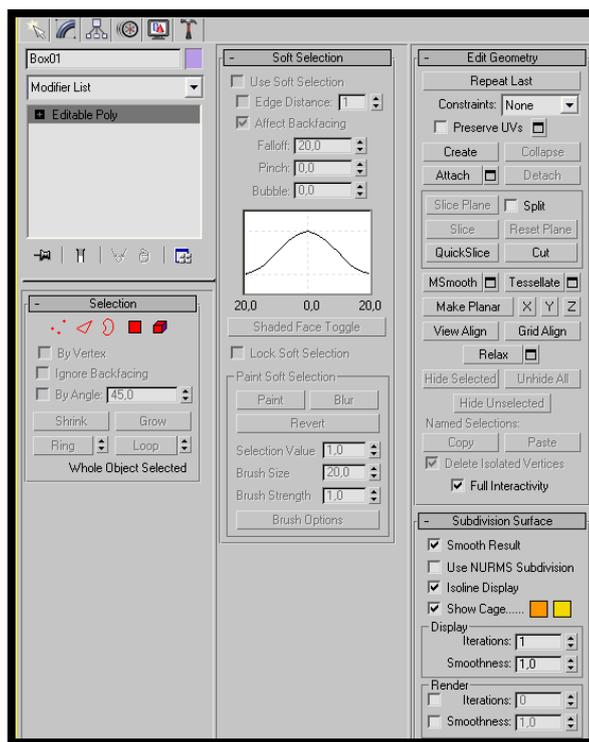
Comentário: O sistema não prevê este tipo de dispositivo, já que qualquer entrada de dados neste tipo de sistema de modelagem pode ser considerada opcional por prever a possibilidade de inserção de valores por manipulação direta.

**12- Nas caixas de mensagens, o botão selecionado por *default* tem uma apresentação visual suficientemente distinta dos outros?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Todos os botões apresentam a mesma configuração visual.

Exemplo:

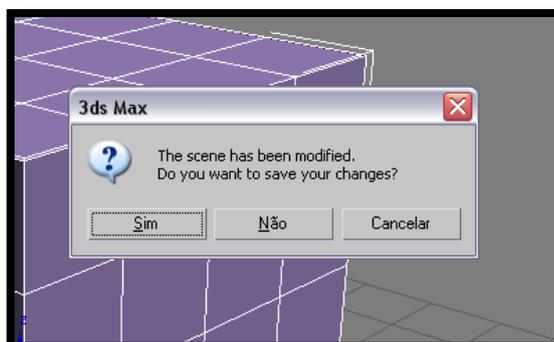


**13- Em situações em que se exija atenção especial do usuário, as mensagens de alerta e de aviso são apresentadas de maneira distinta?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Não existe distinção na maneira como o alerta é apresentado ao usuário.

Exemplo:



**14- A forma do cursor do *mouse* é diferente da de qualquer outro item apresentado?**

Resposta: **Sim.**

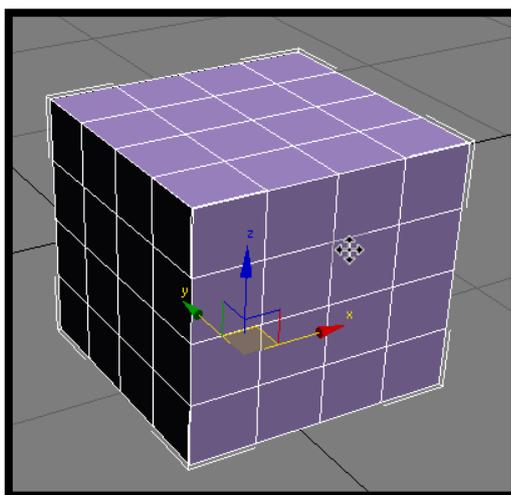
Comentário: O cursor do *mouse* muda de configuração de acordo com a ferramenta de edição escolhida outro item presente na tela.

**15- As formas de cursores (dois ou mais) apresentados simultaneamente são suficientemente distintas umas das outras?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O cursor do *mouse* diferencia-se da ferramenta que está sendo utilizada.

Exemplo:

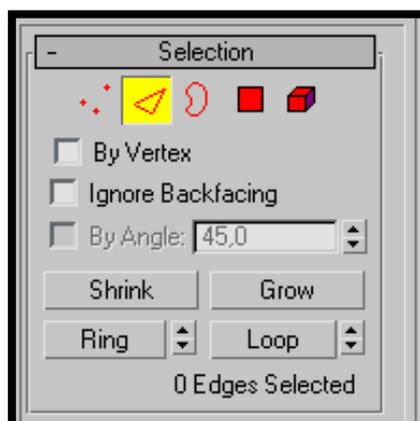


**16- As caixas de agrupamento são empregadas para realçar um grupo de dados relacionados?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As janelas de edição dos dados referentes a uma ação específica estão separadas por módulos.

Exemplo:

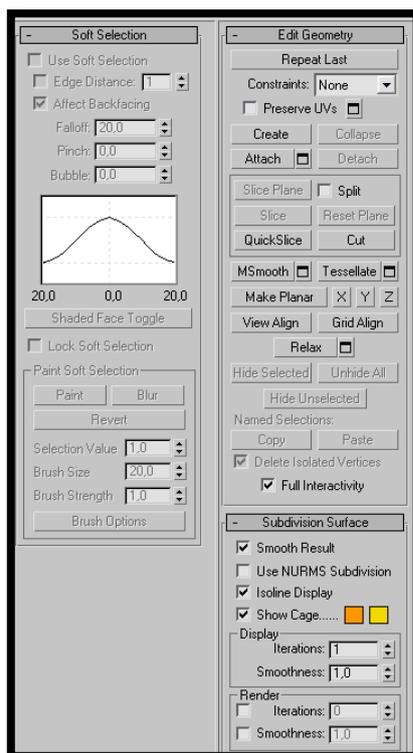


**17- Quando apresenta opções não disponíveis no momento, o sistema as mostra de forma diferenciada visualmente?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As opções possíveis de edição encontram-se em destaque, em oposição às opções não disponíveis.

Exemplo:



## Feedback

**1- O sistema fornece *feedback* para todas as ações do usuário?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O usuário não recebe nenhum *feedback* referente às suas ações.

**2- Quando, durante a entrada de dados, o sistema torna-se indisponível ao usuário, devido a algum processamento longo, o usuário é avisado desse estado do sistema e do tempo dessa indisponibilidade?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: A interface em análise nesta dissertação limita-se apenas aos aplicativos referentes à modelagem tridimensional, portanto o uso de tabelas não será considerado nesta análise ergonômica, ainda que este recurso possa ser utilizado em outras ferramentas do 3d Studio Max®, como nas ferramentas para a renderização.

### 3- O sistema fornece informações sobre o estado das impressões?

Resposta: **Não aplicável.**

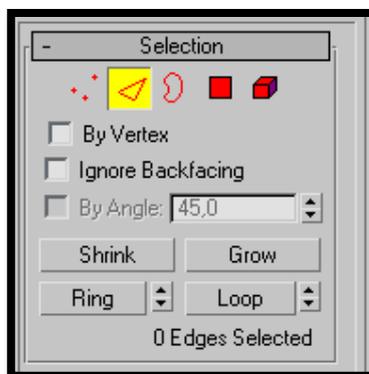
Comentário: Este tipo de dispositivo não se aplica ao sistema proposto.

### 4- Os itens selecionados de uma lista são realçados visualmente de imediato?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Ao selecionar uma opção em um *menu*, este é imediatamente destacado com um marcador.

Exemplo:

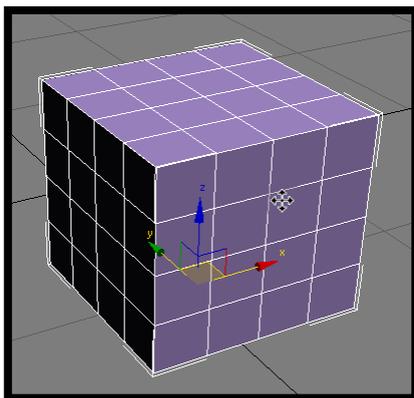


### 5- A imagem do cursor fornece *feedback* dinâmico e contextual sobre a manipulação direta?

Resposta: **Sim.**

Comentário: O cursor modifica seu formato de acordo com a ferramenta que está sendo utilizada.

Exemplo:



**6- O sistema fornece ao usuário informações sobre o tempo de processamentos demorados?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: A interface em análise nesta dissertação limita-se apenas aos aplicativos referentes à modelagem tridimensional, portanto o uso de tabelas não será considerado nesta análise ergonômica, ainda que este recurso possa ser utilizado em outras ferramentas do 3d Studio Max® , como nas ferramentas para a renderização.

**7- O sistema apresenta uma mensagem informando sobre o sucesso ou fracasso de um processamento demorado?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: A interface em análise nesta dissertação limita-se apenas aos aplicativos referentes à modelagem tridimensional, portanto o uso de tabelas não será considerado nesta análise ergonômica, ainda que este recurso possa ser utilizado em outras ferramentas do 3d Studio Max® , como nas ferramentas para a renderização.

**8- O sistema fornece *feedback* imediato e contínuo das manipulações diretas?**

Resposta: **Não.**

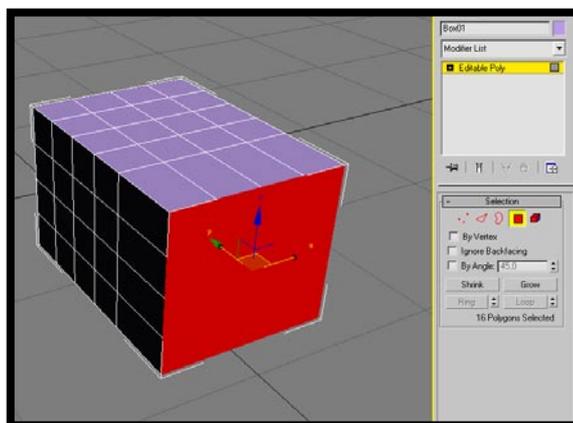
Comentário: As ações efetuadas pelo usuário produzem nenhum tipo de *feedback*.

**9- O sistema define o foco das ações para os objetos recém criados ou recém abertos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: o objeto editado, ou seu componente, é imediatamente destacado.

Exemplo:



**10- O sistema fornece *feedback* sobre as mudanças de atributos dos objetos?**

Resposta: **Não.**

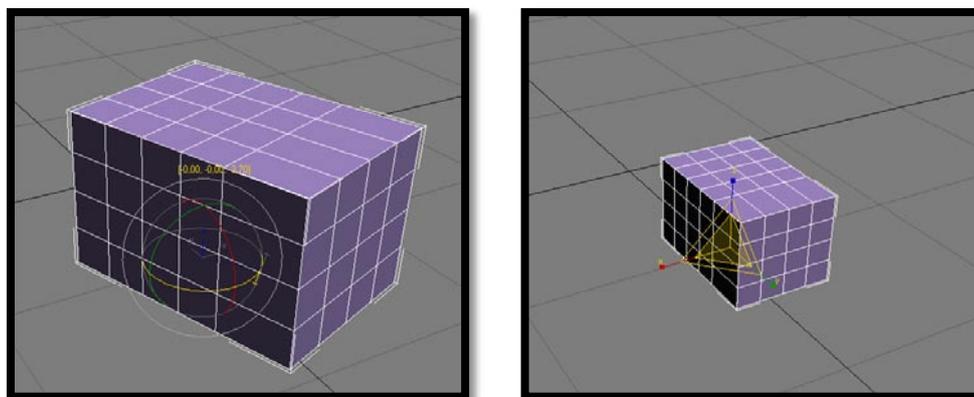
Comentário: Quando o usuário efetua qualquer mudança de atributo, não lhe é oferecido nenhum tipo de *feedback*.

**11- Qualquer mudança na situação atual de objetos de controle é apresentada visualmente de modo claro ao usuário?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Qualquer mudança de objetos de controle é imediatamente visível.

Exemplos:



**12- O sistema fornece um histórico dos comandos entrados pelo usuário durante uma sessão de trabalho?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Não é possível verificar o histórico das ações efetuadas.

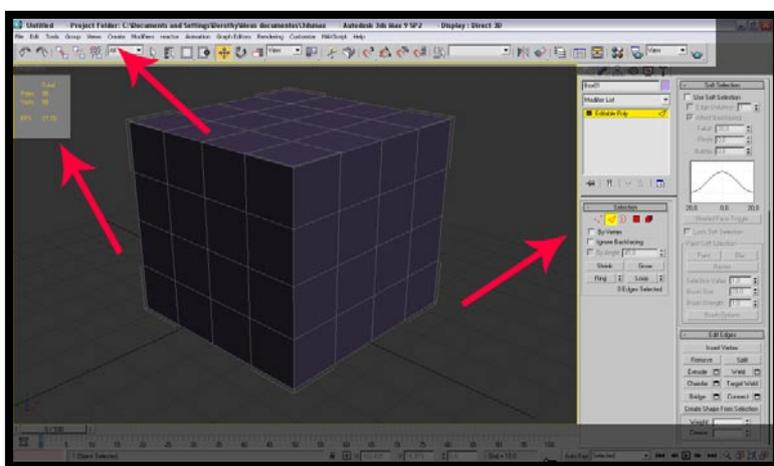
Legibilidade

**1- As áreas livres são usadas para separar grupos lógicos em vez de tê-los todos de um só lado da tela, caixa ou janela?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os grupos de ferramentas são dispostos seguindo um critério lógico de compatibilidade e utilização.

Exemplo:



**2- Os grupos de objetos de controle e de apresentação que compõem as caixas de diálogo e outros objetos compostos encontram-se alinhados vertical e horizontalmente?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As caixas de ferramentas de edição de objeto, *menus* de comando e movimentação de objetos encontram-se alinhadas verticalmente e horizontalmente, de modo a respeitar o espaço para navegação e manipulação do objeto editável.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 1 deste critério.

**3- Os rótulos de campos organizados verticalmente e muito diferentes em tamanho estão justificados à direita?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: o 3d Studio Max® não possui rótulos de campo muito diferentes em tamanho.

#### 4- A largura mínima dos mostradores de texto é de 50 caracteres?

Resposta: **Sim.**

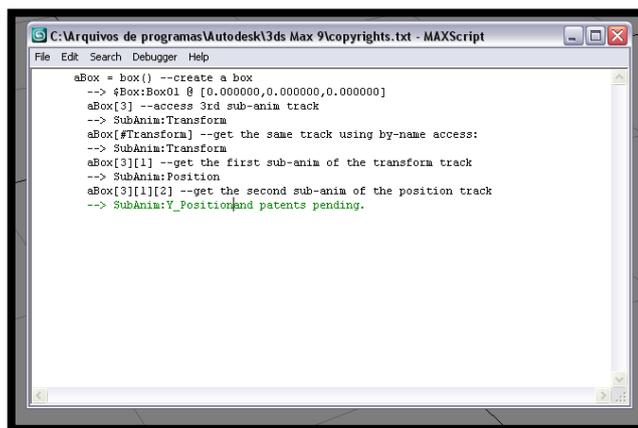
Comentário: Os textos disponíveis são apresentados de modo a respeitar o espaço de tela e promover uma boa comunicação com o usuário, bem como possibilitam ao usuário ampliar a tela de exibição de textos.

#### 5- A altura mínima dos mostradores de texto é de 4 linhas?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os mostradores de texto possuem um espaço adequado para edição e visualização.

Exemplo:



```

C:\Arquivos de programas\Autodesk\3ds Max 9\copyrights.txt - MAXScript
File Edit Search Debugger Help
aBox = box() --create a box
--> $Box:Box01 8 [0.000000,0.000000,0.000000]
aBox[3] --access 3rd sub-anim track
--> SubAnim:Transform
aBox[#Transform] --get the same track using by-name access:
--> SubAnim:Transform
aBox[3][1] --get the first sub-anim of the transform track
--> SubAnim:Position
aBox[3][1][2] --get the second sub-anim of the position track
--> SubAnim:Y_position&nd patents pending.
  
```

#### 6- Os parágrafos de texto são separados por, pelo menos, uma linha em branco?

Resposta: **Não.**

Comentário: Os textos disponíveis não são organizados seguindo este padrão de espaçamento.



### 7- O uso exclusivo de maiúsculas nos textos é evitado?

Resposta: **Sim.**

Comentário: O 3d Studio Max® evita o uso exclusivo de letras maiúsculas.

### 8- O uso do negrito é minimizado?

Resposta: **Sim.**

Comentário: O uso do negrito é utilizado somente para salientar uma informação importante ou para indicar um comando ativo.

Exemplo: Pode ser verificado na imagem referente ao item 7 deste critério.

### 9- O uso do sublinhado é minimizado?

Resposta: **Sim.**

Comentário: O 3d Studio Max® não faz uso deste recurso.

### 10- Nas tabelas, linhas em branco são empregadas para separar grupos?

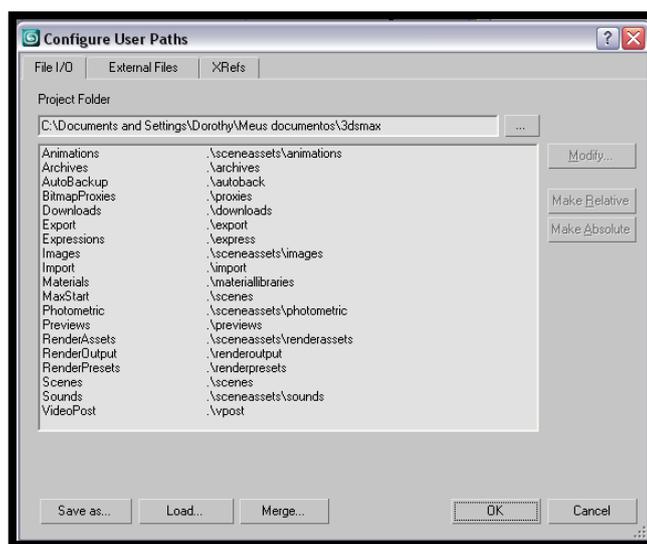
Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: A interface em análise nesta dissertação limita-se apenas aos aplicativos referentes à modelagem tridimensional, portanto o uso de tabelas não será considerado nesta análise ergonômica, ainda que este recurso possa ser utilizado em outras ferramentas do 3d Studio Max®, como nas ferramentas para a animação.

### 11- As listas de dados alfabéticos são justificadas à esquerda?

Resposta: **Sim.**

Exemplo:

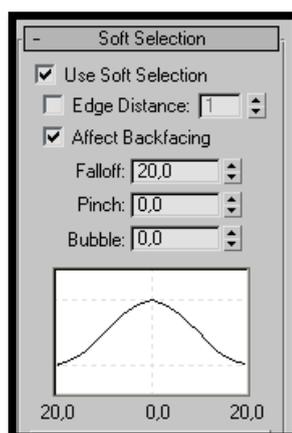


**12- As listas contendo números decimais apresentam alinhamento pela vírgula?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O 3d Studio Max® não alinha as listas de números decimais de acordo com a virgula.

Exemplo:

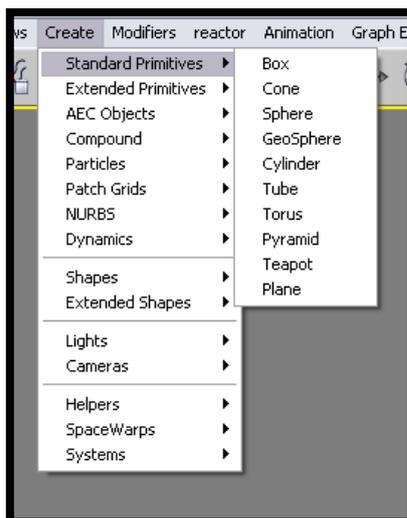


**13- As linhas empregadas para o enquadramento e segmentação de *menus* (separadores, delimitadores etc.) são simples?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Se aplica a todos os separadores e delimitadores apresentados.

Exemplos:



**14- As bordas dos painéis dos *menus* estão suficientemente separadas dos textos das opções de modo a não prejudicar a sua legibilidade?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Se aplica a todos os separadores e delimitadores apresentados.

**15- O uso de abreviaturas é minimizado nos *menus*?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Abreviaturas são utilizadas para indicar teclas de atalho e para textos muito longos.

Exemplo:



**16- Os nomes das opções estão somente com a inicial em maiúsculo?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Se aplica a todas as opções disponíveis nesta aplicação.

**17- Os números que indicam as opções de *menu* estão alinhados pela direita?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O 3d Studio Max® não utiliza este recurso.

**18- Quando a enumeração alfabética é utilizada, as letras para seleção estão alinhadas pela esquerda?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O 3d Studio Max® não utiliza este recurso.

**19- As opções das barras de *menu* horizontal estão separadas por, no mínimo, 2 caracteres brancos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os *menus* oferecem uma distância adequada à boa legibilidade das informações.

Exemplo:



**20- Os rótulos de campos começam com uma letra maiúscula, e as letras restantes são minúsculas?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O 3d Studio Max® obedece este requisito em todos os campos.

**21- Os itens de dados longos são particionados em grupos mais curtos, tanto nas entradas como nas apresentações?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O 3d Studio Max® não utiliza este recurso.

**22- Os códigos alfanuméricos do sistema agrupam separadamente letras e números?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O 3d Studio Max® não utiliza este recurso.

**23- Os ícones são legíveis?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Os ícones nem sempre representam com fidelidade as ações às quais se relacionam.

Exemplos:



**24- O sistema utiliza rótulos (textuais) quando pode existir ambigüidade de ícones?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O 3d Studio Max® apresenta um indicador textual da função representada pelo ícone.

Exemplo:



**25- A informação codificada com o vídeo reverso é legível?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O 3d Studio Max® não apresenta este tipo de recurso.

**26- O uso de vídeo reverso está restrito à indicação de *feedback* de seleção?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O 3d Studio Max® não apresenta este tipo de recurso.

**27- Os dados a serem lidos são apresentados de forma contínua, ou seja, não piscantes?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O 3d Studio Max® apresenta textos contínuos nas situações onde são apresentados textos extensos.

Exemplo:



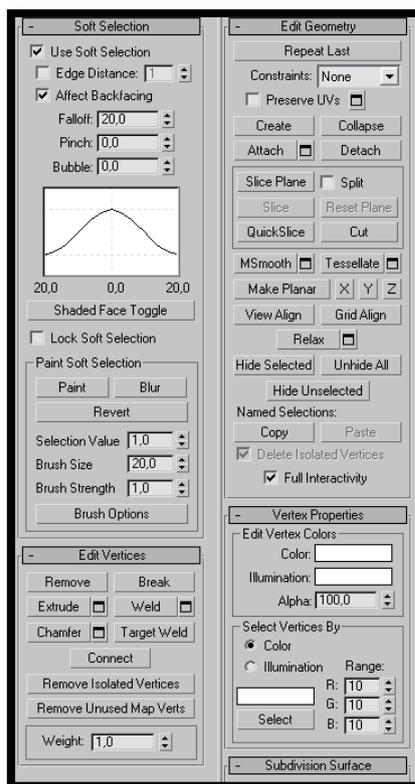
**Concisão**

**1- O sistema oferece valores *defaults* para acelerar a entrada de dados?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: São exibidos valores default para acelerar a entrada de dados.

Exemplo:



**2- A identificação alfanumérica das janelas é curta o suficiente para ser lembrada facilmente?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O 3d Studio Max® proposto não prevê identificações alfanuméricas.

**3- Os nomes das opções de *menu* são concisos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os nomes em opções são curtos de modo a respeitar o espaço da tela e facilitar a memorização.

**4- Os ícones são econômicos sob o ponto de vista do espaço nas telas?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os ícones são pequenos e economizam espaços na tela.

Exemplo:



## 5- As denominações são breves?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os nomes são curtos, de modo a facilitar a memorização e respeitar os espaços de tela.

## 6- As abreviaturas são curtas?

Resposta: **Sim.**

Comentário: As abreviaturas quando utilizadas são curtas, de modo a favorecer a memorização e respeitar os espaços de tela.

Exemplo:



**7- Os códigos arbitrários que o usuário deve memorizar são sempre menores do que 4 ou 5 caracteres?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O usuário não deve memorizar códigos numéricos.

**8- Os rótulos são concisos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Todos os rótulos são compostos por denominações curtas.

**9- Códigos alfanuméricos não significativos para o usuário e que devem ser entrados no sistema são menores do que 7 caracteres?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Os códigos numéricos podem contar com um número indefinido de caracteres.

Exemplo:



**10- Na entrada de dados alfanuméricos, o sistema considera as letras maiúsculas e minúsculas como equivalentes?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Dentro da interface referente à modelagem o 3D Studio Max não conta com este dispositivo, embora seja possível à usuários mais avançados a entrada de dados por meio de *scripts*.

**11- Na entrada de dados numéricos, o usuário é liberado do preenchimento do ponto decimal desnecessário?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: o 3d Studio Max® interpreta a entrada de dados numéricos de forma a interpretar o valor inserido sem a necessidade de um preenchimento padronizado de valores numéricos.

**12- Na entrada de dados numéricos, o usuário é liberado do preenchimento dos zeros fracionários desnecessários?**

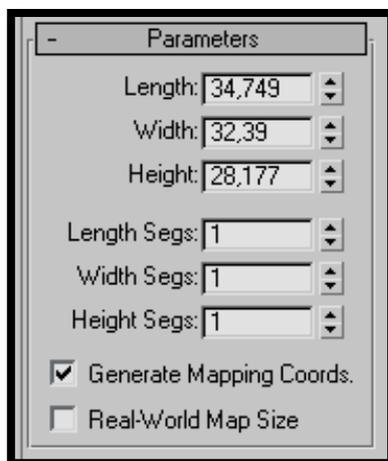
Resposta: **Sim.**

Comentário: o 3d Studio Max® interpreta a entrada de dados numéricos de forma a interpretar o valor inserido sem a necessidade de um preenchimento padronizado de valores numéricos.

**13- Na entrada de valores métricos ou financeiros, o usuário é liberado do preenchimento da unidade de medida?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Nos campos onde são necessárias as entradas de dados numéricos não é necessária o preenchimento das unidades de medida. Exemplos:



**14- É permitido ao usuário reaproveitar os valores definidos para entradas anteriores, podendo inclusive alterá-los?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os valores ficam visíveis ao usuário, que pode alterá-los a qualquer momento.

## Ações mínimas

**1- Em formulário de entrada de dados o sistema posiciona o cursor no começo do primeiro campo de entrada?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Para a entrada de dados neste tipo de aplicação, não se faz necessário seguir uma ordem lógica.

**2- Na realização das ações principais em uma caixa de diálogo, o usuário tem os movimentos de cursor minimizados através da adequada ordenação dos objetos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A organização das caixas de diálogo são organizadas pelas relações que os objetos tem entre sí.

**3- O usuário dispõe de um modo simples e rápido (tecla TAB, por exemplo) para a navegação entre os campos de um formulário?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O aplicativo conta com este recurso.

**4- Os grupos de botões de comando possuem sempre um botão definido como *default*?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Qualquer botão de comando pode ser acionado de forma aleatória.

**5- A estrutura dos *menus* é concebida de modo a diminuir os passos necessários para a seleção?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A estrutura de *menus* é organizada por categorias de similaridade entre as ações.

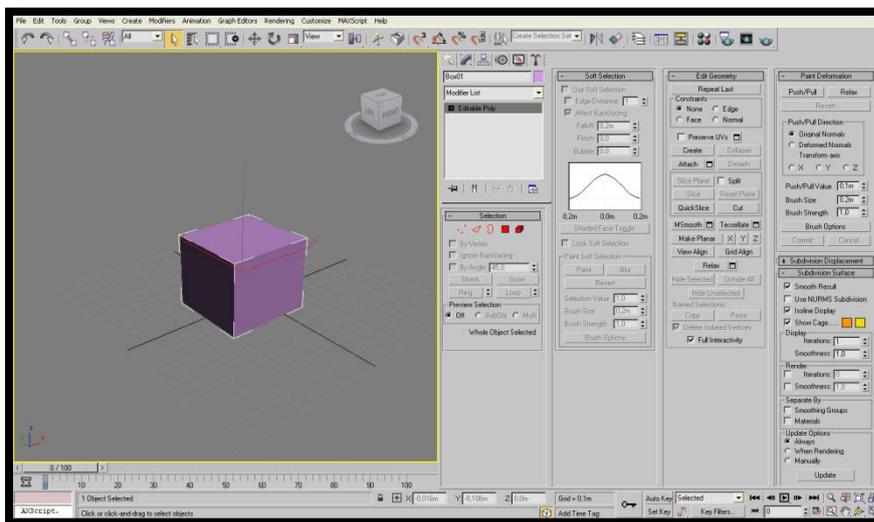
Densidade Informacional

**1- A densidade informacional das janelas é reduzida?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O usuário tem disponíveis um grande número de dispositivos, independente da necessidade imediata do usuário.

Exemplos:



**2- As telas apresentam somente os dados e informações necessários e indispensáveis para o usuário em sua tarefa?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O 3dsMax exibe em sua tela mesmo as informações que não tem relação imediata com a tarefa que o usuário está realizando.

Exemplos: Pode ser verificados nos exemplos ilustrados no item 1 deste critério.

**3- Na entrada de dados codificados, os códigos apresentam somente os dados necessários na tela de uma maneira distinguível?**

Resposta: **Não aplicável.**

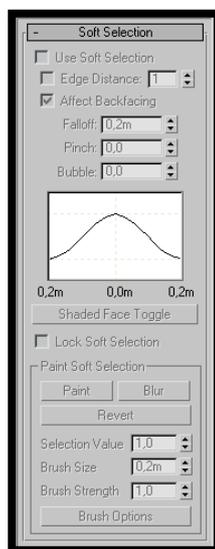
Comentário: Por se tratar de um sistema de modelagem poligonal 3D, não é necessária a entrada de dados codificados.

**4- O sistema minimiza a necessidade de o usuário lembrar dados exatos de uma tela para outra?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Ainda que os campos onde foram preenchidos dados estejam inativos o 3d Studio Max® mantém os valores armazenados de forma que eles possam ser visualizados.

Exemplo:

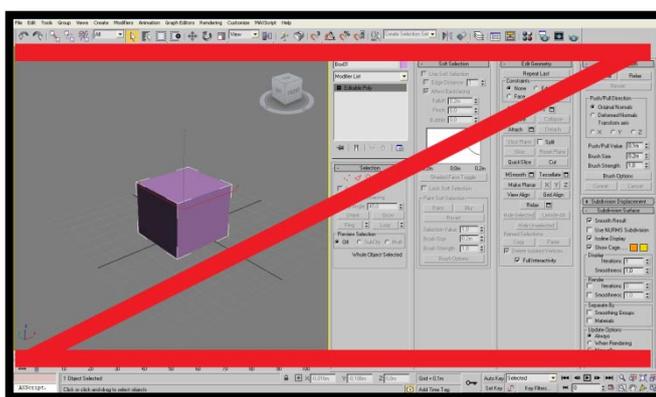


5- Na leitura de uma janela, o usuário tem seus movimentos oculares minimizados através da distribuição dos objetos principais segundo as linhas de um "Z"?

Resposta: **Sim.**

Comentário: As informações são dispostas na tela de modo a facilitar a visualização.

Exemplo:



6- O sistema evita apresentar um grande número de janelas que podem desconcentrar ou sobrecarregar a memória do usuário?

Resposta: **Não.**

Comentário: O 3d Studio Max® mantém visíveis na interface mesmo as informações e dispositivos que podem não ser relevantes no momento.

Exemplos: Podem ser verificados nos exemplos ilustrados na questão 1 deste critério.

**7- Na manipulação dos dados apresentados pelo sistema, o usuário está liberado da tradução de unidades?**

Resposta: **Sim.**

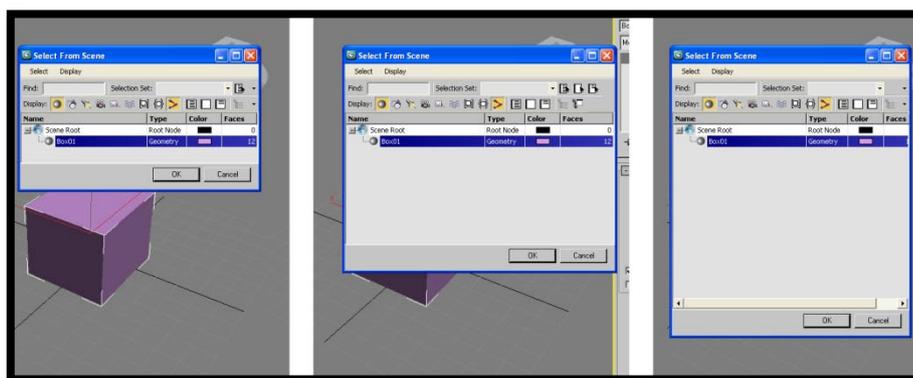
Comentário: O 3d Studio Max® não exige do usuário o preenchimento ou a tradução das unidades.

**8- As listas de seleção e combinação apresentam uma altura correspondente a um máximo de nove linhas?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: As listas de seleção e combinação podem ser customizadas de acordo com a necessidade do usuário.

Exemplos:

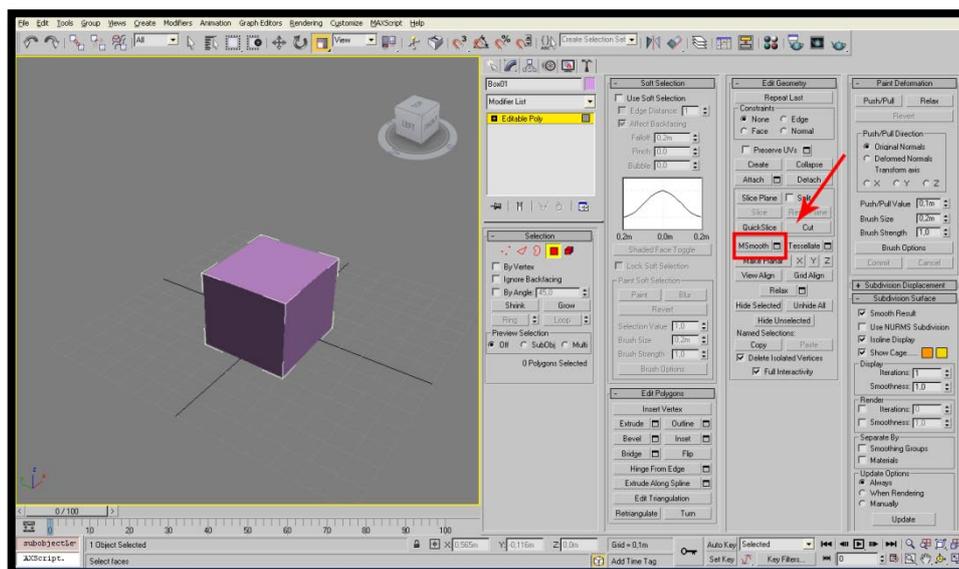


**9- Os painéis de *menu* apresentam como ativas somente as opções necessárias?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Em alguns casos algumas ferramentas encontram-se ativas, mesmo não sendo possível seu uso.

Exemplo: A imagem abaixo ilustra este exemplo, onde a ferramenta Msmooth encontra-se ativa, mesmo sem nenhum componente do objeto selecionado.



## Ações explícitas

1- O sistema posterga os processamentos até que as ações de entrada do usuário tenham sido completadas?

Resposta: **Não.**

Comentário: Por se tratar de um sistema que prioriza a agilidade, a necessidade de acionar a tecla "ENTER" pode ser desinteressante, uma vez que neste tipo de aplicação o usuário pode visualizar em tempo real as modificações feitas e desfazer o comando imediatamente, caso o resultado da entrada de dados não seja satisfatório.

2- Durante a seleção de uma opção de *menu* o sistema permite a separação entre indicação e execução da opção?

Resposta: **Não.**

Comentário: Ao clicar em uma opção de menu o sistema executa imediatamente o comando na maioria dos casos.

3- Para iniciar o processamento dos dados, o sistema sempre exige do usuário uma ação explícita de "ENTER"?

Resposta: **Não.**

Comentário: Para iniciar o processamento de dados, o usuário precisa somente mudar a coluna de preenchimento.

**4- É sempre o usuário quem comanda a navegação entre os campos de um formulário?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Utilizando a tecla Tab, clicando no próximo menu ou pressionando a tecla "ENTER".

**Controle do usuário**

**1- O usuário pode terminar um diálogo seqüencial repetitivo a qualquer instante?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O usuário pode interromper um diálogo a qualquer momento.

**2- O usuário pode interromper e retomar um diálogo seqüencial a qualquer instante?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O usuário tem a liberdade de retomar do ponto onde parou.

**3- O usuário pode reiniciar um diálogo seqüencial a qualquer instante?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: o usuário pode retomar um diálogo seqüencial a qualquer instante.

**4- Durante os períodos de bloqueio dos dispositivos de entrada, o sistema fornece ao usuário uma opção para interromper o processo que causou o bloqueio?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Não existe um dispositivo específico para interromper este processo. O usuário deve retomar a tarefa que executava antes do bloqueio do processo para torná-lo ativo novamente.

## **Flexibilidade**

**1- Os usuários têm a possibilidade de modificar ou eliminar itens irrelevantes das janelas?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Esta opção de customização de interface no entanto, só é utilizada por usuários avançados, ou seja, familiarizado com as ferramentas que o sistema disponibiliza.

**2- Ao usuário é permitido personalizar o diálogo, através da definição de macros?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Para usuários familiarizados com as ferramentas do sistema este é um recurso disponível.

**3- É permitido ao usuário alterar e personalizar valores definidos por *default*?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Qualquer dado estabelecido por default pode ser modificado.

## **Experiência do usuário**

**1- Caso se trate de um sistema de grande público, ele oferece formas variadas de apresentar as mesmas informações aos diferentes tipos de usuário?**

Resposta: **Não.**

Comentário: As informações são apresentadas da mesma maneira, e somente usuários familiarizados com o sistema podem customizar a interface.

**2- Os estilos de diálogo são compatíveis com as habilidades do usuário, permitindo ações passo a passo para iniciantes e a entrada de comandos mais complexos por usuários experimentados?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Os estilos de diálogo apresentam-se sempre da mesma forma.

**3- O usuário pode se deslocar de uma parte da estrutura de *menu* para outra rapidamente?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os *menus* são organizados de forma a possibilitar uma navegação ágil.

**4- O sistema oferece equivalentes de teclado para a seleção e execução das opções de *menu*, além do dispositivo de apontamento (*mouse*,...)?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O 3d Studio Max® oferece teclas de atalho, de modo a poupar o usuário de deslocamentos desnecessários.

Exemplo:



**5- O sistema é capaz de reconhecer um conjunto de sinônimos para os termos básicos definidos na linguagem de comando, isto para se adaptar aos usuários novatos ou ocasionais?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de uma interface para modelagem, este tipo de recurso não foi avaliado.

**6- O usuário experiente pode efetuar a digitação de vários comandos antes de uma confirmação?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O usuário experiente conta com esta possibilidade através do sistema de *scripts*.

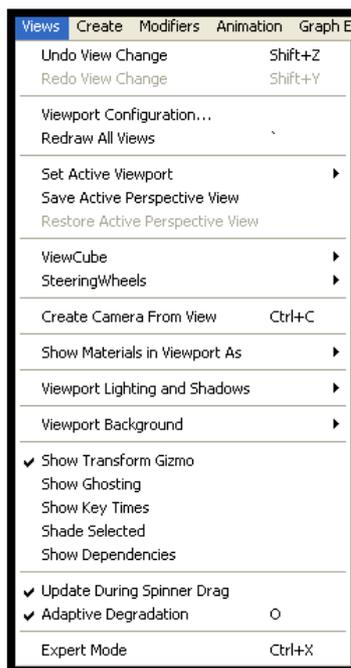
### Proteção contra erros

**1- O sistema apresenta uma separação adequada entre áreas selecionáveis de um painel de *menu* de modo a minimizar as ativações acidentais?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O 3d Studio Max® oferece uma separação que minimiza erros durante a seleção das áreas de um *menu*..

Exemplo:

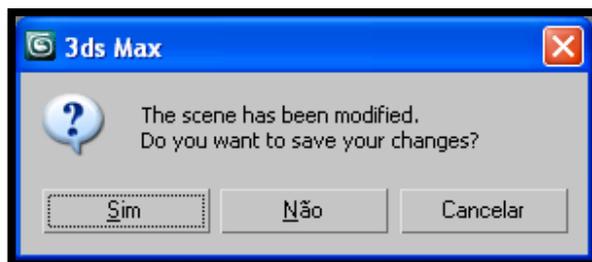


**2- Em toda ação destrutiva, os botões selecionados por *default* realizam a anulação dessa ação?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O 3d Studio Max® solicita ao usuário uma confirmação para a execução de uma possível ação destrutiva, com o botão de anulação desta ação selecionado por *default*.

Exemplo:

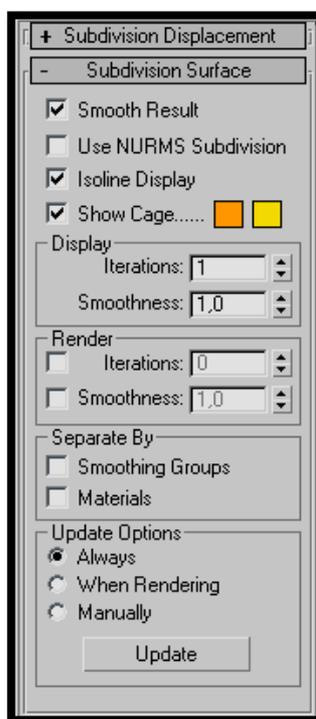


**3- Os campos numéricos para entrada de dados longos estão subdivididos em grupos menores e pontuados com espaços, vírgulas, hífen ou barras?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O 3d Studio Max® conta com este recurso.

Exemplo:



**4- Ao final de uma sessão de trabalho, o sistema informa sobre o risco de perda dos dados?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O sistema apenas pergunta ao usuário se ele deseja executar uma ação.

**5- O sistema emite sinais sonoros quando ocorrem problemas na entrada de dados?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O 3d Studio Max® não conta com dispositivos sonoros.

**6- As teclas de funções perigosas encontram-se agrupadas e/ou separadas das demais no teclado?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Todas as ações são reversíveis, portanto não existe uma tecla específica de função perigosa.

**7- O sistema solicita confirmação (dupla) de ações que podem gerar perdas de dados e/ou resultados catastróficos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Se o usuário corre o risco de perder os dados por algum motivo, o 3d Studio Max® solicita que o usuário confirme a operação.



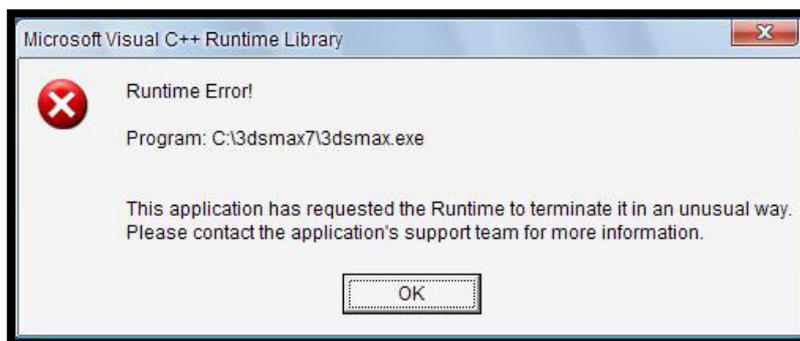
## Mensagens de erro

**1- As mensagens de erro ajudam a resolver o problema do usuário, fornecendo com precisão o local e a causa específica ou provável do erro, bem como as ações que o usuário poderia realizar para corrigi-lo?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O sistema apenas informa ao usuário que foi detectado um erro durante uma operação..

Exemplo:



## 2- As mensagens de erro são neutras e polidas?

Resposta: **Sim.**

Comentário: A mensagem não hostiliza ou insulta o usuário e oferece solução para o problema.

Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 1 deste critério.

## 3- As frases das mensagens de erro são curtas e construídas a partir de palavras curtas, significativas e de uso comum?

Resposta: **Não.**

Comentário: As mensagens de erro muitas vezes só podem ser compreendidas por usuários familiarizados com o sistema.

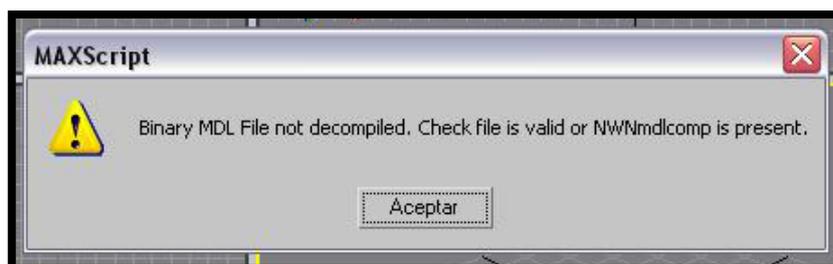
Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado na questão 1 deste critério.

## 4- As mensagens de erro estão isentas de abreviaturas e/ou códigos gerados pelo sistema operacional?

Resposta: **Não.**

Comentário: Algumas mensagens de erro são descritas por códigos.

Exemplo:



**5- O usuário pode escolher o nível de detalhe das mensagens de erro em função de seu nível de conhecimento?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O 3d Studio Max® não oferece esta opção de customização.

**6- A informação principal de uma mensagem de erro encontra-se logo no início da mensagem?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O usuário é informado imediatamente e de forma clara o motivo do erro. Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado nos itens 1 e 4 deste critério.

**7- Quando necessário, as informações que o usuário deve memorizar encontram-se localizadas na parte final da mensagem de erro?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Após a identificação do erro é informado ao usuário a natureza do mesmo.

**8- Em situações normais as mensagens de erro são escritas em maiúsculo/minúsculo?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As mensagens de erro são representadas em maiúsculo/minúsculo. Exemplo: Pode ser verificado no exemplo ilustrado nos itens 1 e 4 deste critério.

**9- As mensagens de erro têm seu conteúdo modificado quando na repetição imediata do mesmo erro pelo mesmo usuário?**

Resposta: **Não.**

Comentário: As mensagens de erro seguem um padrão conforme a natureza do mesmo.

### **Correção de Erros**

**1- Qualquer ação do usuário pode ser revertida através da opção DESFAZER?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O usuário pode utilizar ícones na tela para desfazer ou refazer uma ação, caso julgue conveniente.

**2- Através da opção "REFAZER", a regressão do diálogo, também pode ser desfeita?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O usuário deve ter a liberdade de refazer qualquer ação desfeita.

**3- Os comandos para DESFAZER e REFAZER o diálogo estão diferenciados?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os comandos se diferenciam pela sua direção.

Exemplo:



**4- O sistema reconhece e através de uma confirmação do usuário, executa os comandos mais freqüentes mesmo com erros de ortografia?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: Por se tratar de *software* de modelagem tridimensional, o sistema não oferece o recurso de correção ortográfica.

**5- Depois de um erro de digitação de um comando ou de dados, o usuário tem a possibilidade de corrigir somente a parte dos dados ou do comando que está errada?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Caso o usuário cometa um engano, ele pode reverter o erro a qualquer momento.

### **Consistência**

**1- A identificação das caixas, telas ou janelas são únicas?**

Resposta: **Sim.**

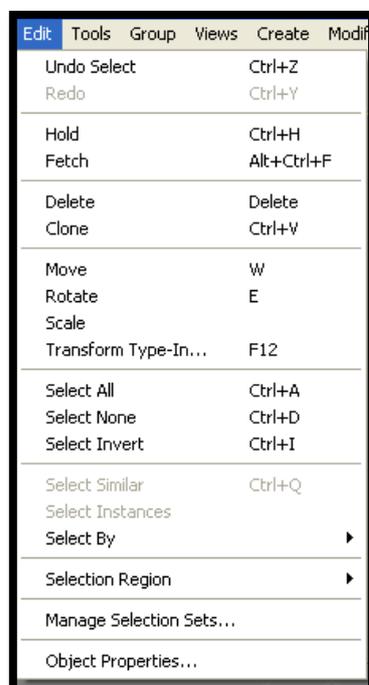
Comentário: Cada item é nomeado de maneira diferente e condizente com o conteúdo de suas ações.

**2- A organização em termos da localização das várias características das janelas é mantida consistente de uma tela para outra?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A organização de todas as características das janelas segue um critério lógico de organização onde, no topo, se localiza a nomenclatura geral das funções, seguida abaixo das sub funções ou ações possíveis.

Exemplo:



**3- A posição inicial do cursor é mantida consistente ao longo de todas as apresentações de formulários?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O cursor nem sempre posiciona-se de maneira padronizada para o preenchimento de dados.

**4- Uma mesma tecla de função aciona a mesma opção de uma tela para outra?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Todas as teclas de função acionam a mesma opção de uma tela para outra.

**5- Os ícones são distintos uns dos outros e possuem sempre o mesmo significado de uma tela para outra?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os ícones mantêm a consistência de significado em todas as telas.

**6- A localização dos dados é mantida consistente de uma tela para outra?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A consistência é mantida caso o usuário não customize a interface.

**7- Os formatos de apresentação dos dados são mantidos consistentes de uma tela para outra?**

Resposta: **Sim.**

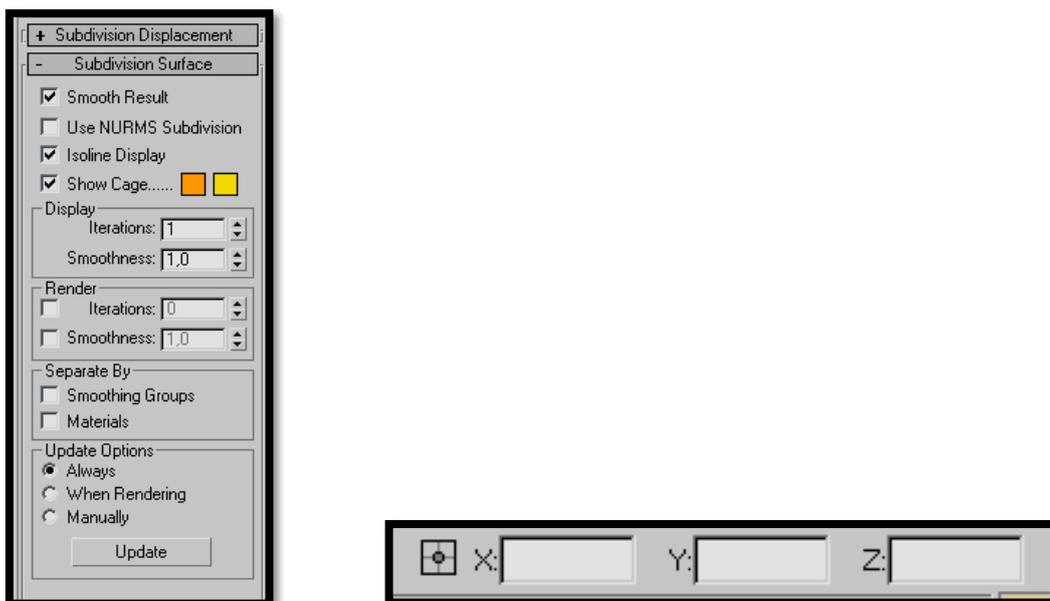
Comentário: A consistência é mantida caso o usuário não customize a interface

**8- Os rótulos estão na mesma posição em relação aos campos associados?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A posição dos rótulos mantém-se consistente, quando em coluna, encontra-se acima dos campos associados, quando em linha mantém-se a esquerda dos campos associados.

Exemplos:



**9- O símbolo para convite à entrada de dados é padronizado (por exemplo, “:”)?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Alguns campos que não permitem a entrada de dados possuem a mesma configuração dos que possibilitam a entrada de dados.

Exemplo:



**10- As áreas de entrada de comandos estão na mesma posição de uma tela para outra?**

Resposta: **Sim.**

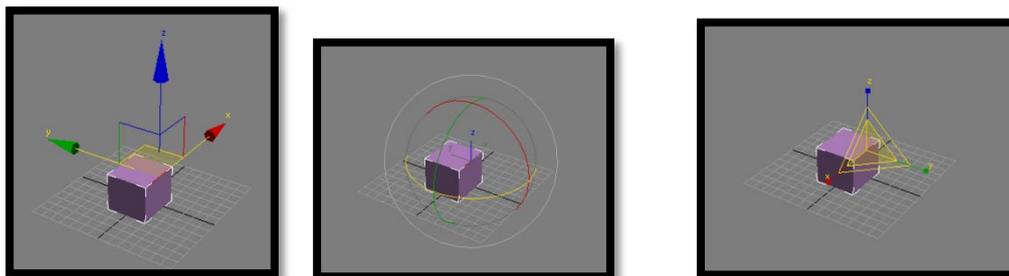
Comentário: As áreas de entrada de comando se posicionam de forma semelhante em diferentes telas.

**11- Os significados dos códigos de cores são seguidos de maneira consistente?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O modelo proposto busca padronizar cores, a fim de proporcionar associações entre imagem e ação.

Exemplos:



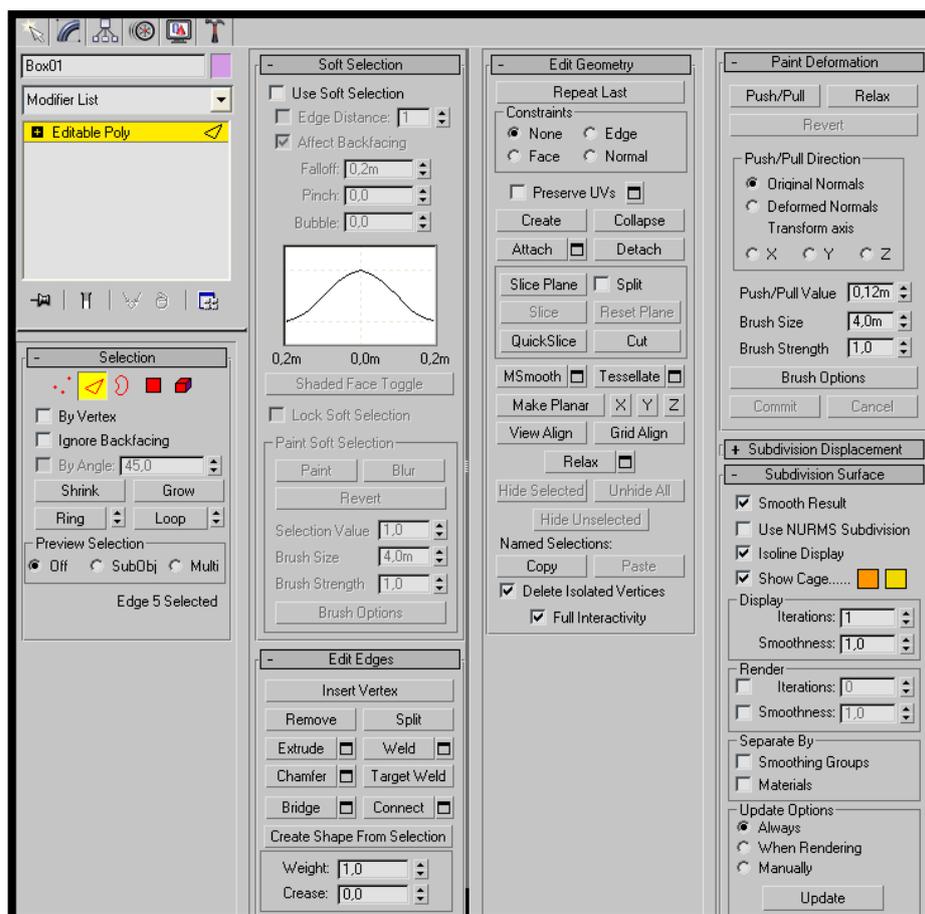
## Significados

1- As denominações dos títulos estão de acordo com o que eles representam?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Todas as denominações referem-se claramente aos seus propósitos.

Exemplos:

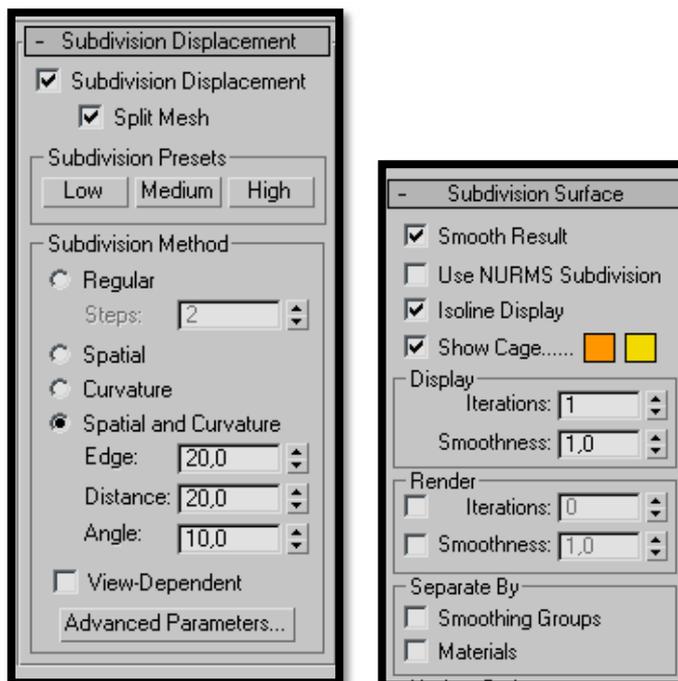


2- Os títulos das páginas de *menu* são explicativos, refletindo a natureza da escolha a ser feita?

Resposta: **Não.**

Comentário: Usuários não familiarizados com a linguagem particular a este tipo de aplicação podem encontrar dificuldades em compreender a função da ferramenta.

Exemplo:



3- Os títulos das páginas de *menu* são distintos entre si?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Todos os títulos são distintos entre si.

4- Os títulos das páginas de *menu* são combináveis ou componíveis?

Resposta: **Sim.**

Comentário: Os títulos de *menus*, podem se associar a outros termos.

Exemplos:



**5- As denominações das opções de *menu* são familiares ao usuário?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O usuário precisa-se adaptar-se as terminologias empregadas pelo sistema.

**6- O vocabulário utilizado nos rótulos, convites e mensagens de orientação são familiares ao usuário, evitando palavras difíceis?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O usuário precisa-se adaptar-se as terminologias empregadas pelo sistema.

**7- O vocabulário utilizado em rótulos, convites e mensagens de orientação é orientado à tarefa, utilizando termos e jargão técnicos normalmente empregados na tarefa?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O usuário precisa-se adaptar-se as terminologias empregadas pelo sistema.

**8- Os cabeçalhos de colunas de dados são significativos e distintos?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O usuário O usuário precisa-se adaptar-se as terminologias empregadas pelo sistema para que elas se tornem significativas.

### **9- O sistema adota códigos significativos ou familiares aos usuários?**

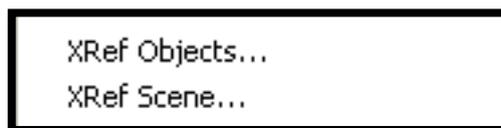
Resposta: **Não.**

Comentário: O usuário O usuário precisa-se adaptar-se as terminologias empregadas pelo sistema para que elas se tornem significativas.

### **10- As abreviaturas são significativas?**

Resposta: **Não.**

Comentário: Nem todas as abreviaturas são significativas para todos os perfis de usuários.



### **11- As abreviaturas são facilmente distinguíveis umas das outras, evitando confusões geradas por similaridade?**

Resposta: **Não.**

Comentário: O usuário precisa estar familiarizado com a linguagem utilizada para distinguir facilmente as abreviaturas.

### **12- A intermitência luminosa (pisca-pisca) é usada com moderação e somente para atrair a atenção para alarmes, avisos ou mensagens críticas?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O 3d Studio Max® não dispõe deste recurso.

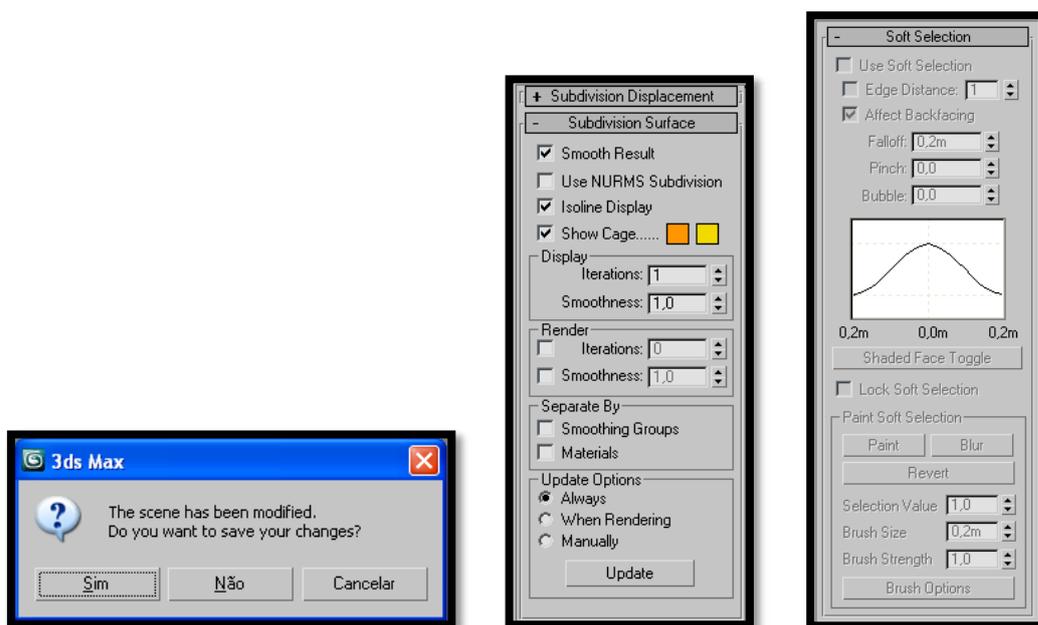
## **Compatibilidade**

### **1- As telas são compatíveis com o padrão do ambiente?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As caixas são padronizadas graficamente.

Exemplos:



**2- A imagem do formulário na tela do terminal assemelha-se com o formulário de entrada em papel?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O 3d Studio Max® este tipo de recurso.

**3- O sistema propõe uma caixa de diálogo modal, quando a aplicação deve ter todos os dados antes de prosseguir ou quando o usuário tenha de responder a uma questão urgente?**

Resposta: **Não.**

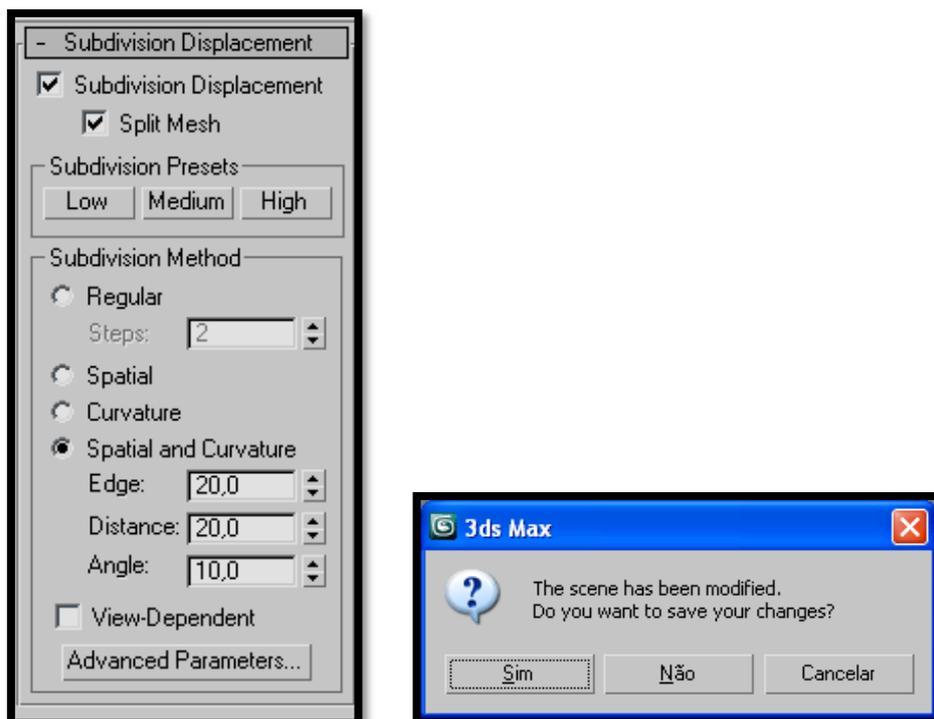
Comentário: O 3d Studio Max® não dispõe deste tipo de recurso.

**4- As caixas de diálogo do sistema apresentam um botão de validação, um botão de anulação e, se possível, um botão de ajuda?**

Resposta: **Não.**

Comentário: As caixas de diálogo não são padronizadas.

Exemplo:

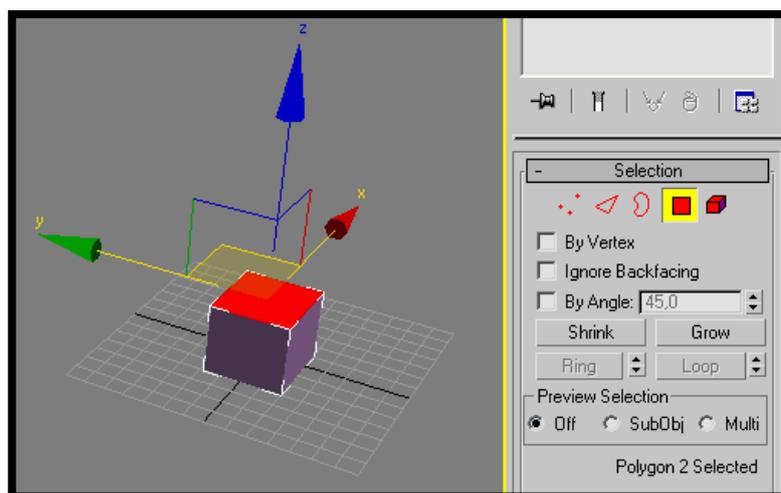


**5- Os significados usuais das cores são respeitados nos códigos de cores definidos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O modelo proposto busca padronizar cores, a fim de proporcionar associações entre imagem e ação.

Exemplos:



**6- As opções de codificação por cores são limitadas em número?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O 3d Studio Max® obedece a um modelo econômico do ponto de vista estético.

**7- As informações codificadas através das cores apresentam uma codificação adicional redundante?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: O 3d Studio Max® busca padronizar cores, a fim de proporcionar associações entre imagem e ação.

**8- A taxa de intermitência para elementos piscantes está entre 2 e 5 Hz (2 a 5 piscadas por segundo)?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: O 3d Studio Max® não utiliza recursos de intermitência visual.

**9- A apresentação sonora é compatível com o ruído do ambiente?**

Resposta: **Não aplicável.**

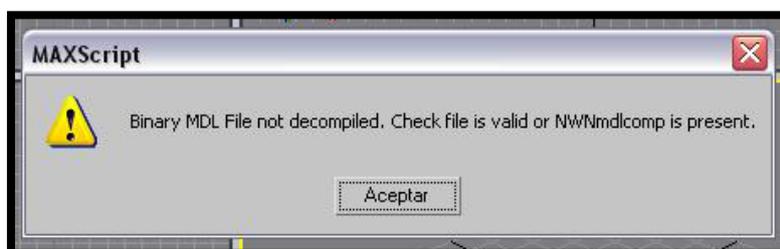
Comentário: O 3d Studio Max® não utiliza recursos sonoros.

**10- As mensagens são sempre afirmativas e na voz ativa?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As mensagens informam ao usuário o que deve ser feito, em vez de o que deve ser evitado.

Exemplo:

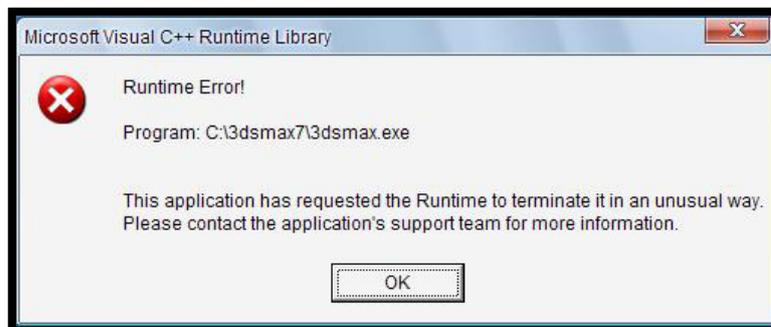


**11- Quando uma frase descreve uma seqüência de eventos, a ordem das palavras na frase corresponde à seqüência temporal dos eventos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: A ordem temporal utilizada neste protótipo é clara, de modo a não causar confusão na mente do usuário, como o que ocorreria com uma ordem cronológica invertida.

Exemplo:



**12- Ilustrações e animações são usadas para completar as explicações do texto?**

Resposta: **Não.**

Comentário: As informações são oferecidas ao usuário em modo texto.

**13- O sistema segue as convenções dos usuários para dados padronizados?**

Resposta: **Sim.**

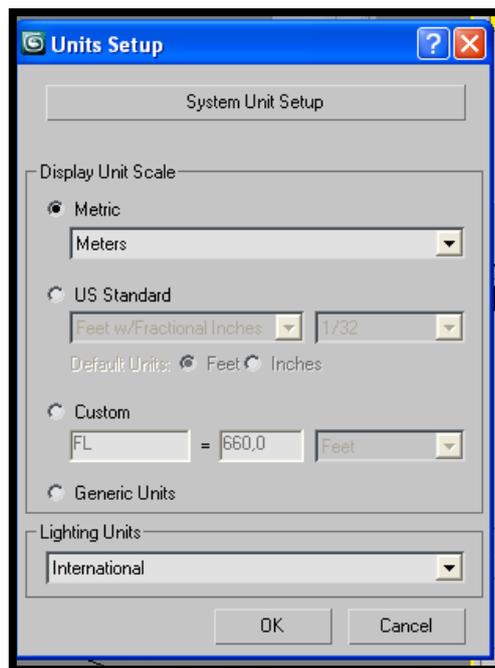
Comentário: O sistema busca adotar convenções similares as aplicações afins.

**14- O sistema utiliza unidades de medida familiares ao usuário?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: As unidades de medida adotadas são as normalmente utilizadas pelos usuários.

Exemplo:



**15- Dados numéricos que se alterem rapidamente são apresentados analogicamente?**

Resposta: **Não aplicável.**

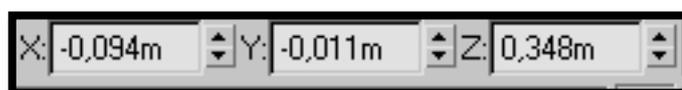
Comentário: O 3d Studio Max® não conta com este tipo de recurso.

**16- Dados numéricos que demandam precisão de leitura são apresentados digitalmente?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Apresentação digital é usada por ser adequada para transmitir, particularmente, a precisão numérica da informação

Exemplo:



**17- Os itens são numerados com números, não com letras?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: 3d Studio Max® não utiliza itens numerados por *default*.

**18- Os identificadores numéricos de opção de *menu* iniciam de "1", e não de "0"?**

Resposta: **Não aplicável.**

Comentário: 3d Studio Max® não utiliza itens numerados por *default*.

**19- Os eixos de um gráfico apresentam escalas numéricas iniciando em zero, com intervalos padronizados, crescendo da esquerda para a direita e de cima para baixo?**

Resposta: **Não aplicável.**

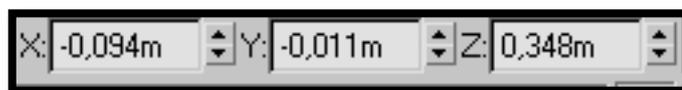
Comentário: A interface de modelagem do 3d Studio Max® não apresenta gráficos.

**20- Os itens de um grupo de botões de rádio são mutuamente exclusivos?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Cada botão relaciona-se individualmente com a sua caixa de distribuição.

Exemplo:



**21- Os itens de um grupo de caixas de atribuição permitem escolhas independentes?**

Resposta: **Sim.**

Comentário: Ao clicar sobre a caixa de atribuição, o usuário pode alterar o estado do parâmetro

## Resultados da Avaliação

A verificação do sistema através do *checklist* de usabilidade foi feita seguindo a ordem proposta pela ErgoList de modo a respeitar a ordem proposta pelo sistema onde os 18 critérios foram avaliados de acordo com a ordem que segue: Presteza, agrupamento por localização, agrupamento por formato, *feedback*, legibilidade, concisão, ações mínimas, densidade informacional, ações explícitas, controle do usuário, flexibilidade, experiência do usuário, proteção contra erros, mensagens de erro, correção de erros, consistência, significados, compatibilidade.

Após a conclusão de todas as verificações, o laudo final resultante da contabilização total das respostas é observado no gráfico que segue:

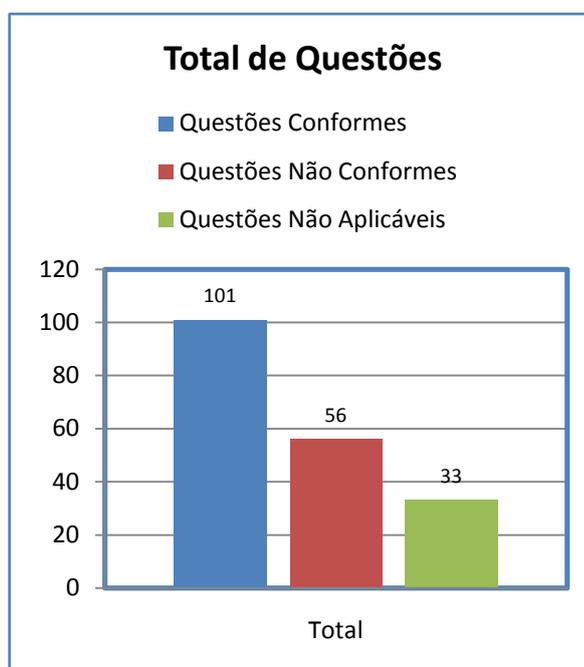


Figura 55: Resultado total das questões (Fonte: a autora).

Foram respondidas ao todo 194 questões, as quais são classificadas em 101 questões conformes, 56 questões não conformes, 33 questões não aplicáveis e 0 questões adiadas.

## Comparação de Resultados

Os resultados que identificam falhas são bem mais visíveis relacionadas à ergonomia da interface de usuário do software 3D Studio Max<sup>®</sup>, que apresenta um percentual de questões não conformes consideravelmente superior aos resultados obtidos na avaliação do protótipo MIU3D, onde os dados resultantes dos processos avaliativos podem ser comparados na tabela 3:

*Tabela 3: Tabela comparativa dos resultado da avaliação ergonômica (Fonte: a autora)*

	<b>MIU3D</b>	<b>3D Studio Max<sup>®</sup></b>
Questões conformes	124	101
Questões não conformes	3	56
Questões não aplicáveis	67	33
Adiar resposta	0	0

Deve se considerar, no entanto, que os resultados das avaliações de ambas interfaces não devem receber o mesmo nível de julgamento, já que apesar de ambas aplicações contarem com o recurso de modelagem geométrica poligonal, existem diferenças tanto no que diz respeito à complexidade da ferramenta, já que o modelo proposto restringe seu uso somente à modelagem poligonal, enquanto o 3D Studio Max<sup>®</sup> é um *software* completo, que abrange todo o processo de produção relativos ao desenvolvimento de jogos digitais e filmes.