# Requisitos Não Funcionais para Interfaces com o Usuário - Um Estudo do Aspecto Cor


SIMONE BACELLAR LEAL FERREIRA
e-mail: simone@ impa.br

JÚLIO CESAR LEITE
e-mail: julio@inf.puc-rio.br

SÉRGIO CARVALHO
e-mail: sergio inf.puc-rio.br

RUBENS NASCIMENTO MELO
e-mail: rubens@inf.puc-rio.br



PUC-RioInf.MCC28/97 July, 1997



**Abstract:** The present paper presents an contribution to the requirements engineering by researching the non functional requirements, concerned to the design of user interface. The goal of these research is to obtain a *friendly* interaction so that the user feels comfortable in using an interface. The requirements of any system are closely related to the system objectives and they must be very well defined. The non functional requirements are briefly presented and a especial attention is given to those related to the user interface. To finish, is presented a complete study of several features involved in the use of color and its effects on the project of an interface.



**Keywords**: colors, interface, requirements, user



**Resumo:** o presente trabalho apresenta uma contribuição para a Engenharia de Requisitos, através de um estudo dos requisitos não funcionais, ligados ao *design* de interfaces com o usuário, a fim de oferecer uma interação *amigável* e o mais natural possível, de modo que, uma pessoa se sinta encorajada e bem à vontade de usá-la. Os requisitos de um sistema estão intimamente ligados aos seus objetivos, que por sua vez, devem ser definidos da melhor maneira possível. Foi feito um breve resumo de requisitos não funcionais, centrando sua atenção nos requisitos para interfaces. Após isso, foi realizado um estudo completo de vários aspectos relacionados ao parâmetro cor e sua influência no projeto de uma interface.



**Palavras-chave**: cores, interface, requisitos, usuário

# 1. Introdução

O software na realidade deve encarado ser como um produto e como tal, tem que se apoiar em princípios de Engenharia, com atenção aos aspectos de custo e qualidade [LEIT95].

Atualmente, os sistemas de software não são vistos apenas como processamento de dados. São encarados como mensagens complexas enviadas dos projetistas para os usuários. Pesquisas recentes na área *Interação Homem-Computador* (HCI - Human Computer Interaction) [KAMM88] conscientizaram os programadores da necessidade de uma comunicação em interfaces nos dois sentidos, isto é, os usuários não só enviam mensagens para os programas de aplicação, mas também recebem e interpretam mensagens provenientes da ou através da aplicação. A HCI, quando examinada sob o ponto de vista da comunicação, mostra que os sistemas possuem dois papéis de comunicação inerentes: eles são enviadores e receptores de mensagens e eles próprios constituem mensagens enviadas dos projetistas para os usuários através do meio [SOUZ95_A] e [SOUZ95_B].

O diálogo entre o homem e o programa é estabelecido através da interface com o usuário (IU). Um dos principais objetivos no projeto de IUs é a obtenção de interfaces *amigáveis*, isto é, interfaces que o usuário se sinta confortável e encorajado de usar. Quando alguns aspectos, como os fatores humanos e fatores do domínio (compreensão do problema) são considerados, obtém-se um diálogo natural; se ignorados, o resultado é um sistema não *amigável* [PRES92].

As interfaces de softwares são um grande veículo de comunicação; através delas textos, artigos, idéias, propagandas são transmitidos diariamente a vários usuários localizados nos mais diversos lugares do mundo. Essa informação dada ao usuário pode ser exibida de diversas formas: com textos, imagens, sons, combinações de cores entre outras. Uma atenção especial deve ser dada aos requisitos relacionados à exibição de informação; eles devem garantir que a informação dada ao usuário não seja incompleta, ambígua ou inteligível.

Como observações da natureza fornecem na mente humana associações poderosas e profundas entre as cores e momentos, lugares e sentimentos, é possível utilizar-se as cores nas interfaces com o usuário para acrescentar informações [JACK94]. A cor é um componente que merece um estudo especial quando se trata de comunicação. É um fator que pode exercer forte influencia na vida diária de uma pessoa, interferindo nos sentidos, emoções e intelecto [MARC87]; pode portanto, ser usada deliberadamente para se atingir objetivos específicos. Como muitas vezes age no inconsciente de uma pessoa, é um parâmetros que deve ser muito bem compreendido; seu uso incorreto pode trazer resultados indesejáveis que nem chegam a ser notados [FERR96].

## 2. Interfaces com Usuário (IU)

A Interface com o Usuário (IU) é uma parte fundamental de um software; é a parte visível para o usuário, através da qual, ele se comunica com o sistema para realizar suas tarefas. Se bem projetada pode se tornar uma fonte de motivação e até, dependendo de suas características, uma grande ferramenta para o usuário; mas em caso contrário, pode se transformar em um ponto decisivo na rejeição de um sistema.

Nos primórdios da computação, a comunicação do homem com a máquina era puramente textual, através de comandos e respostas a perguntas geradas pelo próprio sistema. Com o tempo, foram surgindo interfaces menos hostis; passaram a possuir menus e sub-menus, onde uma série de opções eram apresentadas

As interfaces atuais têm como objetivo fornecer uma interação pessoa-computador mais "*amigável*" possível. Ela deve ser fácil de ser usada, fornecendo sequências simples e consistentes de interação, mostrando claramente as alternativas disponíveis a cada passo sem confundir nem deixar o usuário inseguro; ele deve ser capaz de se fixar somente no problema que deseja resolver.

As novas IUs, chamadas de *Interfaces Gráficas*, são fáceis de serem usadas, mas também são bem mais complexas. Toda essa sofisticação significa *design*, produção e manutenção inerentemente complexos. Quanto mais detalhadas elas forem, mais ricas serão de *layout* de tela e técnicas de interação e, portanto, mais difíceis de serem criadas e mantidas. Dessa forma, o desenvolvimento de interfaces tem se tornado uma das tarefas mais complexas e caras dentro do processo de desenvolvimento de um sistema interativo [FOLE90].

Com o desenvolvimento do hardware e com o maior conhecimento sobre os fatores humanos e seus impactos no projeto de sistemas, as interfaces evoluiram para se tornarem *orienatadas à janelas*, do tipo "*apontar e escolher*". Surgiu assim, a terceira geração de interfaces, já com o conceito de *desk top* incorporado.

Atualmente está em desenvolvimento a quarta geração de interfaces, que suporta hipertextos e multitarefas, largamente usadas na *World Wide Web.* Mas, para ser de fato poderosa e *amigável*, qualquer interface deve ser projetada com cuidado.

O processo de produção de um software tem seu início quando "*o que se deseja*" é definido, ou seja, quando se estabelece o que se quer produzir. Nessa fase, deve haver uma avaliação que determine se o programa requer uma interface complexa; muitas vezes, dependendo do que se deseja do sistema, uma IU simples pode se revelar tão comunicativa e amistosa quanto uma mais sofisticada. Se uma complexidade for necessária, deve ser muito bem definida. É fundamental portanto, que se determine os requisitos da interface e de todo o sistema.

A Engenharia de Requisitos, sendo uma sub-área da Engenharia de Software, procura sistematizar o processo de definição de requisitos de um software. Essa sistematização é necessária porque a complexidade dos sistemas requer primeiro uma boa compreensão do problema para só então se partir para uma solução. A Engenharia de Requisitos tem por objetivo propor métodos, técnicas e ferramentas que facilitam o trabalho de definição do que se deseja de um software [LEIT95].

## 3. Requisitos Não Funcionais

Os requisitos funcionais descrevem o que o sistema faz, isto é, as funções necessárias para atender os objetivos do sistema.

Os requisitos não funcionais dizem respeito à qualidade do sistema. Descreve as facilidades do sistema e são diretamente ligados a aspectos muito negligenciados da Engenharia de Software, que são os fatores psicológicos. A não consideração desses fatores na análise de requisitos constitui uma das principais razões de uma eventual insatisfação do usuário com relação a um produto. Destacam-se: perfomance, integridade, confiabilidade, segurança, projeto de interfaces e outros [CHUN95] e [YEH84].
Os requisitos não funcionais desejáveis em uma boa interface podem ser agrupados em três categorias: *Requisitos relacionados às interações de modo geral*, *requisitos relacionados à exibição de informação* e *requisitos relacionados à entrada de dados* [PRES92].

### 3.1 Requisitos Relacionados às Interações

**Consistência**
Os menus, comandos de entrada, exibições de informação, e todas as funções de uma interface devem possuir a mesma apresentação visual e o mesmo comportamento, ou seja, devem ser consistentes. A cosistência permite que uma pessoa generalize o conhecimento de um aspecto do sistema para os outros. Reduz a frustação provocada por comportamentos inesperados e logicamente incompreensíveis do sistema. São dadas algumas diretrizes para obter-se consistência [FOLE90]:

- utilizar sempre a mesma codificação.
- mensagens devem ser exibidas sempre na mesma posição lógica.
- itens de menu devem aparecer sempre na mesma posição relativa.
- comandos globais devem estar sempre disponíveis.

As vezes a consistência pode até não ser indicada. Por exemplo, ao arrastar um arquivo para a lata de lixo, este é removido. Mas ao arrastá-lo para a impressora, ele deve apenas ser impresso sem ser deletado. Em situações como esta, fica evidente que fazer o que o usuário considera como sendo o esperado e razoável é mais importante do que simplesmente manter a consistência.

**Feedback**
Em qualquer forma de comunicação, o *feedback* é importante. Quando duas pessoas conversam, elas estão constantemente dando um *feedback* uma a outra através, de gestos, expressões faciais, corporais e outros. Da mesma forma, a interação com o computador requer um *feedback*, só que neste caso, ele deve ser planejado e programado [FOLE90].

O *feedback* pode ser dado basicamente em três níveis:

- *nível de hardware*: cada vez que o usuário manipula um dispositivo de entrada, deve ser gerado imediatamente um *feedback* claro. Exemplo: os caracteres digitados ou movimentos com o mouse devem ser “ecoados” na tela.
- *nível de sequência*: deve ficar claro para o usuário que uma unidade da linguagem de comando (comando, posição, objeto) foi aceita. Exemplo: objetos ou comandos selecionados devem aparecer “realçados”.
- *nível funcional*: deve haver uma indicação de que o computador está trabalhando no problema e que a operação pode ainda demorar um tempo. Exemplo: a ampulheta indicando que a CPU está ocupada. O ideal é que haja alguma indicação de quanto tempo isso durará, pois assim o usuário pode decidir fazer outra coisa durante esse tempo.

Ainda com a terminologia de *feedback*, existem dois conceitos: importantes:

- *domínio do Problema*: relaciona-se com os objetos que estão sendo manipulados: sua aparência, posição, existência. Ele é necessário quando o usuário só consegue ver na tela parte do documento ou desenho. Exemplo: uma barra de rolamento indica qual parte do documento está sendo examinada.
- *domínio do Controle*: relaciona-se com os mecanismos de controle do sistema interativo: status, valores correntes e valores default, menus, caixas de diálogos. Ele é importante para indicar os valores correntes. Exemplo: o estilo de linha em um software de desenho pode aparecer com a marca "x" indicando o estilo correntemente setado.

**Prevenção de Erros**

Os requisitos de um sistema estão intimamente ligados aos seus objetivos e a preocupação da Engenharia de Requisitos é fazer com que esses objetivos estejam definidos da melhor maneira possível [LEIT95].

Um dos objetivos de uma boa interface é evitar que seus usuários cometam erros. Uma IU bem projetada deve ser construída de tal forma que não permita o usuário escolher uma opção inválida para só depois apresentar uma mensagem de erro. Para isso, ela deve atender certos requisitos relacionados à prevenção de erros. Alguns se encontram abaixo relacionados [FOLE90]:

- inibir itens do menu que não podem ser selecionados no estado corrente do sistema. (Exemplo: não permitir a seleção das opções *Delete, Copy* quando não houver nada para ser removido ou copiado).
- não permitir a troca da fonte dos caracteres quando o objeto selecionado não for um texto nem a seleção de um comando para suavização de curvas quando não se tratar de uma curva.

Os exemplos acima são todos exemplos de *sensibilidade ao contexto*: a interface oferece ao usuário apenas os comandos válidos no contexto ou modo corrente. Nesses casos, o sistema deve inibir as opções inválidas indicando isso ao usuário; essa indicação pode ser uma alteração na cor dos comandos (opções), fazendo, por exemplo, com que comandos permitidos aparecem com uma determinada cor e comandos não permitidos (inibidos) com outra.

**Tratamento de Erros**

Todos cometem erros. Uma boa interface tem que ser capaz de permitir sua correção o mais rápido possível; isso torna as pessoas mais produtivas e elas se sentem encorajadas a explorar o sistema, o que é uma maneira bem eficiente de se aprender as características do programa [FOLE90]. Basicamente existem dois tipos de erros: o *funcional* e o *sintático*.

1. O erro *sintático* se dá quando uma sequência de comandos (ou um único comando) é fornecida com parâmetros ou nomes errados; nesse caso, deve existir uma mensagem informativa e clara.
2. O erro *funcional* é o mais grave; ocorre quando um comando é acionado por engano gerando resultados antecipados ou inesperados. Existem quatro maneiras de se tratar este tipo de erro:

- *Undo*: permite que o usuário reverta os resultados de um comando. O próprio *undo* é um comando, assim dois *undos* consecutivos, resultam que o segundo cancela o primeiro e o sistema retorna ao estado inicial. A implementação do *undo* pode ser *single-level* ou *multi-level*. No *multi-level* é necessário que exista também o comando *redo*; os comandos prévios são armazenados em uma pilha (o *undo* e o *redo* não).
- *Abort*: permite que o usuário cancele um comando durante sua execução e o sistema retorne ao estado inicial.
- *Cancel*: permite que o usuário cancele um comando antes dele ser acionado.
- *Correct*: permite que o usuário corrija um comando antes de sua execução.

**Níveis de Habilidade e Comportamento Humano**

É aconselhável que uma interface possa ser usada tanto por usuários com muita experiência como por aqueles que a estão utilizando pela primeira vez. Menus, formulários e *prompts* são excelentes ferramentas para os principiantes, pois os ajudam a perceber o que o sistema está querendo. Mas tais facilidades muitas vezes se tornam lentas para os mais experientes que em geral preferem o uso de teclas de função e comandos pelo teclado, que são mais rápidos. Uma interface bem projetada deve permitir ambas formas de entrada de comandos. Técnicas de interação mais rápidas que repõem as mais lentas são chamadas de *aceleradores* [FOLE90].

O processo de produção de um software é um fator fortemente dependente do fator social. Os softwares são desenvolvidos dentro de um contexto social, quer seja aquele no qual os clientes são os principais atores, como também aquele no qual a própria equipe de desenvolvimento atua. O tipo de formação e o meio social do conjunto de usuários do sistema são fatores que não podem deixar de serem considerados [LEIT95]. Para criar um produto que de fato possa ser usado por um grupo de pessoas, deve-se identificar e compreender esse grupo. Para isso deve-se descrever como as pessoas realizam suas tarefas, o que elas pensam sobre seus ambientes de trabalho, e a que tipo de imposições e limites estão sujeitas [APPL92]. Uma interface completamente aceitável por um engenheiro pode se revelar inadequada para outra pessoa sem as mesmas qualificações. Da mesma forma, uma interface usada facilmente por um mecânico de carros para diagnosticar os problemas de um automóvel pode ser muito complexa para um físico ou matemático [PRES92].

Variações de personalidade e comportamento também influem no êxito de um sistema. Cada usuário possui uma personalidade única. Na maioria dos casos, a personalidade de uma pessoa está intimamente ligada ao seu estilo cognitivo. Uma interface usada por duas pessoas com formações semelhantes, porém diferentes personalidades, pode ser *amigável* para uma e não para outra. Portanto, uma IU ideal deveria ser projetada para acomodar as diferentes personalidades ou então, deveria ser projetada para acomodar uma personalidade *típica* entre as classes de usuários finais [PRES92].

**Percepção Humana**

A interface estabelece uma interação do homem com o computador através de um meio visual. O olho humano, juntamente com o cérebro, recebem e interpretam a informação visual com base no tamanho, forma, cor e outras características. Uma especificação adequada da comunicação visual é o elemento chave para obtenção de uma interface *amigável* [PRES92].

Apesar da forte tendência de se utilizar elementos gráficos no projeto de telas, ainda existe muita informação na forma textual. A leitura ainda constitui uma atividade essencial em muitas sistemas. O tamanho do texto, tipo de fonte, comprimento de uma linha, letras maiúsculas/minúsculas, localização e cor são fatores que afetam diretamente a facilidade com a qual a informação é percebida.

Uma série de informações (comandos, sequências de operações, alternativas etc.) precisam ser armazenadas pelo usuário. A memória humana é um sistema extremamente complexo formado por duas partes: *memória de curta duração* (*STM - short-term memory*) e *memória de longa duração* (*LTM - long-term memory*) [KLAT80]. Os inputs sensoriais (visuais, auditivos e táteis) são armazenados na memória de curta duração e o conhecimento na de longa duração. Um bom sistema não pode possuir uma interface que exija do usuário um uso excessivo da STM e/ou da LTM.

A maioria das pessoas, diante de um problema, aplica uma série de heurísticas (diretrizes, regras e estratégias) baseadas na compreensão de situações do mundo real. Assim, uma boa interface deve permitir que seu usuário interaja com ela através de heurísticas consistentes.

**Metáforas**
Deve-se aproveitar o conhecimento que o usuário possui a respeito do mundo que o cerca; o uso de metáforas que envolvam idéias já familiares torna a interação mais intuitiva e menos hostil [APPL92]. Um bom exemplo é a metáfora, adotada em muitos sistemas, da "mesa de trabalho" (*desktop*), usadas nas interfaces tipo *Macintosh* e *Windows*. A tela do computador é imaginada como uma mesa de trabalho, sobre a qual o usuário coloca seus documentos, ferramentas de trabalho e outros.

**Minimização de Carga de Memória**
As IUs devem reduzir ao máximo o esforço necessário pelo usuário para memorizar seus aspectos; deve usar comandos mneumônicos e, sempre que possível, permitir a manipulação de ícones [FOLE90].

Sendo os signos (ícones, comandos textuais etc.) os elementos essenciais de uma tela, eles devem ser bem produzidos. Durante todo processo de desenvolvimento, deve ser mantida uma preocupação com a escolha e *design* dos signos de modo que eles não induzam dúvidas e tornem a interface a mais poderosa possível. Os ícones escolhidos devem expressar bem seus objetivos; os nomes de comandos não devem ser longos, pois além da dificuldade de serem memorizados, ocupam muito espaço de tela [PRES92].

**Eficiência no diálogo, movimento e pensamentos**
As combinações de teclas devem ser minimizadas. Durante o projeto do layout da tela deve ser levada em consideração a distância que o *mouse* deve percorrer entre dois *picks*. O usuário, se possível, nunca deve encontrar uma situação em que ele fique em dúvida sobre o significado de alguma coisa [PRES92].

**Classificação Funcional dos Comandos**
Os objetivos, diretamente ligados aos requisitos funcionais, definem o que o sistema deve fazer, isto é, as ações que determinam os comandos que o sistema precisa suportar. Porém, no que diz respeito à qualidade do sistema, os comandos/ações devem ser organizados de acordo com sua função; menus *pull-down* devem ser usados no projeto pois otimizam essa tarefa. Por exemplo, abaixo da opção *Editar* do menu, devem ser posicionados todos comandos relacionados à tarefa de edição.

## 3.2 Requisitos Relacionados à Entrada de Dados

Muito tempo de trabalho é gasto com a escolha de comandos, digitação de dados e outros *inputs*. As seguintes diretrizes tornam a interface mais poderosa no que diz respeito à entrada de dados [PRES92]:

- Minimizar o número de ações necessárias para entrada de dados, reduzindo a tarefa de digitar.
- Manter uma consistência entre a informação exibida e o dado entrado.
- Permitir que o usuário "*customize*"seus comandos e mensagens.
- A interação deve ser flexível e voltada ao modo preferencial de entrada de dados do usuário.
- Os comandos não válidos em determinado contexto devem ser inibidos.
- Permitir que o usuário controle o fluxo interativo; ele deve ser capaz de pular ações consideradas desnecessárias, alterar a ordem das ações e tratar os erros sem precisar sair do programa.
- Fornecer um *help* para toda ação de entrada.
- Eliminar inputs "*mickey mouse*", ou seja, não deve ser exigido que o usuário especifique as unidades (elas devem ter um default), como por exemplo, a digitação de zero (.00) após a casa decimal. Não deve ser preciso digitar qualquer informação que possa ser entrada automaticamente.

### 3.3 Requisitos Relacionados à Exibição da Informação

A informação dada ao usuário não pode ser incompleta, ambígua ou inteligível. Ela pode ser exibida de diversas formas: com textos, imagens, sons, combinações de cores entre outras. As seguintes diretrizes tornam a interface mais eficiente no que diz respeito à informação exibida [PRES92].

- A manipulação direta dá às pessoas a sensação de que estão controlando os objetos representados no computador; o objeto manipulado deve permanecer visível enquanto sobre ele estiver sendo realizada uma operação e o efeito dessa operação deve ser imediatamente notado [APPL92].
- Deve ser mostrada, de forma que possa ser assimilada com facilidade, apenas a informação relevante ao contexto corrente; o usuário não deve ter que ficar procurando no meio de muitos menus, textos, imagens, o que precisa para executar sua tarefa [PRES92] e as mensagens geradas devem ser claras.
- Devem ser usados rótulos consistentes, abreviações padronizadas e cores predizíveis. Não se deve alterar o significado de itens já padronizados. Itens novos não devem ser representados por signos arbitrários; pelo contrário, devem ser cuidadosamente escolhidos de modo que seus significados sejam claros [APPL92].
- Se possível, devem ser utilizadas janelas distintas para mostrar informações de diferentes tipos, mas usar o espaço da tela de modo eficiente. Quando forem mostradas várias janelas, pelo menos uma parte da janela tem que poder ser vista.
- A informação deve ser exibida em telas que sejam mais facilmente assimiladas com a forma de representação. Por exemplo, se fosse usado um formato numérico para representar a temperatura em um tanque de óleo de uma refinaria, essa representação certamente teria pouco impacto. No entanto, se fosse exibido um termômetro que mudasse de cor com a variação da temperatura, o usuário obteria uma informação absoluta e precisa.
- A combinação de cores deve ser cuidadosamente escolhida [JACK94] e [MARC87].

## 4. O Uso de Cores em Interfaces com o Usuário

A cor é um componente que merece um estudo especial quando se trata de comunicação. É um fator que pode exercer forte influencia na vida diária de uma pessoa, interferindo nos sentidos, emoções e intelecto [MARC87]; pode portanto, ser usada deliberadamente para se atingir objetivos específicos. Um projetista de interface deve lançar mão desse poder que o uso de cores exerce no estado de espírito dos seres humanos. O uso apropriado de cores pode resultar em uma rápida e correta assimilação da informação. Seu impacato na eficácia da interface depende da relevância de seu uso para a execução de uma tarefa e da situação e ambiente onde a tarefa ocorre [SMIT87_A].

Como muitas vezes age no inconsciente de uma pessoa, é um parâmetos que deve ser muito bem compreendido; seu uso incorreto pode trazer resultados indesejáveis que nem chegam a ser notados. Estudos feitos provaram que o seu uso não apropriado pode aumentar muito o tempo de reposta de um usuário [KEIS81], [MURC84] e [TAYL84].

É importante que os sistemas tenham um padrão *default* de cores para suas telas, escolhido de forma a dar ao usuário o melhor desempenho e conforto diante do sistema. As cores adotadas no *default* devem portanto ser cuidadosamente selecionadas de modo a não provocarem reações indesejáveis.

O fato de se fornecer um padrão recomendado não significa que o usuário não possa alterar a combinação de cores. Uma boa interface deve atender as expectativas de seus usuários; esses, por sua vez, esperam poder *customizá-las*, isto é, colocá-las com a aparência que desejem [SMIT87_B]. Isso implica que uma interface bem projetada deve permitir que uma pessoa tenha liberdade de

escolher seus aspectos visuais, entre eles, suas diversas cores. As interfaces onde seleções de cores são viáveis, baseiam-se em um modelo de cores.
O uso de cores em interfaces permite [JACK94] e [MARC87]:

- mostrar as coisas conforme são vistas na natureza
- representar associações simbólicas
- chamar e direcionar a atenção
- enfatizar alguns aspectos da interface
- determinar um estado de espírito
- auxiliar na identificação de estruturas e processos
- diminuir a ocorrência de erros
- tornar uma interface mais fácil de ser memorizada

Por se tratar de um recurso tão poderoso, o usu de cor deve ser feito com cautela. Ao se preparar um padrão, deve-se tomar os seguintes cuidados [JACK94] e [MARC87]:

- uma ecolha não adequada de cores pode interferir na legibilidade da interface
- as cores podem apresentar caraterísticas distintas em condicões diferentes
- as cores devem ser selecionadas de modo a não causarem fadiga nos olhos do usuário e nem deixá-lo confuso
- o grupo de usuários do futuro sistema deve ser analisado; as mesmas cores podem ser associadas a situações distintas por diferentes comunidades.
- alguns elementos da tela são agrupados com as mesmas cores; deve-se tomar um cuidado para não se agrupar elementos que não possuem nenhuma relação entre si de modo a não induzir o usuário a conclusões erradas.

Ao se escolher um conjunto de cores, deve-se ter em mente que uma cor específica é afetada pelo ambiente que a circunda; as diversas cores em uma interface interagem umas com as outras: cores de frente são afetadas pelas de fundo e assim por diante. Isso siginifica que o critério para selecionar as cores não pode basear-se apenas em conceitos estéticos; deve considerar também como elas irão interagir entre si [MARC87].

## 4.1 Associações e Escolha de Cores

Naturalmente as pessoas associam cores a diversas situações de suas vidas. Com base nessa propriedade, faz-se uso de cores para indicar condições diversas: perigo, atenção, qualidade de alimentos, acidez e alcalinidade em experimentos químicos e outras. Essas associações, dependem de diversos aspectos: geográficos, culturais, idade.

No que diz respeito aos fatores geográficos, essas associações preferenciais podem facilmente ser identificadas na preferência por certas cores. De um modo geral, as pessoas de lugares tropicais gostam mais de cores saturadas e com brilho; já os moradores de regiões mais temperadas possuem um tendência para cores sombrias. Isso deve-se ao fato de serem essas as cores que elas estão mais acostumadas a ver no seu habitat natural.

Um exemplo de associação dependente de aspectos culturais é a cor branca: No ocidente ela é associada com pureza e alegria, sendo muito usada por noivas no dia de seu casamento. No oriente, é a cor da morte e dor, sendo o vermelho a cor convencional para o vestido de noiva.

O parâmetro idade é perceptível nas crianças. Apesar de muitos pais estimularem o uso de cores pastéis, as crianças pequenas em geral são atraídas por cores vivas, principais cores de seus brinquedos. Os adolescentes muitas vezes rejeitam o uso de cores e optam por preto, provavelmente como uma forma de chocar. A medida que envelhecem, muitas pessoas vão passando a preferir cores mais neutras. Aqui o fator cultural provavelmente também seja responsável por essa mudança; convencionou-se que idosos ficam melhor em cores neutras.

O *design* de interfaces pode tirar benefício dessas associações com as cores. Se um sistema destina-se a um grupo de uma região ou de uma idade particular, a escolha da cor das telas deve levar em considerações tais aspectos pois pode ser um fator importante na aceitação do sistema [JACK94]. Por exemplo, softwares desenvolvidos especialmente para crianças, se forem feitos com cores vivas, terão mais chnaces de serem bem aceitos do que se forem usadas cores pastéis.

## 4.2 O Uso de Cores Acromáticas nas Interfaces

As cores acromátias são os vários tons de cinza, situados entre o branco e o preto. Não exibem nenhuma matiz, pois a luz que refletem não gera nenhum sinal da retina de diferente cor. Um preto perfeito absorve toda energia luminosa incidente enquanto um branco perfeito reflete toda luz, mas tais cores raramente são encontradas completamente puras.

### Branco

A cor branca é a chave para o julgamento de cores; é usada pelo olho para determinar o conteúdo espectral de um iluminante. É a cor que possui a maior leveza ao atrair a atenção para um fundo escuro. Uma interface com o fundo branco fornece a máxima legibilidade para um texto escuro, mas seu intenso brilho pode causar problemas ao se olhar para ela por um período prolongado; áreas extensas de branco geralmente resultam em um brilho que dilui as cores exibidas. Deve-se evitá-la também nos cantos da interface devido à sensibilidade do olho para *flicker* no campo visual periférico. Para a reprodução de imagens, recomenda-se uma margem estreita (com uma largura próxima a 5 mm) de modo a estabelecer a referência branca para um melhor julgamento da aparência da cor [JACK94].

| ***Associações do Branco*** | |
|---|---|
| **Positivas** | **Negativas** |
| Neve | Frio |
| Pureza | Hospital |
| Inocência | Vulnerabilidade |
| Paz | Palidez fúnebre |
| Leveza | Rendição |
| Limpeza | Esterilidade |

### Preto

A cor preta age como um estimulante para as demais cores e se harmoniza bem com todas elas. Apesar de muitas conotações emocionais negativas, sua conformidade e anatomia indiferenciada fazem dela um padrão para várias situações: traje para noite (tuxedos, black tie), roupa de anarquistas e fascistas (camisetas pretas), grupo de adolescentes (camiseta preta).

Objetos brilhosos aparentam ser mais escuros do que objetos foscos e as superfícies pretas, geralmentam se tornam mais negras à medida que o nível de iluminação aumenta. Contrastes simultâneos fazem com que um contorno preto torne áreas coloridas mais claras e amplas.

Nos dispositivos de vídeo, o preto é a cor natural de fundo (nenhum sinal chega), mas é diluída pela luz ambiente. Ela fornece um bom contraste com as cores brilhosas. Quando não está sendo usada como fundo, se torna mais legível quando em contraste com fundos claros, apesar de ser necessário o uso de fontes em “negrito” quando se usa texto negro em um fundo branco (o inverso não). Linhas pretas são bem eficientes ao se separar áreas coloridas através de um aumento da fronteira de contraste.

Para uma boa reprodução de imagens, é desejável ter-se um preto sólido de modo a estabelecer o limite da variação tonal.

| *Associações do Preto* | |
|---|---|
| **Positivas** | **Negativas** |
| Noite | Medo |
| Carvão | Vazio |
| Poder | Morte |
| Estabilidade | Segredos |
| Formalidade | Anonimato |
| Solidez | maldição |

**Cinza**

O cinza é uma cor que reduz as conotações emocionais. Combina bem com todas as cores, as quais por sua vez apresentam seu colorido máximo quando contrastando com cinza escuro.

Pode ser obtida através da mistura de branco e preto ou de cores complementares; pode também ser gerada através da mistura ótica de pontos adjacentes com intensa cor, como no caso de um monitor de vídeo, o que provoca um tom de cinza mais vibrante do quando se trata de um cinza uniforme.

As cores acromáticas são as mais indicadas para o fundo das interfaces; o branco não aconselhado devido ao *flicker* e ao seu brilho intenso. O preto também não é a melhor opção pois as cores podem parecer "penduradas no ar". O cinza é uma boa cor de fundo para a maioria das interfaces pois estabelece um nível intermediário de adaptação; minimiza o contraste entre a cor mais escura e a mais clara da cena, amortecendo o choque visual ao se passar de uma para outra [JACK94]. Mas apesar de ser uma cor adequada, percebe-se que não é muito usada em softwares de sucesso. Provavelmente devido ao fato de ser mais "agradável" olhar-se para uma tela cromática. Percebe-se que o *default* da maioria dos softwares comerciais apresenta um fundo com uma cor cromática, porém sempre com baixo brilho. O brilho tem relacão com a noção cromática de intensidade: quanto mais baixo o brilho (menor a intensidade de luz), mais cinza existe na cor; brilho é o intervalo do preto ao branco [FOLE90].

## 4.3 O Uso de Cores Cromáticas nas Interfaces

### 4.3.1 Cores Quente e Frias

As matizes de cores podem ser divididas, com base associação com o frio ou calor em *cores quentes* e *cores frias*.

1. *Cores Quentes*: amarelo, laranja, e vermelho.
2. *Cores Frias*: azul, turquesa e violeta.

As cores acromáticas, branco, cinza e preto, podem adquirir o caráter quente ou frio; basta uma pequena alusão à uma cor.

O verde e o magenta são consideradas *cores marginais*, isto é, seu caráter depende da cor que esteja ao redor: se for uma cor fria, aparentam "quentes", se for uma cor quente, aparentam "frias".

As cores usadas em um ambiente podem ter uma forte influência no humor e, o mesmo pode ser dito no que diz respeito às interfaces. As cores quentes são estimulantes enquanto as frias relaxantes [JACK94]. As cores quentes são mais efetivas quando se deseja chamar a atenção. Para tornar um ambiente harmonioso, os artistas em geral criam um equilíbrio na composição de um ambiente ao contrastarem cores quentes com frias. Esse mesmo princípio pode ser aplicado às interfaces, tornando-as mais agradáveis [MARC87].

### 4.3.2 Considerações sobre Algumas Cores Cromáticas

**Vermelho**

É a cor com o maior impacto emocional universal, provavelmente devido à sua associação com o sangue e o fogo, portanto com a guerra. Seu significado simbólico varia com diferentes culturas: na Inglaterra simboliza a "realeza"; nos EUA denota "perigo", na China representa "revolução"; na India, "casamento".

A cor vermelha é uma das três cores primárias usadas nos dispositivos de vídeo RGB. Mostra-se muito eficiente quando usada nas interfaces para sinalizar algum perigo ou chamar a atenção, como por exemplo, bordas vermelha de sinais de advertência são rapidamente percebidas. Mas seu uso deve ser evitado em áreas amplas ou para a cor de fundo; trata-se de uma cor dominante e agressiva que chama muito a atenção.

| *Associações do Vermelho* | |
|---|---|
| **Positivas** | **Negativas** |
| Vitória | Sangue |
| Paixão | Guerra |
| Amor | Fogo |
| Força | Perigo |
| Energia | Raiva |
| Sexualidade | Satã |

**Amarelo**

O amarelo é uma cor incandescente com grande qualidade acolhedora. Sua associação imediata com o sol faz com que ela simbolize a vida e o calor.

Nos terminais RGB essa cor é produzida pela combinação de vermelho e verde e, em geral, preferencialmente de baixa saturação. Por ser a mais clara de todas as matizes é um bom indicador de atividade: é a cor adequada para indicar a janela ativa ou, como pode ser observardo em diversas *home pages*, para o ícone que representa uma página em construção. Não deve ser usada para cor de texto a não ser com fundo preto ou azul escuro [JACK94].

| *Associações do Amarelo* | |
|---|---|
| **Positivas** | **Negativas** |
| Sol | Covardia |
| Verão | Traição |
| Serenidade | Ciúmes |
| Ouro | Risco |
| Colheita | Doença |
| Inovação | Loucura |

**Verde**

O verde é uma cor intimamente ligada à natureza; é a cor da vegetação e se tornou a marca dos movimentos ambientalistas. O idéia tradicional de que a plantação significa uma certa estabilidade resultou na associação do verde com o sentimento de segurança.

Acredita-se que ambientes com um tom de verde claro promovam um estado de paz na mente mas, já está provado, que verde em excesso pode resultar em uma aparência doentia.

- olho humano é mais sensível aos comprimentos de onda próximos ao amarelo-verde. Assim, essa é a cor mais visível das três cores primárias dos terminais RGB, sendo muito propícia quando se deseja passar rapidamente uma informação. Um bom contraste no canal verde é fundamental para uma nítida legibilidade do texto. É a cor recomendada quando se deseja informar que está tudo normal.

| *Associações do Verde* | |
|---|---|
| **Positivas** | **Negativas** |
| Vegetação | Decadência |
| Natureza | Inexperiência |
| Primavera | Inveja |
| Fertilidade | Ganância |
| Esperança | Fuga à realidade |
| Segurança | Má Sorte |

**Azul**
Por ser a cor do céu e mar, o azul surgere ar, espaço e profundidade. É uma cor fria e suave, a mais tranquila de todas; tem uma grande capacidade de relaxar e tranquilizar as pessoas. Fornece um bom fundo para cores vívidas. É a cor mais preferida pela moda, em qualquer circunstância social (desde os velhos blue jeans até os ternos de negócios). Simboliza autoridade e espiritualidade, sendo a cor mais amplamente usada nas bandeiras nacionais, mostrando assim, o desejo de unidade e estabilidade.

É uma das três primárias dos terminais de vídeo. Como o olho humano é menos sensível aos comprimentos de onda do azul, o azul é uma cor difícil de ser focalizada e de se obter um bom contraste; não deve assim nunca ser usado para texto nem detalhes finos. É uma excelente cor para o fundo, principlamente porque pode-se tirar proveito de sua qualidade de expansão e profundidade infinita [JACK94].

| *Associações do Azul* | |
|---|---|
| **Positivas** | **Negativas** |
| Céu | Frio |
| Mar | Depressão |
| Espiritualidade | Melancolia |
| Estabilidade | Obscenidade |
| Paz | Mistério |
| Unidade | Conservadorismo |

## 4.4 Ilusões Relacionadas com Cores

Aberrações cromáticas fazem com que comprimentos de onda distintos sejam focalizados em diferentes planos dentro do olho. Para a maior parte das pessoas, as cores vermelhas parecem se encontrarem mais próximas do observador do que as cores azuis.

Em pintura, existe uma técnica chamada *perspectiva aerial*, na qual se pinta objtos distantes (como montanhas) de azulado devido à absorção da cor amarela ou vermelha pela umidade atmosférica. Tal técnica pode ser aplicada à interfaces: o uso de um azul não saturado mostra-se uma boa escolha para uma cor de fundo de tela (em decoração, tal cor provoca uma impressão da maior altura ou profundidade de uma sala), permitindo que os demais elementos da tela apareçam com mais destaque [JACK94].

## 4.5 Memória para a Cor

- Estudos feitos mostram que, independente do tipo de informação (números, palavras, tons misicais, cores …), a maioria das pessoas só consegue se lembrar de listas com no máximo mais ou menos sete itens. Nas interfaces onde se usa cores para identificar categorias distintas de informações, não se deve usar mais do sete cores ao mesmo tempo.
- A memória humana para cores específicas é pobre: não se consegue dizer se duas cores são iguais a não ser que colocadas lado a lado. Se separadas por uma distância, deve-se levar em consideração as diferentes condições de visualização e os diferentes contornos e, se separados pelo tempo, é possível apenas se adivinhar se se trata de duas cores iguais.

- As cores, de um modo geral, são recordadas mais "coloridas" do que de fato são: as cores claras são lembradas como sendo mais claras e as escuras como mais escuras do que as originais [JACK94].

## 5. Pesquisas Futuras

Todo software é projetado com a finalidade de satisfazer as expectativas de um conjunto de usuários, sendo portanto fundamental que se conheça bem como essas pessoas realizam suas tarefas, o que elas pensam sobre seus ambientes de trabalho, e a que tipo de imposições e limites estão sujeitas [APPL92].

A interface com o usuário, permite a comunicação do usuário com o sistema; se bem definida, pode ser responsável pelo bom desempenho do usuário ao usar um aplicativo, mas se mal projetada, pode se transformar em um dos principais motivos pelo fracasso e frustação das pessoas. Apesar de já existirem muitos subsídeos que auxiliam a definir os requisitos de um projeto de uma boa interface, verifica-se na prática que grande parte dos usuários sente-se frustada ao usar um sistema.

Parte dessa frustação deve-se ao fato de que, na realidade, cada pessoa cria expectativas diferentes com relação a um sistema. Para de fato ser bem aceito, um aplicativo deve ser capaz de permitir que os usuários usem todos ou parte de seus recursos, de diferentes formas, isto é, o usuário deve poder escolher o que deseja usar.

Para viabilizar essa potencialidade, lança-se mão da programação orientada a objeto, cujo conceito de *classes* permite a implemantação de dados abstratos e a herança auxilia o reuso e a adaptação de blocos que não atendem aos requisitos desejados [PREE95].

A idéia de tal enfoque é a de encontrar abstrações bem adequadas, chamadas de *classes abstratas*, para as classes concretas. As bibliotecas de classes, conjunto de classes abstratas e classes concretas, forma a base dos *frameworks*, estruturas básicas (esqueleto) reutilizáveis da aplicação.

Se o conjunto de classes abstratas e concretas consiste de um sistema de software genérico para um determinado domínio de uma aplicação, tem-se um *framework da aplicação (application framework)*. As aplicações desenvolvidas com base em tais *frameworks* são construídas através de uma customização das classes e são muito úteis no desenvolvimento de interfaces gráficas com o usuário (GUI). Elas reutilizam seu código e seu *design*, facilitando a extensibilidade e o reuso.

A fim de tornar as interfaces mais poderosas, capazes de atender a todas expectativas do usuário, isto é, oferecer diferentes níveis de funcionalidade de acordo com a necessidade de cada pessoa, pesquisas precisam ser desenvolvidas de modo a permitir que um *framework* possa ser instanciado de modo a atender a dois tipos de clientes: um que conhece orientação a objeto, sendo assim capaz de construir novas bibliotecas de classe e outro cliente que nao tem nenhum conhecimento técnico e deseja apenas usas algumas funções do sistema.

## 6. Conclusões

O software deve ser encarado como um produto, requerendo assim um elevado nível de qualidade. A interface com o usuário, permite a comunicação do usuário com o computador (e quando visto sob a perspectiva do meio, com os projetistas da aplicação) para realizar suas tarefas. Pode-se assim afirmar que a decisão em utilizar ou não o sistema está diretamente relacionada com o quão à vontade o usuário se sente diante da IU. Vários são os fatores necessários para se obter comunicação de qualidade; é fundamental que haja, no diálogo, simplicidade, clareza, consistência, integridade, confiabilidade.

A interface pode se tornar a grande responsável pelo bom desempenho do usuário ao usar um sistema da mesma forma, se mal projetada, pode se transformar em um dos principais motivos pelo fracasso e frustação das pessoas. Para garantir o sucesso, é fundamental que se defina exatamente o que se deseja de um sistema identificando-se os fatos que compõem os seus requisitos. Por descreverem as facilidades de um software, os requisitos não funcionais, entre os quais os envolvidos no projeto de interfaces, não podem ser deixados de lado.

É importante que, cada vez mais, se conscientize da importância da Engenharia de Requisitos; seu papel é fazer com que os objetivos de um sistema e suas interfaces sejam definidos da melhor forma possível, de modo a garantir o sucesso do desenvolvimento e posterior uso do software como um produto: uma pessoa escolhe sempre o produto que melhor lhe satisfaz, levando em conta fatores como custo, facilidade de uso, qualidade do produto e outros.

A interface, poderoso veículo de comunicação entre pessoas e sistemas, é o meio através do qual usários enviam mensagens para os programas, recebem e interpretam mensagens provenientes da ou através da aplicação. É por seu intermédio que diariamente circulam textos, artigos, idéias e propagandas; seus aspectos visuais devem devem garantir que a informação tranmitida não seja incompleta, ambígua ou inteligível.

A cor é um componente que pode exercer forte influência na vida diária de uma pessoa, e merece uma atenção especial quando se trata de comunicação. Por ser capaz de interferir nos sentidos, emoções e intelecto, pode ser usada para se atingir objetivos específicos. Assim, pode ser deliberadamente usada nas interfaces para torná-la mais fácil de ser usada e atraente.

Seu uso deve ser feito com cuidado, pois se usadas de forma não apropriada, podem causar resultados desastrosos. Como muitas vezes age no inconsciente de uma pessoa, é um parâmetos que deve ser muito bem compreendido; seu uso incorreto pode trazer resultados indesejáveis que nem chegam a ser notados. Sem mesmo perceber, uma pessoa pode simplesmente rejeitar um sistema por questão de não adequação às cores empregadas.

Essa combinação adequada de cores deve ser selecionada no momento de se desenvolver um padrão *default* para o sistema. Porém como as associações de cores são dependentes de diversos fatores, como idade, cultura e outros, o *default* não será necessariamente o mais indicado. É essencial que o sistema permita ao usuário alterar esse *default*. Uma boa interface deve atender as expectativas de seus usuários; esses, por sua vez, esperam poder *customizá-las*, isto é, colocá-las com a aparência que desejem. Isso implica que uma interface bem projetada deve permitir que uma pessoa tenha liberdade de escolher seus aspectos visuais, entre eles, suas diversas cores.

É importante destacar a importância de se sistematizar o processo de definição de requisitos de um software, em especial os requisitos não funcionais, que descrevem as facilidades do sistema. Por serem diretamante ligados aos fatores psicológicos, aspectos muito negligenciados da Engenharia de Software, costumam não serem analisados. A não consideração desses fatores na análise de requisitos constitui uma das principais razões de uma eventual insatisfação do usuário com relação a um produto.

Para finalizar, a fim de tornar as interações mais amigáveis, deixando o usuário final satisfeito, deve-se desenvolver alguns estudos que permitam que uma interface ofereça diferentes níveis de funcionalidade de acordo com a necessidade de cada pessoa.

## 7. Referências Bibliográficas

[APPL92] - Apple Computer,Inc: *Macintosh Human Interface Guidelines* - Addison-Welwy Company - 1992.
[CHUN95] - Chung, L., Nixon, B. A. & Yu, E.: *Using Non-Functional Requirements to Systematically Support Change* - Proceedings of the Second IEEE International Simposium on Requirements Engineering, IEEE Computer Society Press - 1995
[DOUG96] - Douglas, S., Kirkpatrick,T.: "*Do Color Models Really Make a Difference*" - Human Factors in Computing Sytems - Conference Proccedings - 1996
[LEIT95] - Leite, J. C. S. P.: *Engenharia de Requisitos* - Notas de Aula da Disciplina "Engenharia de Requisitos" - Deptº. de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - 1995
[FOLE90] - Foley, J. D., Dam, A. V., Feiner, S. K. & Hughes, J. F. *: Computer Graphics - Principles and Practice* - Addison - Wesley Publishing Company - 1990.
[JACK94] - Jackson, R., MacDonald L. e Freeman K.: "*Computer Generated Color: A Practical Guide to Presentation and Display"* - John Wiley & Sons. - 1994
[KAMM88] - Kammersgaard, J.: *Four Different Perspectives on Human-Computer Interaction* - International Journal of Man-Machine Studies - 1988.
[KEIS81] - Keister, R. S.: "*Data Entry Perfomance of Color versus Monochromatic Displays"* - Proccedings of the Human Factors Society - 1981
[KLAT80] - Klatzky, R. L.: *Human Memory* - 2nd ed., W. H. Freeman & Co. - 1980.
[MARC86] - Marcus, A.: "*The Ten Commandments of Color"* - Computer Graphics Today - Vol. 3, nº. 10- - 1986
[MARC87] - Marcus, A.: "*Color: A Tool for Computer graphics Communication"* - Color in Computer Graphics nº. 24- SIGGRAPH - 1987
[MORA81] - Moran, T. P.: *The Command Language Grammar: A Representation for the User Interface of Interactive Computer Systems* - Internationl Journal of Man-Machine Studies, vol. 15 - 1981.
[MURC84] - Murch, G. A.: *Human Visual Accomodation and Convergence to Multuchromatic Information Displays"* - Proceedings of NATO Workshop - 1984.
[NORM86] - Norman, D.A.: "*Cognitive Engineering* - User Centered Systems Design, Lawrance Earlbaum Associates -1986.
[PREE95] - Pree, W.: *Design Patterns for Objetc-Oriented Software Development"* Addison-Wesley Publishing Company - 1995.
[PRES92] - Pressman, R. S.: *Software Engineering - A Practioner's Approach* - 3rd ed., McGraw-Hill, Inc. - 1992.
[SMIT87_A] - Smith, W.: "*Computer Color: Psychophysics, Task Application and Asthetics*" - Color in Computer Graphics nº. 24- SIGGRAPH - 1987.
[SMIT87_B] - Smith, W., Farrell, J.E.: "*The Erconomics and Enhancing user Performance with Color Displays*" - Color in Computer Graphics nº. 24- SIGGRAPH - 1987
[SOUZ95_A] - de Souza, C. S.: *The Semiotic Engineering of User Interace Languages* - International Journal of Man-Machine Studies. London. Academic Press - 1995.
[SOUZ95_B] - de Souza, C. S. : *Aspectos Semióticos de Interfaces Gráficas* - Notas de aula da disciplina "Aspectos Semióticos de Interaces Gráficas" - PUC-RIO - 1995.
[TAYL84] - Taylor, R. M.: "*Color Coding in Information Displays: Heuristics, Experience and Evidence for Cartography*"- Proceedings of NATO Workshop - 1984.
[YEH84] - Yeh, R.T., Zave, P., Conn, A.P., Cole Jr., G.E.*: Software Requirements: New Directions and Perspectives* - Handbook of Software Engineering, Vick and Ramamoorthy, Van Nostrand Reinhold Co. - 1984.78