



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

WANIA MARIZA GUEDES

**USABILIDADE DE PAINÉIS DE INSTRUMENTOS:
ESTUDO DE CASO EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Orientadora: Prof^ª Maria Lucia L. Ribeiro Okimoto, Dr^a Eng^a

Curitiba, março de 2006.

Dedico esta pesquisa a todos os envolvidos com painéis de instrumentos, e que de alguma forma têm seu trabalho e desempenho afetado pela usabilidade destes painéis.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que nos guia e permite sonhos, por esta energia e saúde, por esta conquista.

À Universidade Federal do Paraná por ter me acolhido no seu programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica.

À minha orientadora Maria Lucia L. R. Okimoto pela atenção e paciência.

À IMA do Brasil e TMT Motoco do Brasil que permitiram as ausências para o desenvolvimento deste trabalho.

À CNH e ao Centro de Treinamento CNH que nos permitiu o estudo de caso apresentado. Em especial ao Alexandre Dantas e ao professor Iakson que nos recebeu gentilmente na fábrica CNH e Centro de treinamento CNH.

Ao professor Luiz Fernando Barca que orientou no desenvolvimento do método estatístico e que possibilitou as visitas na EFEI, onde pude reviver os tempos de graduação e reencontrar colegas.

À minha família, de modo especial aos meus pais, que sempre me incentivaram e me apoiaram nos momentos difíceis.

Aos meus amigos, que souberam compreender as recusas de convites quando eu me trancava em casa para desenvolver este estudo.

Aos amigos que conheci durante esta pesquisa e que tornaram mais ricas e agradáveis as disciplinas e os trabalhos.

RESUMO

O objetivo principal do estudo "usabilidade de painéis de instrumentos: estudo de caso em máquinas agrícolas" centrou-se no desenvolvimento de um método para análise da usabilidade. Este método baseou-se fundamentalmente na norma ISO9241-11 que se destina a avaliação de usabilidade em software. Desta forma a proposta deste trabalho foi uma adaptação desta norma para o objeto de estudo em questão. No desenvolvimento do método buscou-se detalhamento e simplicidade a fim de atender sua extensão para outros produtos com base na definição dos parâmetros fundamentais para avaliação da usabilidade. Os resultados da avaliação da usabilidade obtidos foram satisfatórios. A aplicação dos testes em duas equipes de diferente atuação sobre o mesmo produto, a colheitadeira CS660, permitiu a avaliação não só das pessoas envolvidas no processo de fabricação mas também do pós-venda.

Palavras-chaves: *display*; painel de instrumentos; *ergonomia* e usabilidade.

ABSTRACT

The main objective of the study "usability of panels of instruments: study of case in agricultural machines" it was centered in the development of a method for analysis of the usability. This method was based basically on norm ISO9241-11 that destines to the evaluation of usability in software. Therefore, the proposal of this work was an adaptation of this norm for the object of study in question. The development of the method offers detailing and simplicity in order to attend its extension for other products through the definition of the basic parameters for the usability evaluation. The satisfactory results of the usability evaluation through the application of the tests in two teams of different performance on the same product, CS660, not only allowed the evaluation of the involved people in the manufacture process but also of the after sale.

Key words: *display*; instrument panel; ergonomics; usability.

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

FIGURA 1	ESTRUTURA DE USABILIDADE	19
FIGURA 2	CLASSIFICAÇÃO DAS NORMAS IHC E USABILIDADE	22
FIGURA 3	QUALIDADE DE SOFTWARE	23
FIGURA 4	A TAREFA DE DIRIGIR.....	29
FIGURA 5	DUPLO EFEITO DE CONTRASTE E MESMA QUANTIDADE DE LUZ REFLETIDA.....	32
FIGURA 6	CONTRASTE PRETO SOBRE O BRANCO.....	32
FIGURA 7	O OLHO	39
FIGURA 8	O PAINEL DE INSTRUMENTOS DA COLHEITADEIRA CS660	73
FIGURA 9	O OPERADOR REALIZANDO A TAREFA NA FASE 1	91
FIGURA 10	SALA DE TREINAMENTO PARA COLHEITADEIRA CS660.....	92
FIGURA 11	O PAINEL DE INSTRUMENTOS.....	93
FIGURA 12	O PAINEL DE INSTRUMENTOS.....	94
FIGURA 13	PASSOS PARA CALIBRAÇÃO	95
FIGURA 14	FLUXOGRAMA DA TAREFA GLOBAL	96
FIGURA 15	AJUSTE LARGURA DA PLATAFORMA	98
GRÁFICO 1	A SATISFAÇÃO PARA GRUPO CONCORDANTE	104
GRÁFICO 2	A EFICIÊNCIA PARA GRUPO CONCORDANTE	105
GRÁFICO 3	A EFICÁCIA PARA GRUPO CONCORDANTE.....	106

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	EXEMPLO DE MEDIDAS DE USABILIDADE.....	21
QUADRO 2	COMBINAÇÕES DE CORES.....	30
QUADRO 3	VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MÉTODOS	51
QUADRO 4	COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS	52
QUADRO 5	SITUAÇÕES RELEVANTES PARA DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE PESQUISA	67
QUADRO 6	PONTUAÇÃO PARA CARACTERÍSTICAS PESSOAIS.....	83
QUADRO 7	DETALHAMENTO DAS AÇÕES DA SUBTAREFA	98
QUADRO 8	DADOS PESSOAIS COLETADOS NA FASE 1 - QUESTIONÁRIO.....	99
QUADRO 9	DADOS PESSOAIS COLETADOS NA FASE 2 - QUESTIONÁRIO.....	99
QUADRO 10	DADOS REFERENTE AOS PARÂMETROS COLETADOS VIA QUESTIONÁRIO	100
QUADRO 11	DADOS PESSOAIS COLETADOS VIA FILMAGEM DA TAREFA.....	100
QUADRO 12	DADOS PESSOAIS COLETADOS VIA QUESTIONÁRIO.....	108
QUADRO 13	RESUMO DOS RESULTADOS.....	109

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS: SATISFAÇÃO	101
TABELA 2	CÁLCULO DA EFICÁCIA.....	102
TABELA 3	CÁLCULO DA EFICIÊNCIA	103
TABELA 4	CÁLCULO DA SATISFAÇÃO PARA GRUPO CONCORDANTE	104
TABELA 5	CÁLCULO DA EFICIÊNCIA PARA GRUPO CONCORDANTE.....	105
TABELA 6	CÁLCULO DA EFICÁCIA PARA GRUPO CONCORDANTE	106
TABELA 7	CÁLCULO DA CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS DO GRUPO CONCORDANTE	107
TABELA 8	TESTE SOBRE O COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO PARA O GRUPO CONCORDANTE	107
TABELA 9	DADOS COLETADOS PARA GRUPO NÃO CONCORDANTE	108
TABELA 10	CÁLCULO CORRELAÇÃO ENTRE DADOS PESSOAIS E PARÂMETROS DO GRUPO NÃO CONCORDANTE.....	109
TABELA 11	TESTE SOBRE O COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO PARA O GRUPO NÃO CONCORDANTE.....	109

SUMÁRIO

ABSTRACT	5
LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS	6
LISTA DE QUADROS	7
LISTA DE TABELAS	8
1 AS DIMENSÕES DO ESTUDO	12
1.1 O PROBLEMA	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
1.3 HIPOTESES.....	13
1.4 JUSTIFICATIVA	13
1.5 MÉTODO DE PESQUISA	15
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	16
2 FUNDAMENTOS DA USABILIDADE	17
2.1 DEFINIÇÕES E CONCEITO.....	20
2.2 A INTERAÇÃO HOMEM MÁQUINA	24
2.3 A TAREFA DE DIRIGIR	28
2.4 A PERCEPÇÃO	32
2.5 O ASPECTO COGNITIVO	34
2.6 O <i>DESIGN</i> DA INFORMAÇÃO	36
2.7 A VISÃO.....	37
2.7.1 Acuidade Visual	38
2.8 MÉTODO PARA A AVALIAÇÃO DE USABILIDADE	40
2.8.1 Avaliação de Usabilidade.....	40
2.8.2 Pesquisa Sobre os Métodos de Avaliação da Usabilidade.....	41
2.8.3 Comparação entre Métodos Propostos para Avaliação da Usabilidade.....	52
2.8.4 Determinando as Medidas de Usabilidade	52
2.9 CONCLUSÕES	57
3 MÉTODO PROPOSTO PARA A AVALIAÇÃO DA USABILIDADE	60

3.1 AS TÉCNICAS DE PESQUISA EMPREGADAS NO MÉTODO PROPOSTO PARA A AVALIAÇÃO DE USABILIDADE.....	60
3.1.1 A Pesquisa Bibliográfica	60
3.1.2 A Pesquisa De Campo.....	61
3.1.3 A Entrevista.....	62
3.1.4 O Questionário.....	64
3.1.5 O Estudo de Caso.....	66
3.1.6 As Escalas e a Operacionalização das Variáveis.....	68
3.1.7 A Amostra	71
3.1.8 Técnica para Análise dos Resultados.....	72
3.2 O MÉTODO PROPOSTO PARA A AVALIAÇÃO DE USABILIDADE.....	73
3.2.1 Primeiro Passo: Objetivos da Pesquisa.....	74
3.2.2 Segundo Passo: População a ser Submetida a Amostragem.....	74
3.2.3 Terceiro Passo: Dados a Serem Coletados.....	75
3.2.4 Quarto Passo: Grau de Precisão Desejado.....	81
3.2.5 Quinto Passo: Métodos de Mensuração.....	82
3.2.6 Sexto Passo: Sistemas de Referência.....	83
3.2.7 Sétimo Passo: Escolha da Amostra.....	84
3.2.8 Oitavo Passo: o Pré-Teste.....	84
3.2.9 Nono Passo: Organização do Trabalho de Campo	85
3.2.10 Décimo Passo: Resumo e Análise dos Dados	86
3.2.11 Décimo Primeiro Passo: Informação Ganha para Futuras Pesquisas.....	89
3.3 CONCLUSÕES.....	90
4 O ESTUDO DE CASO E OS RESULTADOS.....	91
4.1 A TAREFA.....	91
4.1.1 O OBJETO DE ESTUDO.....	91
4.1.2 A DEFINIÇÃO DA TAREFA.....	94
4.2 OS RESULTADOS.....	99
4.2.1 A COLETA DE DADOS - QUESTIONÁRIO.....	99
4.2.2 A COLETA DE DADOS - FILMAGEM	100
4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	101
4.3.1 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS.....	101

4.3.2 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	102
4.4 CONCLUSÃO	110
5 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	111
5.1 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO	111
5.2 AVALIAÇÃO DO ESTUDO	112
5.2.1 AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO	112
5.2.2 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA	114
5.2.3 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA	115
5.3 RECOMENDAÇÕES.....	117
REFERÊNCIAS	119
ANEXO A - FOTOS DE PAINÉIS DE INSTRUMENTOS CNH	124
ANEXO B - O PRÉ-TESTE	128
ANEXO C - RESUMO DOS RELATÓRIOS DE VISITAS AO CENTRO	
TREINAMENTO CNH E FÁBRICA CNH.....	131
ANEXO D - O QUESTIONÁRIO.....	133
ANEXO E - NORMAS USABILIDADE E IHC	137
ANEXO F - O TESTE DE ACUIDADE VISUAL.....	139
ANEXO G - DETALHAMENTO DO PROCEDIMENTO PARA CALIBRAÇÃO	
CONFORME TREINAMENTO	141
ANEXO H - RECOMENDAÇÕES - ESTATÍSTICA NÃO PARAMÉTRICA	143
ANEXO I - A TAREFA DE DIRIGIR	147

1 AS DIMENSÕES DO ESTUDO

Para Sorkin (1983) *displays* tem como função comunicar. E os *displays* visuais podem não comunicar a informação para qual foram projetados se não forem adequados às pessoas que irão lê-lo. Quando pensamos em processo de comunicação temos mensagem enviada e recebida. Quando o processo de envio finaliza então o receptor inicia seu processo de envio.

A tarefa de dirigir implica em que o acesso à informação deve ocorrer sem tirar os olhos da estrada (STOKES; WICKENS; KITE, 1990). Neste trabalho buscamos avaliar os parâmetros que influenciam na comunicação do motorista com o painel de instrumentos.

A fim de avaliar os parâmetros que influenciam nesta comunicação do motorista com o painel, definimos como objeto de estudo o painel de instrumentos da colheitadeira CS660 do fabricante CNH. A justificativa para escolha da colheitadeira é que é o produto cujo painel apresenta modelo mais atualizado dentre os demais produtos. O diferencial do painel da colheitadeira CS660 é o sistema digital que requer maior grau de instrução dos operadores para realização da tarefa.

Além dos fatores acima citados é importante destacar que a colheitadeira é uma máquina destinada a tarefas de agricultura e seu custo é elevado. O emprego de mão de obra não qualificado, no campo, local onde não se tem acesso a auxílio para informação justificam a importância do estudo da usabilidade do painel de instrumentos já que os ajustes de máquina afetam diretamente a produtividade e a vida útil da colheitadeira.

Problemas como altas e baixas temperaturas, sol e chuva, longos períodos de trabalho, cerca de 12 horas diárias é a realidade do operador.

A importância do estudo da usabilidade neste painel de instrumentos é que não há uma norma específica para usabilidade de *displays*. Neste trabalho, a fim de avaliar os parâmetros que influenciam na comunicação do motorista com o painel de instrumentos propusemos uma adequação da norma ISO 9241-11 que é

referente a software. Esta norma também explica como medidas de desempenho e satisfação do usuário podem afetar todo o sistema de trabalho em uso.

As palavras-chaves são: *display*, painel de instrumentos, *ergonomia* e usabilidade.

1.1 O PROBLEMA

Quais são os parâmetros necessários para avaliação de painel de instrumentos sob o ponto de vista da usabilidade?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver método para a avaliação de usabilidade em painel de instrumentos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os fundamentos para avaliação da usabilidade.
- Definir parâmetros fundamentais da usabilidade para desempenho da tarefa.

1.3 HIPOTESSES

O método, com os parâmetros definidos, permite determinar a eficiência, eficácia e satisfação.

1.4 JUSTIFICATIVA

Devido à diversidade de práticas no *design* de interiores automotivos citado por Larica (2003), buscamos neste trabalho a definição de um método para avaliação da usabilidade do painel automotivo em questão.

Segundo Allen (1996) é importante alertar a manufatura de automóveis pois eles contribuem para acidentes através de *design* impróprios. Seguem alguns exemplos: brilho do pára-brisa e painel, falta de ajustes do assento para conforto do motorista, dificuldades de campo de visão devido ao retrovisor e colunas. Os fatores que contribuem para a rápida e segura leitura do painel automotivo são: iluminação no *display* comparada com iluminação na estrada, o tamanho dos números e letras, o contraste das letras ou números com o fundo, a facilidade de acomodação dos olhos do motorista e o posicionamento do assento e direção. Melhorias devem ser feitas no *design* de painéis em geral, mas segundo Allen (1996), a iluminação e falta de padronização dos *displays* são os principais problemas. Ele sugere que especialistas padronizem a informação, tamanho, localização, brilho, cor nos *displays* dos painéis automotivos.

Segundo Pulat (1997), dentre as razões para o erro humano estão: baixo nível de *estresse*, alto nível de estresse, falta de planejamento (adequação do local trabalho, postura, qualidade de vida do operador, expectativas do operador), treinamento insuficiente ou incorreto. A detecção é o primeiro passo para a utilização do *display*.

lida (1990), comenta que a posição onde se encontram os mostradores é determinante para a sua visualização. Devido à existência de diversos mostradores em um painel, estes devem ser agrupados de forma a facilitar a percepção do operador, considerando um arranjo que leve em conta a importância, a associação, a seqüência e tipo de funções. E para Sanders (1993) os princípios para o arranjo dos componentes são: princípio da importância, da frequência de uso, da funcionalidade e da seqüência de uso. Um arranjo ótimo deve considerar características antropométricas, capacidades sensoriais e biomecânicas.

O tipo de mostrador reporta o motorista a um mundo físico ou digital. Para Epstein (1988) uma leitura analógica se liga muito mais ao mundo físico do que ao mundo mental que é o caso da leitura digital. Neste processo de leitura, o

emissor codifica e o receptor decodifica a mensagem. A emissão pode ser perfeita e o meio não apresentar nenhum ruído que perturbe a comunicação, esta ainda pode ser mal recebida pelo receptor em função de várias dificuldades ou filtros: sensoriais, operativos e culturais.

Guimarães (2004) e Wisner (1987) esclarecem que em toda atividade humana contínua vão existir os aspectos físicos, cognitivos e psíquicos. Estes aspectos estão interligados e a sobrecarga em um dos aspectos faz com que seja elevada a carga nos outros aspectos. O trabalho cognitivo estará presente sempre que houver o processamento da informação. A dificuldade na percepção visual contribui para aumentar a sobrecarga mental e reduzir a eficiência do trabalhador. Segundo Guimarães (2004), na análise da tarefa, onde ocorre o desmembramento das atividades (subtarefas) podemos analisar os erros potenciais. O homem não é perfeito no que se refere à confiabilidade o que sugere que devemos prever os erros no sentido de minimizar seus efeitos na performance do sistema. Sob o ponto de vista ergonômico, o erro geralmente é do sistema e não do ser humano. Os erros não são sintomas de uma variabilidade randômica do desempenho humano, mas representam um descompasso entre as demandas e os dispositivos disponíveis para atuação.

1.5 MÉTODO DE PESQUISA

De modo a atingir os objetivos pretendidos, utilizou-se para o desenvolvimento deste estudo o método investigação científica dedutivo, que segundo Gil (1999) é o método que parte do geral e segue ao particular. O método experimental foi o meio técnico da investigação. Classificamos esta pesquisa como nível de pesquisa exploratória, que tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, tendo em vista a formulação dos problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

Utilizamos neste estudo a amostragem não probabilística por tipicidade ou intencional, que consiste em selecionar um subgrupo da população que, com base nas informações disponíveis, possa ser considerado representativo de toda a população. A principal vantagem está no baixo custo para a seleção.

Como delineamento deste estudo, apresentamos as técnicas de pesquisa aplicadas: a pesquisa bibliográfica, a documentação direta (pesquisa de campo), a observação direta intensiva (entrevista) e a observação direta extensiva (questionário).

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação esta estruturada em 5 capítulos:

- Capítulo 1 - introdução com descrição do problema, objetivos, hipótese, justificativa e método de pesquisa.
- Capítulo 2 - fundamentos da usabilidade, descrição da tarefa, a percepção, a visão, proposta de método para avaliação e os parâmetros para avaliação de usabilidade.
- Capítulo 3 - revisão bibliográfica, técnicas de pesquisa, técnicas para análise dos resultados e o método aplicado para avaliação de usabilidade.
- Capítulo 4 - o estudo de caso e os resultados.
- Capítulo 5 - apresentação das discussões e as conclusões.

2 FUNDAMENTOS DA USABILIDADE

No final dos anos 80 e sobretudo anos 90, foram desenvolvidas as primeiras abordagens, métodos, técnicas e ferramentas destinadas a apoiar a construção de interfaces intuitivas, fáceis de usar e produtivas. A engenharia de usabilidade, saía dos laboratórios das universidades e institutos de pesquisa e começava a ser implementada, como função nas empresas desenvolvedoras de software interativo. Existem publicações que orientam como especificar, construir e testar a usabilidade, como qualidade de uso e qualidade externa de um sistema de *software* interativo. Dentre elas, especialmente as Normas ISO da série 9241 conforme Cybis (2005).

A ISO 9241-11 define usabilidade e explica como identificar a informação necessária a ser considerada na especificação ou avaliação de usabilidade de um computador em termos de medidas de desempenho e satisfação do usuário. É dada orientação sobre como descrever e o contexto de uso do produto (hardware, software ou serviços) e as medidas relevantes de usabilidade. A orientação é dada na forma de princípios e técnicas gerais, em vez de requisitos para usar métodos específicos. A orientação inclui procedimentos para medir usabilidade, mas não detalha todas as atividades a serem realizadas. A especificação de métodos e medidas detalhados baseados no usuário está além do objetivo da norma ISO 9241-11, porém há indicação de informações adicionais no anexo da mesma.

Esta norma também explica como medidas de desempenho e satisfação do usuário podem ser usadas para medir como qualquer componente de um sistema afeta todo o sistema de trabalho em uso.

Algumas definições apresentadas pela norma ISO9241-11 são necessárias:

- **Usabilidade:** medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso.

- **Eficácia:** acurácia e completude com as quais usuários alcançam objetivos específicos.
- **Eficiência:** recursos gastos em relação a acurácia e abrangência com as quais usuários atingem objetivos.
- **Satisfação:** ausência de desconforto e presença de atitudes positivas para com o uso de um produto.
- **Contexto de uso:** usuários, tarefas, equipamento (hardware, software e materiais), e ambiente físico e social, com o propósito de alcançar objetivos específicos.
- **Sistema de trabalho:** sistema, composto de usuários, equipamento, tarefas e o ambiente físico e social, com o propósito de alcançar objetivos específicos.
- **Usuário:** pessoa que interage com o produto.
- **Objetivo:** resultado pretendido.
- **Tarefa:** conjunto de ações necessárias para alcançar um objetivo.
- **Produto:** parte do equipamento (hardware, software e materiais) para o qual a usabilidade é especificada ou avaliada.
- **Medida:** valor resultante da medição e o processo usado para obter tal valor.

A ISO 9241-11 também cita, como justificativa e benefícios, que a medição de usabilidade é particularmente importante para visualizar a complexidade das interações entre o usuário, os objetivos, as características da tarefa e outros elementos do contexto de uso. Um produto pode ter níveis significativamente diferentes de usabilidade quando usados em diferentes contextos. E ainda, a usabilidade é uma consideração importante no projeto de produtos uma vez que ela se refere à medida da capacidade dos usuários em trabalhar de modo eficaz, efetivo e com satisfação.

De modo a especificar ou medir usabilidade é necessário identificar os objetivos e decompor eficácia, eficiência e satisfação e os componentes do contexto de uso em subcomponentes com atributos mensuráveis e verificáveis. Os componentes e o relacionamento entre eles estão ilustrados na figura 1.

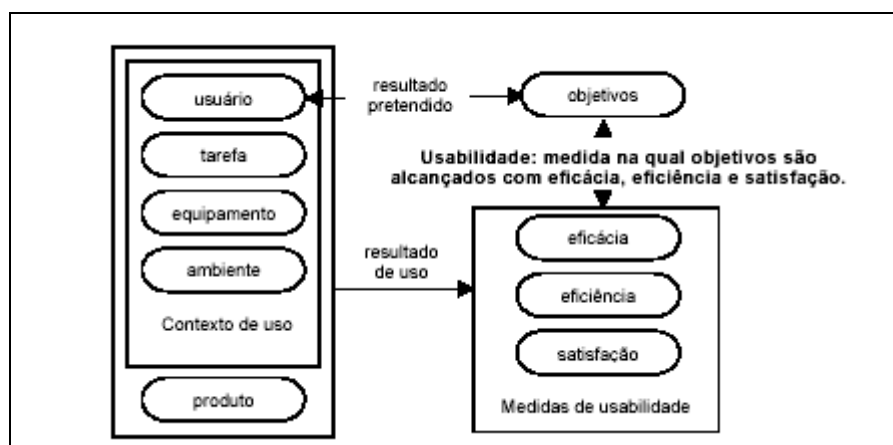


FIGURA 1 - ESTRUTURA DE USABILIDADE

FONTE: ISO 9241-11 2002

Usabilidade faz parte do processo de desenvolvimento. Desde que o produto é desenvolvido para o homem, somente faz sentido iniciar o desenvolvimento após conhecer as necessidades do usuário. O objetivo de um projeto é garantir a usabilidade, ou seja, encaixar as necessidades do usuário com o produto, tornar o produto de fácil utilização. Usabilidade é definida pelas peculiaridades do usuário, função, meio ambiente e características do produto. Desta forma usabilidade não é intrínseca ao produto (CAPUTO, 2003).

O benefício da aplicação correta dos fatores humanos, análise ergonômica e usabilidade no desenvolvimento do produto é a redução de custos e ganho em segurança. Simulações permitem a identificação rápida de aspectos críticos e de soluções rápidas (CAPUTO, 2003).

2.1 DEFINIÇÕES E CONCEITO

Como já citado, a norma ISO 9241-11 (Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritório com Computadores – Orientações sobre Usabilidade) enfatiza a usabilidade dos computadores e orienta como identificar a informação que é necessária para a avaliação ou especificação de usabilidade em termos de medidas de eficácia, medidas eficiência e satisfação do usuário.

Conforme a Usability Net (2005), a usabilidade significa fazer produtos e sistemas mais fáceis de se usar e ainda aproximá-los das necessidades e exigências do usuário. A orientação é dada sobre como descrever o contexto do uso do produto e as medidas da usabilidade de uma maneira explícita. A usabilidade não deve ser confundida com a funcionalidade que está puramente interessada nas funções e nas características do produto e não tem relação com facilidade do usuário no uso. A funcionalidade aumentada não significa a usabilidade melhorada.

Ainda na Usability Net (2005), segundo MUSiC Project temos que há uma relação muito próxima da usabilidade com a qualidade, ou seja, a usabilidade está associada com o conceito de qualidade de uso. Cybis (2005) também cita que segundo Nielsen (1993) a usabilidade irá impactar positivamente no retorno de investimento para a empresa pois será um argumento de vendas e de imagem de qualidade, além do que evita por exemplo os prejuízos ao cliente com correções.

Cybis (2005) segundo Picard 2002 cita que o desenvolvimento de sistemas com boa usabilidade irá impactar na tarefa no sentido da eficiência, eficácia, produtividade da interação. O usuário irá atingir plenamente seus objetivos com menos esforço e mais satisfação. Eventualmente, uma interface poderá ter fins terapêuticos e contribuir para aliviar frustrações e o *estresse* do dia a dia. Para este autor os sistemas interativos podem ser decompostos segundo dois subsistemas básicos:

- núcleo funcional;
- interface com usuário.

O núcleo funcional é formado por programas aplicativos, algoritmos e base de dados, principalmente.

A interface com o usuário é formada por apresentação de informações, de dados, de controles e de comandos. É esta interface também que solicita e recebe as entradas de dados, de controles e comandos. Finalmente, ela controla o diálogo entre as apresentações e as entradas. Uma interface tanto define as estratégias para a realização da tarefa como conduz, orienta, recebe, alerta, ajuda, responde ao usuário durante as interações.

Métodos empíricos envolvem observação de usuários interagindo com sistemas e costumam explorar as metas citadas, traduzindo em métricas tais como: quantidade e tipo de erro, frequência de acesso à ajuda, parcela da meta global que o usuário realiza, tempo necessário para atingir meta, tipo manifestação de atitude.

Medidas de usabilidade de eficácia, eficiência e satisfação podem ser especificadas para objetivos globais. Abaixo alguns exemplos conforme o anexo B da norma 9241-11.

QUADRO 1 - EXEMPLO DE MEDIDAS DE USABILIDADE

OBJETIVOS DE USABILIDADE	MEDIDAS DE EFICÁCIA	MEDIDAS DE EFICIÊNCIA	MEDIDAS DE SATISFAÇÃO
Usabilidade global	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porcentagem de objetivos alcançados; ▪ Porcentagem de usuários completando a tarefa com sucesso; ▪ Média da acurácia de tarefas completadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tempo para completar uma tarefa; ▪ Tarefas completadas por unidade de tempo; ▪ Custo monetário de realização da tarefa. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escala de satisfação; ▪ Frequência de uso; ▪ Frequência de reclamações.

FONTE: ISO 9241-11 (2002)

O Usability Net (2005) classifica as Normas IHC e usabilidade conforme figura abaixo, ou seja:

- uso do produto (eficiência, eficácia e satisfação dentro de um contexto);
- interface com usuário e interação;
- processo usado para desenvolvimento do produto;
- e capacidade de organização e aplicação do *design* centrado no usuário.

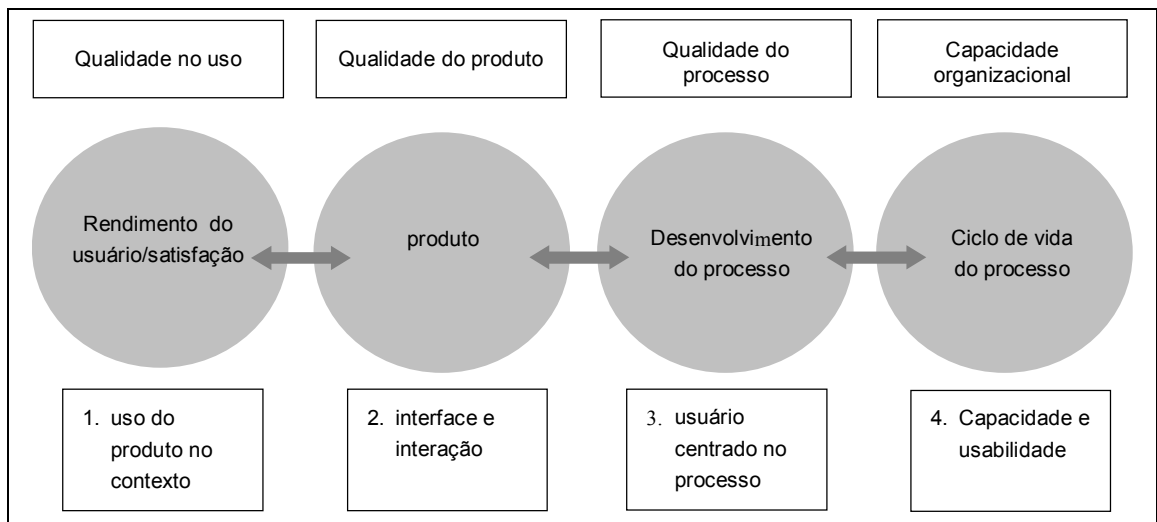


FIGURA 2 - CLASSIFICAÇÃO DAS NORMAS IHC E USABILIDADE

FONTE: Usability Net (2005)

A ISO/IEC 9126, conforme apresentado pela Usability Net (2005) é uma norma de engenharia de *software* que define usabilidade como uma contribuição relativa à qualidade do *software* associada com o *design* e avaliação da interface com usuários. Considera então a usabilidade como atributo necessário para o usuário e para a avaliação entre o usuário e o produto.

Esta norma define seis categorias de qualidade de software:

1. funcionalidade;
2. confiabilidade;
3. usabilidade;
4. eficiência;
5. manutenção;
6. portabilidade, ou seja: é fácil de usar em outro ambiente? Apresenta facilidade de adaptação em outro ambiente? É fácil substituir por outro?

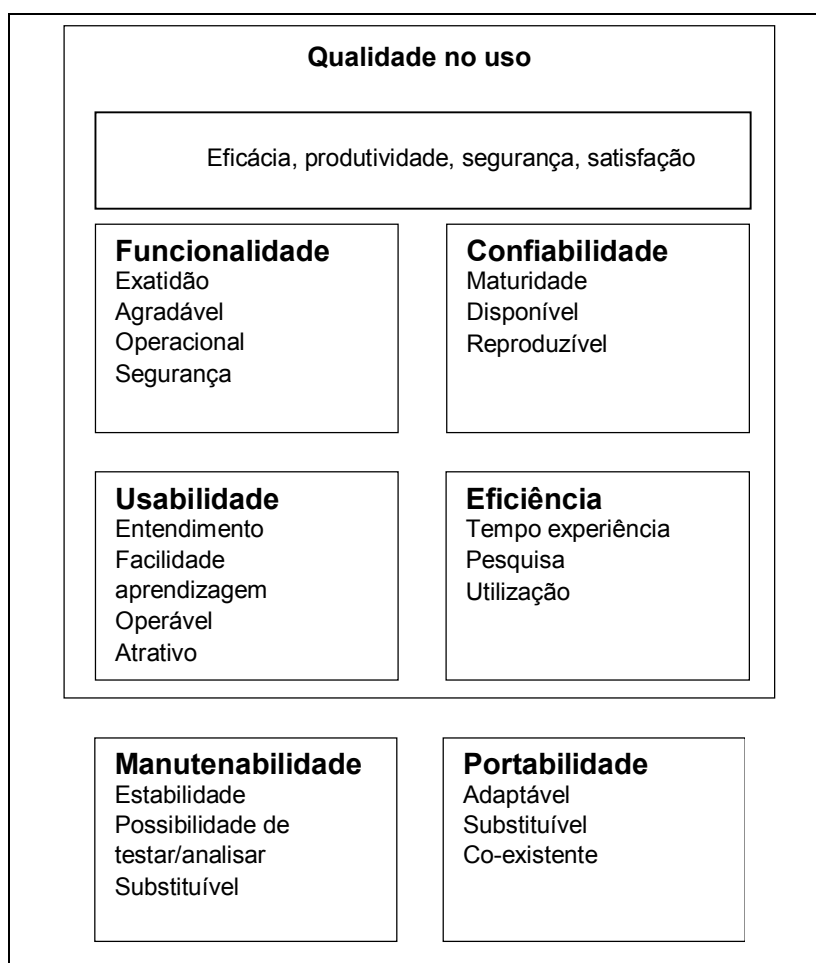


FIGURA 3 - QUALIDADE DE SOFTWARE

FONTE: Usability Net (2005)

Para esta norma a definição de usabilidade é similar à norma ISO9241-11:

Usabilidade é a capacidade do produto (*software*) ser entendido, aprendido, usado e atrativo para o usuário quando usado em condições específicas. O termo "quando usado em condições específicas tem o mesmo efeito que na norma ISO9241-11 que diz "uso dentro de um contexto". O significado disto é que o produto não tem usabilidade intrínseca, ou seja, somente há potencial dentro de um contexto particular. (USABILITY NET, 2005). Isto confere com o posicionamento já citado por Caputo (2003).

2.2 A INTERAÇÃO HOMEM MÁQUINA

A comunicação, a interação humano-computador pode ser vista como um processo de comunicação entre dois sistemas cognitivos que fazem tratamento de informação. De um lado, o ser humano que através do cognitivo trata as representações. De outro o computador, visto como uma máquina simbólica que realiza o tratamento de sinais produzidos pelos programadores para produzir os sinais que os usuários interpretam e manipulam em suas interfaces (CYBIS, 2005).

A comunicação apresenta as seguintes entidades envolvidas: o emissor, a mensagem, o receptor e a regra. A perturbação na recepção da mensagem, alterando-a, gera um ruído. O ruído não pertence intencionalmente à mensagem (EPSTEIN, 1988). Segundo Moraes (2002), a ergonomia visa minimizar este ruído na comunicação e cita que conforme Coelho Neto (1980) o ruído pode se apresentar como físico (*engineering noise*) ou semântico (distorção do significado da mensagem). Guimarães (2004) cita a vibração como um ruído, pois dificulta a leitura no *display*. Moraes (2002) cita exemplos de ruídos ergonômicos:

- a apresentação da informação tipográfica (visibilidade e legibilidade)
- a apresentação das informações pictóricas em termos de decodificação e compreensão o que atua no processo cognitivo e na tomada de decisão pelos usuários.
- deficiência de iluminação ou excesso de reflexos o que prejudica a acuidade visual.
- barulho de máquinas o que pode trazer prejuízo para a recepção de mensagens e perturbações para seleção das informações.
- freqüentes alterações de temperatura que causam desconforto térmico.
- a topologia dos componentes informacionais (mostradores, telas, painéis) que podem influenciar a tomada de informações.
- a desconsideração dos modelos mentais dos usuários.

Moraes (2002) cita o modelo C-HIP *Communication - Human information Processing* apresentado por Wogalter (1999) que é dividido em três componentes

principais: fonte, canal (onde as modalidades podem ser sensoriais), receptor e o componente motivação. Para Santos e Fialho (2002), segundo Galsworth (1997), na comunicação, as mensagens são transmitidas via alguns sentidos: paladar, toque, cheiro, audição e a visão. Moraes (2002) cita que o canal selecionado depende do tipo da informação a ser transmitida, da forma de usa-la, da localização do sujeito, do ambiente que atua, da natureza do canal sensorial. E ainda cita que para Cox III (1999) o receptor avalia não somente a mensagem que decodifica, mas também o canal utilizado para esta transmissão.

Segundo Sorkin (1983) para uma comunicação eficaz são necessárias três exigências:

- compatibilidade com os sentidos do receptor. Isto tem haver com as diversas formas de mensagens sensoriais (visual, áudio, tato, expressão corporal);
- compatibilidade da linguagem da mensagem com relação ao receptor;
- compatibilidade inteligente que seria a tradução das palavras para o sentido do contexto e para o sentido que o receptor necessita.

Segundo Pulat (1992), entende-se por *display* a forma (o meio) pelo qual a informação se apresenta para o usuário. A interação do usuário com o *display* é o que mais interessa ao ergonomista e é o ponto principal de nosso trabalho.

Displays visuais, como diz o nome, utiliza o sentido da visão. Portanto a localização do *display* é muito importante pois a visão é controlada pelo movimento dos olhos. *Displays* que são posicionados fora do campo de visão não serão localizados a menos que o operador seja treinado para buscar a informação. A função dos *displays* é comunicar a informação e esta é necessária para decisão e desempenho da ação de controle. Há várias características de performance humana que contribuem para execução correta: velocidade de aprendizagem, conforto, ausência de fadiga a longo prazo, pequenas variações para diferentes indivíduos e performance estável em ambientes de estresse. Para a comunicação eficaz com visual *display* devemos ter *visibilidade*, *distinção* entre partes e símbolos e finalmente capacidade de *interpretação* (SORKIN, 1983).

O ser humano dispõe de vários canais sensoriais que podem servir como receptores de informação (GUIMARÃES, 2004):

- visão;
- audição;
- tato;
- vibração mecânica, senso de rotação, gravidade, movimento;
- dor;
- temperatura;
- olfato;
- paladar.

A seleção do canal depende:

- do tipo de informação a ser transmitida;
- da forma de usá-la;
- da localização do sujeito;
- do ambiente que atua;
- da natureza do canal sensorial.

As funções principais da **audição** são veicular uma informação específica como base de comunicação entre as pessoas; e como alarme, já que esta característica tem um papel importante para manutenção de estado de alerta e chamada de atenção, imprescindíveis em situação de perigo. Em projetos de *displays*, por exemplo, é comum veicular informação visualmente, reservando a sinalização sonora para chamar a atenção em situações de emergência, perigo, crise, etc. Sinais acústicos tem vantagens sobre os visuais, pois são multidirecionais e contornam obstáculos, favorecendo a segurança em determinadas situações. Por outro lado, um ruído de fundo pode prejudicar a comunicação e transmissão de informações comprometendo a segurança. Ouvir constantemente o funcionamento de uma máquina, por exemplo, pode causar a não identificação de um risco em potencial (GUIMARÃES, 2004).

Como os ouvidos podem receber informações provenientes de todas as direções, a forma auditiva de comunicação é recomendado conforme Guimarães, (2004):

- para sinais de alarme e emergência;
- para mensagens simples e curtas;
- quando trata de eventos no tempo;
- quando a velocidade é importante;
- se a pessoa está em constante movimento;
- se esta sujeita a anoxia (ausência de oxigênio no ar, no sangue arterial ou nos tecidos) ou aceleração positiva.

Conforme Stokes; Wickens e Kite (1990) o propósito do *Head Up Display* é permitir ao usuário o acesso à informação sem tirar os olhos do cenário. A característica do *display* é chamar a atenção visual do motorista que está direcionada para outro ponto. A integração áudio visual da informação no painel automotivo pode ser uma melhoria significativa no sentido de simplificar a informação visual. O alerta auditivo pode ser captado mais rapidamente que o visual e pode ter maior relevância principalmente quando a iluminação não é suficiente (à noite). A mensagem verbal é superior a mensagem não verbal como tons ou códigos cita Bertone (1982) conforme Stokes; Wickens e Kite (1990). O alerta com voz tem potencial informativo mais flexível que alertas sonoros pois podem indicar a ação a ser seguida. Por outro lado, os tons podem ser mais vantajosos quando não se tem familiaridade com o idioma adotado. Dependendo da característica do ruído no meio a mensagem auditiva pode ser mascarada e talvez um sinal externo como buzina, alarme sonoro nestes casos sejam mais eficientes (STOKES; WICKENS; KITE, 1990).

Para Larica (2003), dentre diversos itens para projeto de interiores automotivos estão: a modelagem das interfaces entre o homem e o automóvel, os aspectos visuais no *design* do interior, a visão e a percepção, os símbolos para controles e *displays*, a demanda visual e o manual dos controles e o projeto do painel de instrumentos. O painel é o retrato de todas as possibilidades de informações e

conforto do automóvel. O corpo do painel é construído a partir do projeto da caixa de ar. Nele são embutidos os cluster (conjunto de instrumentos), porta luvas, rádio/CD *player*, estojo do *air bag* do acompanhante, quadro de comandos e botões, difusores de ar condicionado e ventilação etc. É muito importante o estudo do *lay out* de interiores sob o aspecto operacionalidade (posicionamento alavancas, interruptores e dispositivos) e segurança (visão livre, visão clara dos indicadores).

Segundo Larica (2003) as ciências cognitivas, que estudam os processos mentais usados no pensamento, na percepção, na classificação, no reconhecimento e também fornecem subsídios para o campo do *design*, pois a relação de controle entre o homem e a máquina depende de elementos ligados ao funcionamento da mente humana (estado de alerta, hierarquia de comandos, tomada de decisões, dificuldades pessoais, etc.). Para o homem, estar em movimento significa estado de alerta. Estar no comando de uma máquina significa também a necessidade de controle total desta máquina. O aspecto cognitivo referente às etapas da tarefa citado por Stanton e Young (1999) são: etapa de percepção, de interpretação, de memória de longo termo, de formulação de objetivos, de formulação intenção e planejamento são os passos de interesse a ser estudado.

Neste trabalho, o aspecto ergonomia cognitiva é citado a fim de avaliar a carga mental para o motorista. O processamento da informação esclarece portanto o processo cognitivo existente na realização da tarefa.

2.3 A TAREFA DE DIRIGIR

A tarefa de dirigir pode ser descrita como um sinal de entrada visual. Este sinal envia informação para o centro de percepção. O cérebro processa esta informação e envia sinais para as mãos e pé do motorista a fim de operar os controles do veículo. A tarefa de dirigir, considerando os aspectos de segurança, pode ser classificada em três aspectos: percepção (tempo de reação), expectativa, detecção ou resposta. O tempo de resposta é o tempo que o motorista leva para detectar, identificar, decidir e reagir (ALLEN, 1996).

A figura 4 ilustra a tarefa de forma completa:

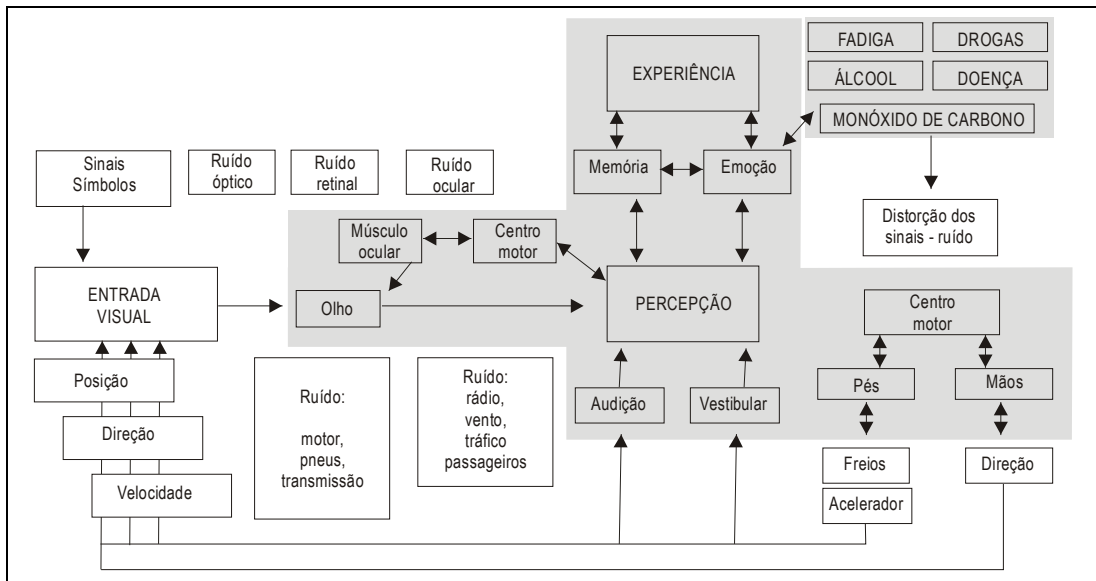


FIGURA 4 - A TAREFA DE DIRIGIR

FONTE: ALLEN (1996)

NOTA: A figura descreve o circuito do sistema nervoso. A entrada é a luz nos olhos. Os olhos enviam informação para o centro de percepção, para o centro motor no cérebro. O cérebro envia sinal para mãos e pés a fim de controlar o veículo na estrada e modificar a entrada visual. Os ruídos estão representados como "raios" que podem reduzir a eficácia do motorista. O cérebro filtra os ruídos para obter a informação exata. Por causa dessa compensação que o cérebro realiza constantemente pode ocorrer fadiga, doenças, etc.

Segundo Lida (1997), as ações devem ser descritas em um nível mais detalhado que a tarefa. Elas se concentram mais nas características que influem no projeto da interface homem-máquina e se classificam em informações e controles. As informações referem-se às interações no nível sensorial do homem e, os controles, no nível motor ou da atividade muscular.

Informações referem-se a canal sensorial (auditivo, visual e cinestésico), tipos de sinais, características dos sinais (intensidade, forma, frequência, duração), tipos e características dos dispositivos de informação (luzes, som, *display* visuais, mostradores digitais e/ou analógicos) (IIDA, 1990).

Entende-se por controles o tipo de movimento corporal exigido, membros envolvidos no momento, alcances manuais, características dos movimentos (velocidade, força, precisão, duração), tipos e características dos instrumentos de controle (botão, alavanca, volantes, pedais) Nos *displays* qualitativos conhecidos como

indicadores de *status* os parâmetros alerta são: cor, tempo duração do sinal, brilho, apresentação via diversos canais e contraste com o fundo. *Displays* quantitativos apresentam as características de precisão e interpolação. Exemplos de *displays* quantitativos são: analógicos ou digital, escala móvel com indicador fixo e indicador fixo com escala móvel (IIDA1990).

Santos e Fialho (1997) descrevem a tarefa como o roteiro estabelecido e atividade como a forma individual do operador realizar a tarefa.

Stokes, Wickens e Kite (1990) citam o autor Arnheim (1984) referente à experiência emocional produzida pela cor e também referente à correlação entre forma e controle intelectual. A percepção do nível de luminosidade e saturação do painel deve diferenciar entre o fundo e não deve criar confusão com outras cores do painel. Para Narborough-Hall (1985) recomenda-se os vermelhos, os amarelos, os verdes, os magentas, os cians e os laranjas para painéis. Thorell (1983) indica o uso do vermelho, do verde, do amarelo e do azul para informações de alerta. Muitos estudos mostram que estas cores facilitam a apreensão e memorização (HEIDER,1972). Notou-se que estes fatores podem influenciar tempo de respostas dependendo particularmente das cores envolvidas (STOKES; WICKENS e KITE, 1990).

QUADRO 2 - COMBINAÇÕES DE CORES

COMBINAÇÕES RICAS	COMBINAÇÕES INTERMEDIÁRIAS	COMBINAÇÕES POBRES
Vermelho sobre aqua (verde) claro	Vermelho sobre aqua (verde) escuro	Vermelho sobre cinza
Amarelo sobre o cinza	Branco sobre o rosa	Branco sobre o cinza
Branco sobre o aqua (verde) escuro	Branco sobre o aqua (verde) claro	Amarelo sobre aqua (verde) claro
Amarelo sobre o azul	Amarelo sobre aqua (verde) escuro	Branco sobre o azul
Amarelo sobre o rosa	Vermelho sobre o azul	

FONTE: Stokes; Wickens e Kite (1990)

Para Stokes, Wickens e Kite (1990), o propósito do **Head Up Display** é permitir ao usuário o acesso à informação sem tirar os olhos do cenário (estrada). Os autores citam que segundo Taylor (1987), a característica do display é chamar atenção visual do motorista que está direcionada para outro ponto. Guimarães (2004) afirma que em projetos de *displays*, por exemplo, é comum veicular informação

visualmente, reservando a sinalização sonora para chamar a atenção em situações de emergência, perigo, crise, etc.

Os autores Sotkes, Wickens e Kite (1990) citam ainda que a integração áudio visual da informação no painel automotivo pode ser uma melhoria significativa no sentido de simplificar a informação visual. O alerta auditivo pode ser captado mais rapidamente que o visual e pode ter maior relevância principalmente quando a iluminação não é suficiente, por exemplo, a noite. Os autores citam que segundo Bertone (1982), o alerta de voz tem potencial mais flexível que os alertas sonoros pois podem indicar a ação a ser seguida. Portanto, a mensagem verbal é superior à mensagem não verbal como tons ou códigos. Para Guimarães (2004), os sinais acústicos têm vantagens sobre os visuais, pois são multidirecionais e contornam obstáculos, favorecendo a segurança em determinadas situações. Por outro lado, um ruído de fundo pode prejudicar a comunicação e transmissão de informações comprometendo a segurança.

Segundo Guimarães (2004), a visão é o sentido mais importante do ser humano, pois os olhos são a maior fonte de contato entre o homem e seu meio ambiente. Tarefas de controle, vigilância, inspeção dependem basicamente do sentido da visão, cuja eficiência vai depender do nível de iluminamento adequado para a execução do trabalho e do grau de exigência que a tarefa impõe sobre o trabalhador. Pulat (1997) cita a importância da fotometria (iluminação, luminescência e o reflexo) para a função visual humana.

Existem dois tipos de efeito que a luz causa quando é refletida numa superfície: a intensidade de iluminação caindo sobre a superfície e o reflexo desta iluminação. O brilho e a sombra podem ser alterados através da variação da iluminação.

Na figura 5 observamos o efeito do contraste para a mesma quantidade de luz refletida dos quadrados internos.



FIGURA 5 - DUPLO EFEITO DE CONTRASTE E MESMA QUANTIDADE DE LUZ REFLETIDA

FONTE: Fontoura (1982)

O preto e o branco compõem o maior contraste que se pode conseguir, o contraste de polaridade (FONTOURA, 1982).

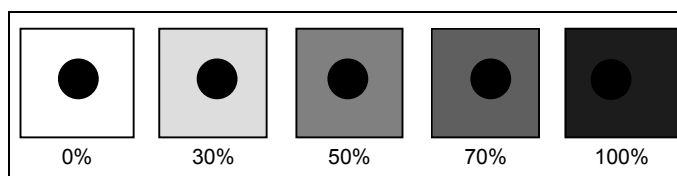


FIGURA 6 - CONTRASTE PRETO SOBRE O BRANCO

FONTE: Fontoura (1982)

2.4 A PERCEPÇÃO

O termo percepção diz respeito à captação, por parte do sujeito, das informações que importam para uma dada ação. Isto inclui a leitura de medidores, a recepção de sinais auditivos. As dificuldades perceptivas não podem ser subestimadas, pois aumentam o esforço mental necessário e, às vezes, a ansiedade causada pela incerteza da compreensão do sinal (GUIMARÃES, 2004).

Eysenck (1994) cita que de acordo com Cartley (1969), "a percepção é a reação discriminatória imediata do organismo aos órgãos sensoriais ativadores de energia (...) Discriminar é escolher uma reação em que as condições contextuais tem um papel decisivo".

Goldstein (1989) aborda o processo de percepção de duas formas:

- nível psicofísico: onde estuda a relação entre estímulo e percepção, e
- nível psicológico: onde estuda a relação entre estímulo e resposta neurológica

Goldstein (1989) aborda algumas teorias sobre percepção, como: estruturalismo, construtivismo, abordagem ecológica e a abordagem cognitiva. Na abordagem construtivista da percepção, a percepção é construída pelo observador através de um dado perceptual obtido durante a observação do estímulo. A interpretação deste dado apóia-se as vezes nas experiências passadas do observador e no conhecimento do ambiente pelo observador. O autor cita que segundo Gibson (1979) esta idéia construtivista, onde nossa percepção é o resultado de um processo construtivo no qual a informação é combinada com a memória do observador deve ser rejeitada.

A abordagem ecológica da psicologia fundada por Gibson (1979), citado por Goldstein (1989), afirma que é suficiente a informação do ambiente o que torna desnecessário o cálculo mental. Esta análise é sob ponto de vista que o observador normalmente está em movimento com relação ao estímulo visual. Isto conduziu praticantes da abordagem psicológica da ecologia a focar o estudo em *displays*. O conceito de conjunto de ambiente óptico (*ambient optic array*). Neste conceito uma pessoa sob estímulo percebe o objeto, a superfície, a textura, a iluminação. Ou seja, esta estrutura complexa que atinge o sujeito é o ambiente óptico. A importância deste ambiente óptico é que este não se apoia numa estrutura que define algum ponto no tempo, mas em uma estrutura que muda assim como o observador se desloca. E segundo Gibson, estas mudanças determinam a percepção.

Cibys (2005) cita que o homem toma conhecimento do mundo através do tratamento da informação sensorial. De fato, o homem, como todos os seres vivos, coleta no meio ambiente as informações necessárias a sua adaptação e a sua sobrevivência. A percepção está delimitada pelo conjunto de estruturas e tratamentos pelos quais o organismo impõe um significado as sensações produzidas pelos órgãos perceptivos. Cibys (2005) cita que segundo Gagné (1962), na atividade de percepção há três níveis distintos de processos:

- processos de detecção ou neuro-fisiológico: constatar a existência de um sinal;
- processos de discriminação (de identificação) ou perceptivo: classificar as informações em categorias. Esta função só é possível se anteriormente houve a detecção e se já existirem categorias memorizadas;
- processos de interpretação (tratamento das informações) ou cognitivo: dar um significado às informações. Esta função só é possível se anteriormente houve a detecção, a discriminação e se já existirem conhecimentos memorizados.

Inicialmente, pode-se distinguir sensação da percepção que, nas atuais obras de psicologia, são tratadas como dois níveis de um mesmo processo cognitivo. Na verdade, sensação é a resposta específica a um estímulo sensorial, enquanto percepção é um conjunto dos mecanismos de codificação e de coordenação, das diferentes sensações elementares, visando lhes dar um significado. O estudo da percepção situa-se num nível menos sensorial e mais cognitivo do que o estudo da sensação. De fato interessa menos as condições do estímulo que permitem a percepção, e mais o significado correspondente a um certo estímulo, isto é, o conhecimento do "objeto", tal como ele é percebido.

2.5 O ASPECTO COGNITIVO

A cognição caracteriza-se por um processo ou um caminho de duas vias: *botton-up*: de baixo para cima ou *up-down*: de cima para baixo. Com efeito, o percebido não é uma fotografia fiel do ocorrido, pois a informação que resulta do processo de detecção é muitas vezes incompleta e é integrada com uma informação "parecida" que desce da memória. Assim, é possível uma atribuição de significado rapidamente, ainda que de forma equivocada. De fato, uma informação "parecida" guardada na memória nem sempre corresponde à realidade. Assim, no processo de percepção humana, ganha-se em rapidez, mas perde-se em precisão (CYBIS,2005).

Guimarães (2004) cita que a dificuldade na percepção visual contribui para aumentar a sobrecarga mental e reduzir a eficiência do trabalhador já que, conforme Guimarães (2004), o autor Wisner (1987) esclarece os aspectos: físico, cognitivo e psíquico para qualquer atividade como já citado anteriormente.

Para Eysenck (1994), conhece-se mais sobre percepção visual que as demais modalidades sensoriais. Considera-se que a modalidade visual é provavelmente a modalidade sensorial mais importante para os indivíduos normais e que sua influência na cognição é maior que outras modalidades sensoriais.

Segundo Pulat (1997), a função principal do display é apresentar a informação de forma clara (não ambígua). As condições para detecção do sinal são:

- duração do sinal, onde há um tempo ótimo para exposição da informação ao usuário, conforme tarefa e *estresse*.
- múltiplos canais para o sinal (visual, auditivo, tato, etc.) que facilitam a percepção.

Há vários elementos envolvidos no processamento da informação. Quando lemos a percepção da informação depende da distância e também do ponto de fixação de nosso olho. Estes elementos podem ser variável dependente ou independente conforme sua atuação na resposta. Se atuação na resposta for um fator determinante, consideramos o elemento como variável dependente. Dentre os aspectos individuais (acuidade visual e idade) e aspectos culturais, podemos citar alguns parâmetros relevantes na percepção: a cor, o contraste, a forma, o brilho, a luz (OKIMOTO, 2000).

Parâmetros visuais estão relacionados ao tamanho, ao contraste, à iluminação e ao tempo de exposição à informação. Segundo Bullimore, Howarth e Fulton (1995), a partir de certo instante o aumento dos parâmetros citados não respondem mais linearmente de forma crescente.

A percepção do nível de luminosidade e saturação do objeto em questão deve diferenciar entre o fundo e não deve criar confusão com outras cores de fundo (STOKES; WICKENS; KITE, 1990).

Chapanis (1949) relacionou o ângulo de visão com a iluminação de fundo. A medida que se diminui a iluminação de fundo ocorre a diminuição do ângulo de visão. A iluminação está relacionada à detecção e tem como parâmetros o campo de visão, a forma e o contraste.

2.6 O DESIGN DA INFORMAÇÃO

O *design* da informação é uma área do *design* gráfico que objetiva equacionar os aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos que envolvem os sistemas de informação através da contextualização, planejamento, produção e interface gráfica da informação junto ao seu público alvo. Seu princípio básico é o de otimizar o processo de aquisição da informação efetivado nos sistemas de comunicação analógicos e digitais (SPINILLO, 2004).

Sistemas de sinalização, documentos e manuais de instrução, avisos e advertências visuais (interface com a comunicação visual – legibilidade, leiturabilidade, iconografia). Todos são produtos do trabalho humano e são projetados, cada um com suas características específicas, para atender as necessidades humanas, oferecendo conforto, segurança, bem-estar e prazer aos usuários – trabalhador, operador, consumidor. Assegurar que a utilidade dos produtos e a qualidade da interação se adequem aos requisitos do usuário, às atividades da tarefa e ao contexto em que o produto será usado significa estabelecer a usabilidade como objetivo específico e fundamental para o *design* – *ergodesign*. O desafio consiste em integrar as necessidades do usuário, *design* e avaliação da usabilidade num processo de *ergodesign* holístico e interativo (MORAES, 2002).

Apresentamos tendência para usar a direção de leitura do sistema de escrita quando se faz leitura de uma configuração gráfica (SPINILLO, 2004).

A leitura analógica se liga muito mais ao mundo físico do que ao mundo mental que é o caso da leitura digital (EPSTEIN, 1988). Para Cybis (2005), sobre mostradores de software, a forma digital deve ser definida quando houver uma

necessidade de precisão de leitura do dado. No caso de valores que variem rapidamente, uma forma gráfica analógica deve ser definida. Se o dado a apresentar for demasiadamente longo ele deve ser dividido em grupos lógicos. No que se refere as formas auxiliares, as cores, em especial o amarelo, pode ser empregado para agrupar dados espalhados na tela. Cores mais saturadas (contraste) ou mais intensas (brilho) podem ser utilizadas para o destaque de dados críticos. O emprego da intermitência visual (pisca-pisca) para destacar um dado deve ser feito com bastante cuidado. De modo a preservar sua legibilidade, sugere-se a adoção de um elemento extra, como um indicador ao lado do dado, ao qual seria atribuída a intermitência visual. O tamanho dos caracteres também pode ser utilizado como forma de destacar dados urgentes.

2.7 A VISÃO

Sorkin (1983) classifica visual displays através de suas formas, tipo de modo sensorial (audição, tato, etc.). Uma das classificações refere-se a displays estáticos ou dinâmicos onde os dinâmicos, podem ser discretos ou contínuos. Os dispositivos contínuos são aqueles que respondem linearmente a cada incremento, ou seja, os analógicos. O *design* de fatores humanos considera a *forma da informação* como um dos parâmetros mais importantes para a classificação do display. As informações típicas dos displays são *status*, avisos, histórico, prognóstico, comandos e instruções. Outro parâmetro importante para classificação do display é o *tipo de código visual* (símbolos alfanuméricos, palavras, abreviações, figuras ou informações pictóricas com nível de abstração, por exemplo, cores, formas, linhas ou figuras). Finalmente, o parâmetro principal para classificação do tipo de display é a *tecnologia para transformar uma linguagem* de máquina ou a informação de outra pessoa para o receptor. Esta tecnologia pode ser um simples sinal mecânico eletrônico ou então sofisticado. Podemos citar como exemplo simples um termômetro e como sofisticado o CRT (*cathod ray tube*), plasma, LCD (*liquid cristal displays*).

A maioria dos displays apresentam uma ou duas variáveis para apresentação da informação. No caso de duas variáveis podemos ter representação bidimensional. O tamanho dos mostradores analógicos depende da acuidade visual do observador, conforme Sorkin (1983).

2.7.1 Acuidade Visual

Conforme Eyemlink (2005) a medição da acuidade visual é o aspecto mais importante para o exame completo dos olhos. Este teste é finalizado solicitando-se ao paciente para ler a *Snellen eye chart* que está a 20 pés de distância. O comprimento do local onde se faz o teste não necessariamente deve ter 20 pés, pois, este teste pode ser complementado com espelhos. O indivíduo que consegue ler letras de aproximadamente uma polegada de altura a uma distância de 20 pés apresenta 20/20 de acuidade visual. Esta acuidade é considerada normal

Conforme apresentado em DoctorErgo (2005), a acuidade visual é a habilidade para discriminar um pequeno detalhe. Acuidade visual é o método mais comum de avaliar a habilidade visual, mas não é certamente o único meio de avaliar habilidades visuais. Embora hajam vários métodos para avaliação da acuidade visual, o método mais comum, para avaliação à distância, é determinar o tamanho mínimo de letras padronizadas. Este é o chamado *Snellen visual acuity*, nome da pessoa que desenvolveu o método. O normal desejado para uma avaliação de acuidade visual de um indivíduo sem patologia e com erro refrativo corrigido são 20/20 (unidades inglesas) ou 6/6 (unidades métricas). Ou seja, significa que o olho testado é capaz de ler determinado tamanho de letra a uma distância de 20 pés.

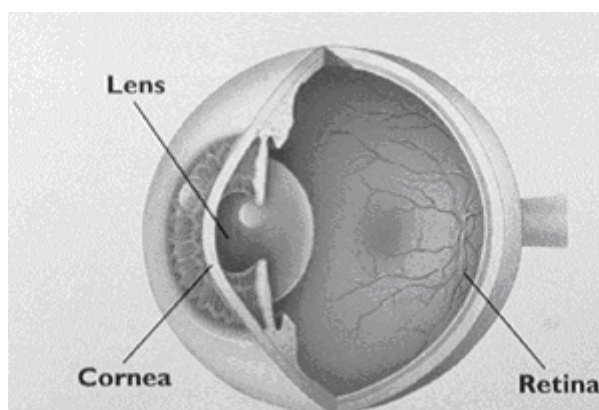


FIGURA 7 - O OLHO
FONTE: *DoctorErgo* (2005)

Em um olho normal, a córnea e a lente focalizam raios claros na retina. A retina recebe o retrato dado forma por estes raios claros e emite a imagem ao cérebro através do nervo ótico.

A refração, segundo Houaiss, é a deflexão de um trajeto reto submetida por uma onda do raio claro ou da energia na passagem oblíqua de um meio (como o ar) para outro (como o vidro) em que sua velocidade é diferente.

Um erro de refração significa que a forma de seu olho não refrata a luz corretamente, de modo que a imagem que se vê seja borrada. Embora os erros de refração sejam chamados falhas de visão estas não são doenças. Dentre os tipos diferentes de erro de refração podemos citar miopia e astigmatismo. Os óculos e lentes de contato são os métodos mais comuns para correção do erro de refração.

A realização do teste de acuidade visual conforme Mdsupport (2005) segue os seguintes passos:

1. verifique a medida da altura da letra **E** posicionada no topo da carta. A altura normal é 88 mm para uma leitura a 6 metros de distância. Para carta com letra E diferente de 88 mm o procedimento é o seguinte:
 - a) Verifique a medida da altura da letra E em milímetros;
 - b) Divida por 88;
 - c) Multiplique por 6.

Desta forma o resultado é a distância em metros que se deve posicionar diante da carta.

1. posicione o indivíduo distante do cartaz;
2. retire o óculos ou lentes de contato;
3. mantenha os dois olhos abertos e somente um deles tapado com a mão ou folha de papel. Conforme Mdsupport (2005) também recomenda realizar o teste com os dois olhos simultaneamente;
4. solicite ao indivíduo a identificação da linha de menor tamanho de letra que é possível à leitura.

2.8 MÉTODO PARA A AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

2.8.1 Avaliação de Usabilidade

Como referência para o tema usabilidade devem ser citadas algumas referências a nível nacional e internacional, entre elas:

- *SERCO Usability*

É uma empresa líder no mercado de usabilidade. A sede está localizada em Londres, escritórios na Austrália (Sidney e Melbourne). É especializada em definição de produto, definição de requisitos do usuário, desenho conceitual e desenvolvimento, avaliação e testes de usabilidade, avaliação competitiva de produtos, treinamento, melhoria de processos, testes em laboratório, dentre outras atividades (SERCO, 2005).

- UFSC - LabIUtil

O Laboratório de Utilizabilidade da Informática da Universidade Federal de Santa Catarina (INE/CTC/UFSC) apoia, desde de 1995 as empresas brasileiras produtoras de software interativo que buscam a melhoria da usabilidade dos sistemas que produzem. O laboratório tem tomado iniciativas importantes a favor da usabilidade de interfaces humano-computador brasileiras, entre elas, a montagem da comissão de estudos

da ABNT para a elaboração da norma brasileira sobre ergonomia do trabalho de escritório com computadores (NBR 9241), e a organização do IV Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC2001). O LabIUtil disponibiliza em seu site as mais recentes versões da apostila "Engenharia de Usabilidade: uma abordagem ergonômica" organizada, a partir de 1995, pelo Prof. Dr. Walter de Abreu Cybis e o ErgoList, um sistema de listas de verificação de qualidades ergonômicas do *software* desenvolvido em 1997, com o apoio da Fundação Softex (LABIUTIL, 2005).

- Usability Net

É um projeto fundado pela União Européia, por EU *Framework V IST Programme* as IST 1999-29067. O suporte é oferecido através de trabalhos com grupos locais onde autoridades são participantes, oferecendo material específico da União Européia e finalmente promovendo a comunicação entre os profissionais da área (USABILITY NET, 2005).

- Useit.com

Os membros Nielsen J.; Norman D.; Tognazzini B. são pioneiros no *design* centrado no usuário e usabilidade (USEIT.COM, 2005).

2.8.2 Pesquisa sobre os Métodos de Avaliação da Usabilidade

Abordaremos aqui três tipos de questionários dedicados a avaliação da satisfação: QUIS, USE e SUMI – conforme Serco (2005). Logo em seguida abordamos o método MUSiC, que se refere ao tema usabilidade de forma mais holística.

2.8.2.1 QUIS

O questionário QUIS é uma ferramenta desenvolvida por um time multidisciplinar de pesquisadores do *Human-computer Interaction Lab* (HCIL) da Universidade

de Maryland no College Park. Foi desenvolvido para dar suporte ao usuário sob ponto de vista IHC. A equipe de QUIS dirigiu-se com sucesso aos problemas da confiabilidade e da validade para medidas da *satisfação*. (QUIS, 2004).

Para Harper (1997), segundo (CHIN; DIEHL; NORMAN, 1988), o questionário para a satisfação da interação do usuário QUIS foi criado para calibrar o aspecto da satisfação da usabilidade do software de uma maneira padrão, com confiabilidade e validade. O QUIS foi executado primeiramente como um formulário padrão usando uma escala de Likert de nove pontos.

O QUIS 7.0 é a versão atual. Contém um questionário, uma medida da satisfação do sistema total ao longo de seis escalas, e medidas hierárquicas organizadas em onze fatores específicos da relação (fatores da tela, terminologia e de gabarito, de aprendizagem do sistema fatores, potencialidades do sistema, manual técnico, tutorial, em linha, multimídia, reconhecimento de voz, ambiente virtuais, acesso do Internet, e instalação do software). Cada área mede a satisfação total dos usuários com esses módulos da relação, assim como os fatores destes módulos em uma escala de Likert de 9 pontos. Estes adjetivos estão posicionados na escala que varia do negativo, localizado à esquerda, até o positivo, localizado à direita. O questionário é projetado e configurado de acordo com as necessidades de cada análise da relação incluindo somente as seções que são do interesse do usuário (HARPER, 1997).

2.8.2.2 USE

O questionário USE - *Usefulness, Satisfaction and Ease of Use*, está para a utilidade, a satisfação, e a facilidade de utilização. Estas são as três dimensões que surgiram mais fortemente no desenvolvimento do questionário USE. Para muitas aplicações, a usabilidade parece consistir na utilidade e na facilidade de utilização, e a utilidade e a facilidade de utilização são correlacionadas. Cada fator dirige por sua vez a satisfação do usuário e a frequência de uso. Os usuários parecem ter uma impressão boa do que é usável ao contrário do que não o seja (LUND, 2005).

2.8.2.3 SUMI

O Software Usability Measurement Inventory é um método aprovado de medição de qualidade de software para usuários finais. SUMI auxilia a identificação do software mais apropriado para sua organização. Se a equipe tem ferramentas de qualidade para o trabalho então isto se reflete em eficiência da equipe e qualidade de serviço da equipe. O SUMI pode apresentar as seguintes aplicações. (KIRAKOWSKI, 2005):

1. avaliar novo produto durante fase de desenvolvimento;
2. realizar comparações entre produtos ou versões de produtos;
3. determinar meta para desenvolvimento de aplicações futuras;
4. determinar objetivos para qualidade do uso;
5. estabelecimento de metas durante o processo de desenvolvimento do produto;
6. determinar aspectos positivos e negativos da interface.

SUMI possibilita medidas de requisitos de usuários conforme European Directive on Minimum Health and Safety Requirements for Work with Display Screen Equipment (90/270/EEC). SUMI também é mencionado na norma ISO9241 e portanto é um método reconhecido para teste da satisfação do usuário (KIRAKOWSKI, 2005).

Talvez o caminho mais simples para testar usabilidade do sistema seja perguntar ao usuário e o mais conveniente caminho estruturado para atingir o usuário seja o questionário. Devidamente conduzido e analisado, este procedimento pode trazer validade e confiança para medidas de satisfação do usuário.

SUMI foi desenvolvido junto com o MUSiC Project, em University College Ireland e traz informação sobre cinco fatores: eficiência, como afeta o usuário, impacto, suporte de ajuda, controle e facilidade de aprendizagem. Além disto oferece uma medida global de usabilidade junto com um diagnóstico de dados especificamente

relacionados ao produto investigado. Sua validade e confiabilidade tem sido estabelecida no campo de experimentação. SUMI oferece uma prospecção de baixo custo e real dos dados de usabilidade. Oferece também um guia para uso correto do questionário.

Esta ferramenta também contém software administrador e um software suporte de pontuação SUMISCO que oferece suporte para permitir que o usuário realize suas análises usando uma base de dados de amostras padronizados que proporcione pontuação mais exata possível (USABILITY NET, 2055). SUMISCO é baseado em perfis de 200 respostas para software comercialmente disponível. Ele irá posicioná-lo sobre como o produto está comparado à base de dados padronizado.

O software Usability Measurement Inventory (SUMI) contém 50 itens, questionário internacionalmente padronizado para medidas quantitativas a fim de detectar a usabilidade do produto do ponto de vista do usuário. Com relação às 50 questões, os usuários devem determinar se concordam, se são indiferentes ou se não concordam. O número de usuários para se obter um dado confiável é no mínimo 12 pessoas. Pode-se usar menos pessoas mas os resultados não serão representativos. De fato, este método tem oferecido informações importantes para amostra de 4 a 5 usuários. Se o plano for survey então são indicados não mais que 30 usuários para cada categoria de survey (USABILITY NET, 2005).

2.8.2.4 K-LM

Conforme Bevan e Macleod (1994), a maneira mais formal para a avaliação analítica produz medidas que irão prever a usabilidade antes de sua implementação. Os métodos necessitam de pelo menos especificação parcial do sistema, da interface com o usuário, e aplica algumas representações teóricas dos usuários. Estes métodos podem ser simples ou de escopo limitado: simples seria o exemplo *Keystroke Level Model* segundo K-LM: Card, Moran e Newwll (1980); ou complexo como SANE segundo Gunsthovel; Bossler (1991). Baseando-se em

especificações, estes métodos podem conduzir rapidamente ao ciclo de *design*. Métodos analíticos somente modelam aspectos limitados dos usuários, tarefas e softwares. Estes métodos estão mais relacionados a desempenho que a satisfação do usuário. O resultado tende a focar determinado aspecto do design, assim como menu ou seqüências específicas de diálogo.

A análise K-LM descreve a interação a nível individual. Adicionando os tempos previstos para cada ação então temos o tempo previsto de uma tarefa para um usuário perito, considerando que não há erros. A exatidão do K-LM é limitada pelo fato de que não considera o contexto e aspecto cognitivo. Os modelos mais sofisticados podem ser aplicados, no início do design, para testar especificações de aspectos específicos da usabilidade para usuários que tem diferentes níveis de habilidade e conhecimento. Estes modelos representam certos níveis de processo do sistema e processo cognitivo ou habilidades do usuário. O trabalho é prever a complexidade da ação através do desempenho do usuário em uma determinada tarefa. Portanto é necessário um modelo cognitivo de usuário e uma especificação da interface sistema – usuário. O objetivo principal é reduzir a necessidade de alterações posteriores ao desenvolvimento quando estas seriam mais trabalhosas e mais caras. Os métodos disponíveis atualmente necessitam de muito conhecimento para atingir previsões aplicáveis. Alguns métodos mais recentes apresentam maior facilidade de aplicação: *Cognitive Complexity Theory* (Kieras 1988) e SANE (GUNSTHOVEL; BOSSER, 1991). A abordagem do SANE usa um modelo dinâmico para usuários de interface e modelos separados de tarefas de usuário. O procedimento do usuário pode ser gerado por uma simulação. As medidas produzidas descrevem (BEVAN e MACLEAD, 1994).

- eficiência do uso;
- exigências aprendidas;
- trabalho cognitivo;
- a adaptabilidade do sistema as tarefas;
- robusteza.

A separação de dispositivo e modelo de tarefa facilita a comparação de opções de alternativas de design assim como a usabilidade do dispositivo para diferentes tarefas. As ferramentas SANE foram desenvolvidas parcialmente com o Projeto MUSiC, é um desenvolvimento de ambientes para construção de modelos, simulação de procedimentos e derivação de medidas (BEVAN; MACLEOD,1994).

2.8.2.5 MUSiC

Conforme Bevan (1998), a usabilidade pode ser entendida como qualidade do uso. Pode também ser operacionalizada em termos de eficácia, eficiência e satisfação conforme definições da norma ISO9241-11. Eficácia e eficiência são medidas de performance dentro do contexto de uso. Há evidências de que performance e satisfação não estão necessariamente diretamente relacionadas. O sistema pode ser satisfatório porém não eficiente para o uso, ou vice versa. O método MUSiC (Performance Measurement Method) trata destes componentes da usabilidade mensurando-os e fornecendo um diagnóstico. Este método é análogo ao KLM (*Key stroke Level Model*) onde se estima os tempos de performance da tarefa para a interação entre usuários e sistemas computadorizados.

Usabilidade é definida pelo MUSiC como: a extensão na qual o produto pode ser usado de modo eficaz, com eficiência e satisfação por usuários específicos, para tarefas específicas e ambiente também específico. É uma definição similar à norma ISO9241-11, porém enfatiza que o usuário e a sua habilidade com o sistema o ajuda a atingir seus objetivos específicos. Isto permite avaliações em fase de protótipo ou implementação (BEVAN, 1998).

Alguns itens são desejáveis para análise da usabilidade:

- Qual a facilidade para usuários específicos **aprenderem a usar** o sistema?
- Quanto de **controle** o usuário específico tem em relação ao sistema?

- Como o sistema afeta o usuário? O usuário gosta do sistema? É **agradável**?
- Quanto de **esforço mental** o usuário desprende?
- Quanto de **ajuda** o sistema oferece para o usuário?

O método MUSiC busca responder estas questões (HFRG, 2005).

É importante esclarecer que o usuário de um software interativo como rotina de trabalho tem trazido para os setores industriais a importância da usabilidade e também da qualidade do software. Usabilidade tem sido o fator principal para aceitação do sistema pelo usuário. Apesar de sua importância crescente, atender seus requisitos e aplicar testes para implementação não são tarefas simples. MUSiC oferece ferramentas práticas e métodos para avaliação, teste e implementação de usabilidade. MUSiC classifica medidas de usabilidade em três tipos (BEVAN, 1998):

- Medida de desempenho

O desempenho dos usuários é medido através de objetivos, regras e observação. Os usuários são observados enquanto executam a tarefa assim como a condição de reproduzir as características da tarefa dentro do contexto. Medidas de desempenho são importantes para certificação, ou para medição de simulação ou protótipo de sistema necessita ser avaliado, ou ainda, para refinar o design de um produto na fase de desenvolvimento.

- Medidas de qualidade percebidas pelo usuário

Os usuários são solicitados para usar o sistema por um período determinado antes de completar o questionário que fornecerão as medidas de atitude para o sistema. Métricas de satisfação do usuário são aplicadas sempre que se avalia uma versão do software ou protótipo. Estas métricas incluem eficiência, aprendizagem, controle, agradabilidade e ajuda. SUMI (*Software Usability Inventory Analysis*) oferece as métricas citadas acima além de um indicador global de usabilidade.

- Medida de carga cognitiva

Medidas de carga cognitiva avaliam a carga mental requerida pelo usuário. Os usuários são medidos enquanto realizam as tarefas no sistema. A relação de desempenho para o esforço é usada como um indicador de usabilidade. Alta relação de desempenho indica alto nível de usabilidade. A medida de esforço mental é usada somente para avaliação de protótipo de sistemas. Pode ser usado também para refino iterativo do sistema durante o ciclo de *design*.

Os produtos MUSiC descritos no guia geral descreve o sistema MUSiC e apresenta ferramentas e métodos. Na sequência apresentamos ferramentas e técnicas que podem ser usadas junto com o MUSiC, conforme Bevan (1994):

1. Usability Context Analysis (UCA) conforme Thomas (2005)
2. Performance Measurement Method
3. DRUM
4. User Perceived Quality: SUMI
5. Measures of Cognitive Workload

Segue uma descrição de cada item citado acima:

1. Usability Context Analysis (UCA)

É o pré-requisito para qualquer avaliação. O UCA oferece um guia que descreve as características chave (THOMAS, 2005):

- Usuário: para quem o sistema é desenvolvido.
- Tarefa: sistema designado para oferecer suporte ao usuário para execução.
- Ambiente: em qual sistema operar, ou seja, aspectos técnicos, físicos e organizacional.

Cada um destes itens acima contribui para o contexto de uso. Usando um questionário é possível descrever os usuários, tarefa e ambiente no qual o sistema está sendo avaliado, a documentação sobre acurácia pretendida no contexto de uso.

2. Performance Measurement Method (PMM)

É uma técnica para medição da usabilidade que possibilita ao usuário o teste do produto. MUSiC oferece um guia que descreve PMM no qual a usabilidade do produto pode ser medida quantitativamente. O método é baseado no desempenho e oferece dados de eficiência e eficácia da interação do usuário com o produto. O método é descrito em sete passos:

- 1) explica como iniciar e informações iniciais;
- 2) explica como aplicar o método;
- 3) oferece revisão de como analisar usabilidade;
- 4) descreve em detalhes como analisar os dados de saída da tarefa analisada;
- 5) descreve em detalhes como analisar os vídeos das sessões de usabilidade;
- 6) descreve o software ferramenta de suporte DRUM (Diagnostic Recorder for Usability Measurement);
- 7) oferece guia de interpretação.

3. DRUM (diagnostic Recorder for Usability Measurement)

É um software ferramenta que possibilita ao processo de análise da usabilidade do sistema onde a avaliação é baseada na análise de desempenho do usuário. DRUM analisa rapidamente o vídeo. Isto ajuda o analista a construir o tempo de cada sessão e suas medidas. Esta ferramenta de análise de dados está em formato compatível com *softwares* de estatística. DRUM atende diversos aspectos de análise de usabilidade:

- gerir dados
- análise da tarefa
- vídeo control
- análise dos dados

4. Medidas de qualidade percebidas pelo usuário: SUMI.

5. Medida de Carga Cognitiva

Existem dois métodos para avaliação de carga cognitiva: medidas objetivas e medidas subjetivas, sendo que o último método se desdobra em outros dois métodos que são SMEQ (Subjective Mental Effort Questionnaire) e TLX (Task Load Index).

O método de medidas objetivas proposto por trabalhos desenvolvidos em Technical University of Delf (Netherlands) define que estas medidas podem ser obtidas através do monitoramento das variações dos batimentos cardíacos e medidas subjetivas podem ser obtidas através de questionários. Medidas objetivas de esforço cognitivo MUSiC são obtidos através das batidas cardíacas que por sua vez são função da pressão sanguínea, regulação de temperatura e respiração. Os batimentos também podem ser afetados por estresse, movimentos, etc. Portanto, estas medidas nem sempre são válidas como esforço mental. O SMEQ contém nove escalas que indicam situações como "nenhum esforço" ou "muito esforço". Este método pode ser administrado em laboratório e estudos de campo com alta validade e confiabilidade. O TLX é extensamente utilizado e reconhecido. É uma avaliação multidimensional. É uma média ponderada de seis sub escalas que relata a performance individual com relação a tarefa. As sub escalas são:

- demandas individuais: mental, físico e tempo;
- interação do indivíduo com a tarefa: desempenho, esforço e frustração.

O quadro 3 cita vantagens e desvantagens das medidas tomadas para definição da usabilidade conforme MUSiC (HFRG, 2005).

QUADRO 3 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MÉTODOS

MEDIDA	VANTAGENS	DESVANTAGENS
<i>Trabalho Cognitivo: Medidas Objetivas</i> Avaliação cognitiva usando monitoramento fisiológico (uso de medidas objetivas quando excessivo esforço mental é fator crítico, por exemplo, em energia nuclear, controle de tráfego aéreo, processos industriais)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ objetivo ▪ ambos detalhados e globais ▪ precisos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ alto custo relativo à medida subjetiva ▪ requer rígida avaliação experimental do <i>design</i> ▪ pode ser invasivo.
<i>Trabalho Cognitivo: Medidas subjetivas</i> Tarefa com opiniões complexas. "Subjective Mental Effort Questionnaire (SMEQ)": Seleção de dados e pontuação é empírica. Task Load Index (TLX): mental, físico, desempenho com relação tempo, esforço, frustração.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ baixo custo ▪ rígidas restrições para método ▪ validade e confiabilidade dos indicadores de esforço mental e relato de fatores do meio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ requer tarefas bem definidas e produto representativo ▪ somente indicadores globais ▪ tema subjetivo para controle individual
<i>Qualidade percebida pelo Usuário</i> SUMI (Software Usability Inventory Analysis): <i>Influência, ajuda, aprendizagem, eficiência e controle além de fornecer indicador global para usabilidade.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pontuação global com rápida comparação ▪ cerca de 10 minutos para completar o questionário. ▪ pontuação manual ou via computador. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ somente indicador global ▪ tema subjetivo para controle individual ▪ requer produto representativo
<i>Método de medição de performance</i> Eficiência e eficácia, produtividade e dificuldade de análise.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ não há restrição para medição (tecnologia da informação) ▪ suporte automático para análise de vídeo (DRUM) ▪ versão simplificada disponível 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DRUM <i>software</i> solicita análise eficiente ▪ requer produto representativo (alguns valores de protótipos) ▪ pode ser invasivo

FONTE: MUSiC (2005)

Finalmente a sequência para aplicação do método MUSiC é conforme abaixo (HFRG, 2005):

1. definir o produto a ser testado;
2. definir o contexto de uso;
3. especificar e preparar o contexto das medições;
4. executar o teste;
5. analisar os dados do teste para derivar as métricas;
6. elaborar o relatório de usabilidade.

2.8.3 Comparação entre Métodos Propostos para Avaliação da Usabilidade

No capítulo 3 seguinte será detalhado o método proposto. Segue o quadro abaixo com o intuito de apresentar o método descrito por Cochran (1977) e comparar os passos descritos conforme Serco (2005).

QUADRO 4 - COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS

PASSO	COCHRAN	SERCO
1	Objetivos da tarefa	Selecionar as tarefas importantes e usuários a ser testados
2	População a ser submetida a amostragem	Selecionar usuários representativos (3 a 5 são suficientes para detectar problemas e 8 ou mais é para confiabilidade das medidas)
3	Dados a serem coletados	Organize o cenário da tarefa e os dados de entrada, escreva instruções para os usuários, diga ao usuário o que se deseja mas não o que fazer.
4	Grau de precisão desejado	Planeje sessões que permitam tempo para dar instruções, realização da tarefa e, respostas para questionário e posterior entrevista
5	Método de mensuração	Convide os projetistas (relacionados ao desenvolvimento) para observar as sessões. Se estes não puderem estar presentes então registre em filmagem e apresente para eles.
6	Sistema de referência	Dois administradores são normalmente necessários: um para interagir com os usuários e outro para anotar os problemas e conversar com os observadores
7	Escolha da amostra	Se possível utilize uma sala para teste que esteja anexada por vídeo a outra sala onde estariam os observadores.
8	Pré-teste	Se medidas de usabilidade são necessárias então observe os usuários sem comentar.
9	Organização do trabalho de campo	Se não forem solicitadas medidas de usabilidade então alerte o usuário para explicar sua interpretação do contexto, cada tela e suas razões de escolha
10	Resumo e análise dos dados	
11	Informação ganha para futuras pesquisas	

FONTE: Cochran (1977) e Serco (2005)

2.8.4 Determinando as Medidas de Usabilidade

A definição de qualidade do uso deve consistir em medidas apropriadas do desempenho do usuário: eficiência, eficácia e satisfação do usuário. Devido a relativa importância dos componentes da usabilidade e dependência do contexto de uso e ainda do propósito para o qual a usabilidade está sendo descrita, não há uma regra

geral para sobre como estas medidas podem ser combinadas. É normalmente recomendada pelo menos uma medida para cada item de qualidade do uso e sempre é necessário repetir as medições em diferentes contextos (BEVAN; MACLEOD, 1994).

Eficácia

Medidas de eficácia relatam os objetivos principais ou secundários do uso de um sistema a fim de atingí-los com exatidão e de forma completa. Por exemplo, se desejar transcrever a página 2 de um documento num formato específico, então a exatidão seria especificada ou medida pelo número de erros e desvios do formato especificado. A quantidade de palavras completas dividido pelo número total de palavras do documento original seria a avaliação sobre quão completo foi o uso do sistema (BEVAN; MACLEOD, 1994).

Eficiência

Medida de eficiência relata o nível de eficácia atingido para uma quantidade de recursos despendido. Os recursos podem ser esforço mental ou físico, podem ser usados para obter medidas de eficiência humana, pode ser o tempo a fim de se obter uma medida temporal de eficiência, ou pode ser custo financeiro a fim de medir eficiência econômica. Conforme expectativas dos usuários, duas fontes de recursos produzem duas diferentes definições de eficiência:

$$\text{Eficiência do tempo} = \text{tempo de realização da tarefa} \quad (1)$$

$$\text{Eficiência humana} = \frac{\text{eficácia}}{\text{esforço}} \quad (2)$$

Eficiência do tempo pode ser medida através do Método de Medida de desempenho MUSiC. Já a eficiência humana pode ser derivada de medidas do trabalho cognitivo (BEVAN; MACLEOD, 1994).

Do ponto de vista das organizações os recursos consumidos são o custo que a organização obtém para realização da tarefa, como:

- custo hora dos usuários
- custo dos recursos e equipamento usado
- custo de treinamento necessário para o usuário

Para este caso: eficiência econômica é igual ao custo total

Como exemplo, se é desejável imprimir cópias de um relatório, então a eficiência pode ser especificada ou medida pelo número de cópias usáveis do relatório impresso dividido pelo recurso despendido nesta tarefa (como horas e material consumido).

Satisfação

Medidas de satisfação descrevem a usabilidade percebida do sistema como um todo pelo usuário e a aceitação do sistema pelas pessoas que o utilizam e outras pessoas que são afetadas pelo seu uso.

Satisfação pode ser especificada e medida através de escalas de taxa de atitude como SUMI. Mas para sistemas de atitude existentes pode-se também acessar indiretamente, através da taxa de comentários positivos e negativos durante o uso, taxa de absenteísmo, relatórios de problemas de saúde. Medidas de satisfação oferecem indicadores importantes da percepção da usabilidade pelo usuário mesmo que não seja possível obter medidas de eficiência e eficácia (BEVAN; MACLEOD, 1994).

Para Bevan e Macleod (1994), a escolha da medida apropriada e do nível de detalhe é dependente de cada característica do contexto de uso que por sua vez influencia a usabilidade e os objetivos envolvidos na medição. A importância de cada medida está relacionada aos objetivos do sistema considerado como um todo. Eficiência e eficácia são normalmente o interesse principal, mas satisfação pode ser mais importante, por exemplo onde o uso é discreto.

Eficácia da tarefa

Bevan e Macleod (1994) citam que conforme Rengger (1993), no método de medição do desempenho MUSiC, a eficácia com que o usuário utiliza o produto em determinada tarefa compreende dois componentes: a quantidade de tarefa que o usuário completa e a qualidade de objetivos que ele atinge. Quantidade é a medida do montante de tarefas completas realizadas pelo usuário. Isto é definido como a proporção de objetivos da tarefa representados como saída (ou resultado) da tarefa. Qualidade é a medida do grau no qual o resultado atingiu os objetivos da tarefa. Tanto qualidade como quantidade são medidos em percentagens. A eficácia da tarefa pode ser calculado, da seguinte forma:

$$\text{Eficácia TR} = \frac{1}{100} (\text{quantidade} \times \text{qualidade}) [\%] \quad (3)$$

Onde: TR = tarefa

Eficiência da tarefa

Bevan e Macleod (1994) definem eficiência temporal como:

$$\text{Eficiência U} = \frac{\text{eficácia}}{\text{tempo realização da tarefa}} [\%] \quad (4)$$

Onde U= usuário

Eficiência é medida num contexto particular. Os valores obtidos tem pouco sentido se não houver um referencial para comparação. As medidas de eficiência podem ser usadas para comparar eficiência de:

- Dois ou mais produtos similares, ou versões de produto, quando usados no mesmo grupo de usuários para mesma tarefa e mesmo ambiente.
- Dois ou mais tipos de usuários quando usam o mesmo produto para a mesma tarefa no mesmo ambiente.

- Duas ou mais tarefas quando aplicadas nos mesmos usuários, com o mesmo produto no mesmo ambiente.

Em cada um destes exemplos a eficiência relativa da condição de teste pode ser citada como percentual das demais.

Período produtivo

Segundo Bevan e Macleod (1994), o Método de medição de desempenho MUSiC define como período produtivo da tarefa a proporção de tempo que o usuário dispende realizando a tarefa independente de atingir os objetivos da tarefa. Períodos improdutivos da tarefa são os períodos durante os quais o usuário procura por ajuda, procura informação no produto, reparação de erros. Tempo produtivo é definido como o tempo de tarefa restante após ajuda, procura ou reparação de erros. Podemos definir período produtivo como:

$$P_p = \frac{(T \text{ tarefa} - T \text{ ajuda} - T \text{ busca} - T \text{ reparação erros}) * 100}{T \text{ da tarefa}} [\%] \quad (5)$$

Onde: T = tempo

Medidas de aprendizagem

A taxa através da qual o usuário aprende como usar um produto particular em um contexto específico, pode ser medida pela taxa de crescimento exibida pela medida individual quando o usuário repete uma sessão de avaliação. Outra alternativa de eficiência de um usuário particular relativo a um perito oferece um indicador de posição de aprendizagem na curva que os usuários desempenham. O MUSiC Medida de eficácia relativa do usuário define a taxa (expressa em percentagem) de eficiência de qualquer usuário e também do usuário perito para o mesmo contexto. Desta forma:

$$\text{Eficiência R U} = \frac{\text{eficiência U} * 100}{\text{eficiência perito}} [\%] \quad (6)$$

$$\text{Eficiencia R U} = \frac{\text{eficácia U} * \text{T tarefa perito} * 100}{\text{eficácia T tarefa perito}} \quad [\%] \quad (7)$$

Onde: T = tempo, U = usuário; R = relativa

2.9 CONCLUSÕES

A revisão bibliográfica permitiu a identificação de parâmetros importantes para a posterior elaboração do questionário. Portanto, segue o descritivo sobre a elaboração do questionário:

a) Dados pessoais e o teste de acuidade visual (página 1 do questionário)

Conforme Santos e Fialho (1997), a idade, grau de escolaridade, tipo de contrato, rotatividade, ambiente de trabalho e atuação com co-piloto são fatores que podem interferir no desempenho da tarefa. Para Okimoto (2000) dentre os aspectos individuais (acuidade visual e idade) e aspectos culturais, podemos citar alguns parâmetros relevantes na percepção: a cor, o contraste, a forma, o brilho, a luz. Moraes (2002) cita exemplos onde freqüentes alterações de temperatura que causam desconforto térmico. Isto é considerado um ruído ergonômico. A figura associada ao módulo do painel em estudo foi incluída na folha 1 do questionário com o objetivo de auxiliar o operador nas respostas, ou seja, como introdução para o questionário conforme Gil (1999).

O teste de acuidade visual tornou-se necessário pois a análise do painel com relação aos parâmetros citados no questionário implicam no sentido a visão. Conforme Goldstein (1989) a visão é o sentido mais importante dentre os demais e portanto o mais relevante para a percepção. Para Sorkin (1983) o tamanho dos mostradores analógicos depende da acuidade visual do observador. A acuidade visual é variável incontrolável, portanto, independente.

b) Os parâmetros para análise da Usabilidade (página 2 do questionário).

A construção do questionário foi realizada com base na revisão bibliográfica de onde destacamos os 16 parâmetros relevantes para a análise do painel de instrumentos da colheitadeira CNH:

- Painel permite dirigir sem tirar os olhos da estrada
- Horário de Trabalho
- Acesso
- Leitura
- Lay out dos Módulos Obedece a Princípio da Importância e Frequência de Uso
- Preferência por Analógico a Digital
- Figuras Indicativas são Símbolos Conhecidos ou de Fácil Dedução
- Ambiente Interno: Iluminação é Agradável
- Módulos tem Cores de Fundo Diferentes - É Importante a Cor de Fundo?
- Há Dificuldade de Percepção Visual da Informação
- Há Excesso de Carga Mental
- Tempo Gasto para Realização da Tarefa é Satisfatório
- Há erros na Seqüência da Calibração
- Há etapa Onde há Maior dificuldade
- Alarme Auxilia Durante a Tarefa Calibração e Alerta para Erros
- Resposta no Formato Digital é Legível

O sentido visão é o receptor de informação mais explorado neste estudo, apesar de que, o ser humano dispõe de vários canais sensoriais conforme Guimarães (2004). O objeto de estudo, display visual, como diz o nome, explora o sentido visão reforçando nosso enfoque neste sentido. Neste estudo também abordamos com menor intensidade o sentido audição.

A norma ISO9241-11 cita um exemplo de critérios para avaliação de satisfação, eficiência e eficácia o que também orientou a elaboração do questionário disponível no Anexo D. Conforme o anexo D, os parâmetros relacionados à satisfação são os itens do questionário de 2.1 a 2.7, relacionados a eficiência são os de 3.1 a 3.3, e os relacionados a eficácia são os de 4.1 a 4.4. Os itens 1 e 1.1 são para

avaliação geral da usabilidade, portanto não compreendem satisfação, eficiência ou eficácia especificamente.

A norma ISO 9241-11 e o método MUSiC descritos neste capítulo apresentam maior detalhamento dos procedimentos para a análise da usabilidade. Observamos que o método MUSiC aprofundou-se mais nos itens eficiência e eficácia. O método SUMI, que está contido no MUSiC, está mais relacionado à satisfação.

Conforme o comparativo entre Serco (2005) e o procedimento sugerido por Cochran (1977), notamos que este último é mais completo e detalhista. Portanto, no próximo capítulo detalhamos os passos do método proposto por Cochran (1977).

O relatório apresentado por Brown e Davidson (1999), forneceu conceitos muito importantes para a quantificação dos resultados obtidos na filmagem da tarefa.

Portanto, principalmente destes fundamentos acima citados extraímos o conceito para elaboração do método proposto apresentado no capítulo 3.

3 MÉTODO PROPOSTO PARA A AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

3.1 AS TÉCNICAS DE PESQUISA EMPREGADAS NO MÉTODO PROPOSTO PARA A AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

A seleção do instrumental metodológico está diretamente relacionada com o problema a ser pesquisado; a escolha dependerá de vários fatores relacionados com a pesquisa, ou seja, a natureza dos fenômenos, o objetivo da pesquisa, os recursos financeiros, a equipe humana e outros elementos que possam surgir no campo da investigação. Tanto os métodos como as técnicas devem adequar-se ao problema estudado, às hipóteses levantadas que se queira confirmar, ao tipo de entrevistado com quem se vai entrar em contato. Nas pesquisas, em geral, nunca se utiliza apenas um método e uma técnica e nem somente aqueles que se conhece, mas todos os que forem necessários ou apropriados para determinado caso. Na maioria das vezes, há uma combinação de dois ou mais deles, usados concomitantemente (OLIVEIRA, 2001).

Detalharemos em seguida as técnicas de pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo, entrevista, questionário e estudo de caso.

3.1.1 A Pesquisa Bibliográfica

Para Lakatos (2002), a pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda a bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico, etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, publicadas ou gravadas.

Lakatos (2002) cita que para Manzo (1971), a bibliografia pertinente "oferece meios para definir, resolver, não somente problemas já conhecidos, como também explorar novas áreas onde os problemas já conhecidos, ou ainda explorar novas áreas onde os problemas não cristalizaram suficientemente". E ainda, Lakatos (2002) cita que segundo Trujillo (1974), a bibliografia tem por objetivo permitir ao cientista "o reforço paralelo na análise de sua pesquisa ou manipulação de suas informações". Desta forma, Lakatos (2002) complementa, a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras.

3.1.2 A Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese que se queira comprovar, ou ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles. Consiste na observação dos fatos e fenômenos tal como ocorrem, espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presume relevantes, para analisá-los (LAKATOS, 2002). Oliveira (2001) cita que este tipo de pesquisa não permite o isolamento e controle das variáveis supostamente relevantes, mas possibilita o estabelecimento de relações constantes entre determinadas condições (variáveis independentes) e determinados eventos (variáveis dependentes), observados e comprovados.

Oliveira (2001), conforme Rosemberg (1976), define variável independente quando a variável existe naturalmente, em decorrência da hipótese. Ela não influencia ou afeta outra variável. Trata-se de uma relação causal, não no aspecto de "forçar" ou "produzir" resultados, mas sim de ser necessária para que os resultados se produzam.

Como variável dependente, Oliveira (2001) define aquela que sofre a ação da variável independente, ou seja, são aquelas variações a serem explicadas ou descobertas em virtude de terem sido afetadas pela variável independente.

Lakatos (2002) cita que segundo Trujillo (1982), a pesquisa de campo propriamente dita não deve ser confundida com a simples coleta de dados (esta última correspondente à segunda fase de qualquer pesquisa); é algo mais que isso, pois exige contar com controles adequados com objetivos preestabelecidos que discriminam suficientemente o que se deve ser coletado.

3.1.3 A entrevista

Uma das mais importantes fontes de informações para um estudo de caso são as entrevistas. Pode-se ficar surpreso com essa conclusão, por causa da associação usual que se faz entre as entrevistas e o método de levantamento de dados. As entrevistas, não obstante, também são fontes essenciais de informação para o estudo de caso. As entrevistas podem assumir formas diversas. Podem ser conduzidas de forma espontânea, focal, ou estruturada. No caso entrevista espontânea há o caráter de uma conversa informal. No caso da entrevista focal o respondente é entrevistado por um curto período de tempo. E finalmente as entrevistas estruturadas estão sob forma de um levantamento formal (YIN, 2001).

Para Robson (1993) os tipos e estilos de entrevistas distinguem-se através do nível de estruturação e formalidade. Classifica portanto entrevista completamente estruturada quando perguntas são predeterminadas e respostas são gravadas ou armazenadas de modo padrão. As semi-estruturadas ocorrem quando o entrevistador prepara suas perguntas mas tem flexibilidade de alterá-las baseado na sua percepção ou contexto. Finalmente a não estruturada é uma conversa sobre tema determinado e completamente informal.

A preparação para entrevista compreende as seguintes etapas conforme (LAKATOS, 2002):

- preparação do pesquisador para entrevista;
- planejamento da entrevista (definição do objetivo);
- conhecimento prévio do entrevistado;

- oportunidade da entrevista (marcar com antecedência);
- condições favoráveis (confidencialidade);
- contato com líderes;
- conhecimento prévio do campo;
- preparação específica (organização do roteiro).

As diretrizes para se obter maior êxito da entrevista são: contato inicial, formulação de perguntas, registro de respostas, término da entrevista, requisitos importantes.

Lakatos (2002), cita que conforme Lodi (1974), as respostas devem atender os requisitos importantes: validade, relevância, especificidade e clareza, profundidade e extensão.

Quanto ao registro das respostas, o único modo de reproduzir com precisão as respostas é registrá-las durante a entrevista, mediante anotações ou com o uso de gravador Gil (1999). Para este autor a entrevista é uma das técnicas de coleta mais utilizada no âmbito das ciências sociais. Como vantagens temos a possibilidade de obtenção de dados referentes aos mais diversos aspectos da vida social; a entrevista é uma técnica muito eficiente para obtenção de dados em profundidade acerca do comportamento humano e, finalmente, os dados obtidos são suscetíveis de classificação e de quantificação. Se comparada com questionário, apresenta outras vantagens: não exige que o entrevistado saiba ler e escrever, possibilita obtenção de maior número de respostas, oferece flexibilidade muito maior para adaptação do entrevistador às pessoas e às circunstâncias, e finalmente, possibilita captar expressão corporal do entrevistado bem como tonalidade de voz e ênfase na resposta. Por outro lado, a entrevista apresenta uma série de desvantagens. As principais limitações são falta de motivação do entrevistado para responder as perguntas, inadequada compreensão da pergunta, fornecimento de respostas falsas, inabilidade ou incapacidade do entrevistado para responder adequadamente, influência exercida pelo aspecto pessoal, influência das opiniões pessoais do entrevistador e finalmente os custos com o treinamento de pessoal para aplicação das entrevistas.

3.1.4 O Questionário

A técnica de pesquisa questionário é classificada por Lakatos (2002) como observação direta extensiva. Conforme Gil (1999) os tipos de questões podem ser fechadas, abertas ou dependentes. Quanto a formulação das perguntas, há algumas normas já consagradas como: a pergunta deve ser formulada de maneira clara, concreta e precisa; deve-se levar em consideração o sistema de referência do interrogado, bem como o seu nível de informação, a pergunta deve possibilitar uma única interpretação e não deve sugerir respostas, e finalmente, devem refletir-se a uma idéia de cada vez. Sobre a ordem das perguntas adota-se a "técnica do funil", segundo a qual cada questão deve relacionar-se com a questão antecedente e apresentar maior especificidade. Como a apresentação do material do questionário constitui na maioria dos casos o mais importante estímulo para obtenção de respostas então cuidados especiais devem ser tomados com relação à apresentação gráfica, as instruções de preenchimento e também com relação a introdução do questionário.

Depois de redigido o questionário, mas antes de aplicado definitivamente, deve passar por uma prova preliminar, o pré-teste. A finalidade desta prova é identificar possíveis falhas na redação do questionário. O pré-teste de um instrumento de coleta de dados tem por objetivo assegurar-lhe validade e precisão. Deve também assegurar clareza e precisão dos termos, forma de questões, desmembramento das questões, ordem das questões e introdução do questionário. Quando os questionários forem aplicados em grupo, tornar-se-á necessário que a atmosfera da seção seja suficientemente séria para que sejam respondidos objetivamente. Daí a responsabilidade do aplicador, que deve ser suficientemente habilidoso para esclarecer acerca dos propósitos da pesquisa e evitar que os questionários sejam respondidos num clima de frivolidade (GIL, 1999). Oliveira (2001) cita que o pré-teste, em linhas gerais, é suficiente se realizado com a mensuração em 5% ou 10% do tamanho da amostra, dependendo é obvio, do número absoluto dos processos mensurados.

Dentre as vantagens do questionário com relação à entrevista temos a possibilidade de atingir grande número de pessoas, implica em menores gastos com pessoal, garante anonimato das respostas, permite que as pessoas respondam no momento que julgarem mais conveniente, não expõe os pesquisadores à influência das opiniões e do aspecto social do entrevistado. O questionário enquanto técnica de pesquisa apresenta algumas limitações, pois, exclui as pessoas que não sabem ler e escrever, impede o informante quando ele não entende corretamente as instruções da pergunta, impede o conhecimento das circunstâncias em que foi respondido, não oferece garantia que a maioria das pessoas o devolverão respondido podendo assim afetar o tamanho da amostra, envolve geralmente um número pequeno de perguntas e proporciona resultados bastante críticos com relação à objetividade (GIL, 1999).

Lakatos (2002) define o formulário como instrumento essencial para investigação social, cujo sistema de coleta de dados consiste em obter a informação diretamente como entrevistado. As vantagens do formulário, assim como do questionário, são as seguintes: é utilizado em quase todo segmento da população (alfabetizada ou não) pois seu preenchimento é feito pelo entrevistador; oportunidade de receber retorno devido ao contato pessoal; a presença do pesquisador pode explicar os objetivos da pesquisa e orientar o preenchimento do formulário; flexibilidade para adaptar a cada situação podendo o entrevistador reformular itens; obtenção de dados mais complexos e úteis; facilidade na aquisição de um número representativo de informantes, uniformidade dos símbolos pois é preenchido pelo próprio entrevistador.

Como desvantagens são citadas as menores liberdades nas respostas em virtude da presença do entrevistador; risco de distorções pela influência do aplicador; menos prazo para responder a pergunta; mais demorado por ser aplicado a uma pessoa de cada vez; insegurança na resposta por falta do anonimato; pessoa possuidora de informações necessárias pode estar em localidades muito distantes, tornando a resposta difícil, demorada e dispendiosa (LAKATOS, 2002).

Sobre a aplicação de questionários para avaliação da usabilidade, segundo Chin, Diehl e Norman (1988), vários questionários foram desenvolvidos a fim de avaliar a percepção dos usuários com relação ao sistema. Podemos encontrar na revisão bibliográfica diversos fracassos das ferramentas de mensuração subjetiva segundo Chin, Norman e Shneiderman 1987; Ives, Olson e Baroudi 1980). Problemas como baixa validade e confiabilidade ou amostras muito grandes ou pequenas foram as dificuldades para elaboração do questionário. Estudos verificaram os tipos de questionários que seriam adequados. Segundo Norman (1988), os autores Root e Draper (1983) verificaram que *check list* não são suficientes para avaliação de sistemas se não indicarem as características em análise. Questões abertas foram sugeridas como complemento do *check list*. Os autores Coleman, Willigies e Wixon (1985) verificaram que os usuários preferem adjetivos concretos para avaliação (QUIS, 2004).

3.1.5 O Estudo de Caso

Segundo Gil (1999), o estudo de caso é caracterizado por um estudo exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante outros tipos de delineamentos considerados. O estudo de caso pode ser utilizado tanto em pesquisas exploratórias quanto descritivas ou explicativas.

Comparando estudos de caso com outras estratégias de pesquisa, uma interpretação equivocada muito comum é a que as diversas estratégias de pesquisa devem ser dispostas hierarquicamente. Ensinaram-nos a acreditar que os estudos de caso eram apropriados à fase exploratória de uma investigação, que os levantamentos de dados e as pesquisas históricas eram apropriadas à fase descritiva e que os experimentos eram a única maneira de se fazer investigações exploratórias ou causais. Yin (2001), complementa, que conforme Platt (1992), esta visão hierárquica reforçava a idéia de que os estudos de caso eram apenas ferramentas exploratórias e não poderiam ser utilizados para descrever ou testar proposições.

Yin (2001), cita que conforme Yin (1981), deve haver estudos de caso assim como experimentos exploratórios, descritivos ou explanatórios. O que diferencia as estratégias de pesquisa não é a hierarquia mas três outras condições:

Segue um esquema básico de categorização para os tipos de questão que pode ser representado pela conhecida série: "quem", "o que", "onde", "como" e "por que" (YIN, 2001).

QUADRO 5 - SITUAÇÕES RELEVANTES PARA DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE PESQUISA

ESTRATÉGIA	FORMA DA QUESTÃO DE PESQUISA	EXISTE CONTROLE SOBRE EVENTOS COMPORTAMENTAIS?	FOCALIZA ACONTECIMENTOS CONTEMPORÂNEOS?
Experimento	Como, por que	Sim	Sim
Levantamento	Quem, o que, onde, quantos, quanto	Não	Sim
Análise de arquivos	Quem, o que, onde, quantos, quanto	Não	Sim/ Não
Pesquisa histórica	Como, por que	Não	Não
Estudo de caso	Como, por que	Não	Sim

FONTE: Yin (2001)

Se as questões da pesquisa salientam apenas questões do tipo "O que", surgem duas possibilidades. Primeiro, alguns tipos de questões "o que" são exploratórias, onde o tipo de questão é um fundamento lógico justificável para se conduzir um estudo exploratório, tendo como objetivo o desenvolvimento de hipóteses e proposições pertinentes a inquirições adicionais. O segundo tipo de questões "o que" é, na verdade, uma forma de investigação na linha "quanto" ou "quantos" Yin (2001).

De forma similar, como esse segundo tipo de questão "o que", é mais provável que questões do tipo "quem" ou "onde" (ou seus derivados – "quantos" e "quanto") favoreceram estratégias de levantamento de dados ou análise de registros arquivais, como na pesquisa econômica. Em contraste, questões do tipo "como" e "por que" são mais explanatórias e é provável que levem ao uso de estudos de casos, pesquisas históricas e experimentos como estratégias de pesquisa escolhidas Yin (2001).

Em geral, questões do tipo "o que" podem ser tanto exploratórias (em que se poderia utilizar qualquer uma das estratégias) ou sobre predominância de algum tipo de dado (em que se valorizaria levantamentos ou análises de registros em arquivo). É provável que questões "como" e "por que" estimulassem o uso de estudos de caso, experimentos ou pesquisas históricas Yin (2001).

3.1.6 As Escalas e a Operacionalização das Variáveis

Gil (1999) define operacionalização das variáveis como o processo que sofre uma variável (ou um conceito) a fim de se encontrar os correlatos empíricos que possibilitem sua mensuração ou classificação. Quando se pretende que uma proposição atinja o *status* de hipótese científica, é condição básica que seja passível de refutação empírica. Para tanto as variáveis devem ser operacionalizadas, ou seja, traduzidas em conceitos mensuráveis. Boa parte das variáveis identificadas nas pesquisas sociais correspondem à categoria de "fatos sociais não manifestos", de acordo com a terminologia de Durkheim. Como a prova empírica exige medição, é necessário estudar estes fatos não manifestos por intermédio de fatos manifestos que o representam. Ou seja, é necessário definir variáveis teóricas em termos de variáveis empíricas. O processo lógico da operacionalização de uma variável requer primeiramente a definição teórica de uma variável e a enumeração de suas dimensões, no caso de ser uma variável muito complexa. A seguir, torna-se necessária outra definição, agora uma definição empírica. Esta definição, pode ser chamada de operacional, fará referência a seus indicadores, aos elementos que indicam seu valor de forma prática. A partir daí torna-se possível à medição desses indicadores, o que possibilitará conhecer o valor da variável. A mensuração de uma entidade sempre é feita por comparação. Quando as variáveis são físicas, não há grande dificuldade de mensuração. Quando as variáveis são sociais, a complexidade aumenta. Isto porque as variáveis deste tipo não podem ser mensuradas com escalas tão simples como linear, e também,

porque não existem para comparação de padrões de medida universalmente definidos e aceitos.

Pode-se definir escala como um contínuo de valores ordenados entre um ponto inicial e outro final. Existem diferentes tipos de escala, que variam entre si conforme o rigor de sua elaboração e o tipo de variável que medem. Podemos classificá-las como nominais, ordinais, de intervalo e de razão (GIL, 1999). Detalhando a escala ordinal, conforme Gil (1999), esta define a posição relativa de objetos ou indivíduos em relação a uma característica, mas não tem suposições quanto à distância entre as posições. A exigência básica para uma escala ordinal é que possibilite verificar se o objeto ou indivíduo que está sendo mensurado possui maior ou menor quantidade de determinada característica, quando comparado a outros objetos ou indivíduos.

Códigos e símbolos, usualmente números, são usados para identificar respostas ou tipos de respostas em questionários ou instrumentos similares. Aqueles são usados para atender organizações, quantificações e análises de dados. Por exemplo, podemos representar '1' para feminino e '2' para masculino. Os números são arbitrários, podem ser invertidos ou modificados, mas devem ter consistência no tratamento das respostas do questionário (ROBSON, 1993).

Tecnicamente, os testes fornecem escalas nas quais podemos quantificar o desempenho individual ou conhecer o atributo em questão. Existem escalas onde sua função não é o teste mas sim posicionar sobre o que a pessoa sente ou acredita a respeito de determinado tema. O mais comum é a Medidas de Atitude classificadas em escalas arbitrárias, escalas de Likert, escala de Thurstone e escala de Gutman (ROBSON, 1993).

O conceito de atitude tem definições diversas. Todavia, quase todas caracterizam atitude como tendência à ação, que é adquirida no ambiente em que se vive e deriva de experiências pessoais e também de fatores e personalidade (GIL, 1999).

A Escala de Likert baseia-se na de Thurstone. É, porém, uma elaboração mais simples e de caráter ordinal, não medindo, portanto, o quanto uma atitude é mais ou menos favorável. A construção da escala segue os seguintes passos (GIL, 1999):

- a) recolhe-se grande número de enunciados que manifestam opinião ou atitude acerca do problema estudado;
- b) pede-se a certo número de pessoas que manifestem sua concordância ou discordância em relação a cada um dos enunciados, segundo a graduação: concorda muito (1), concorda um pouco (2), indeciso (3), discorda um pouco (4), discorda muito (5);
- c) procede a avaliação dos vários itens, de modo que uma resposta que indica a atitude mais favorável recebe o valor mais alto e menos favorável recebe o mais baixo;
- d) calcula-se o resultado total de cada indivíduo pela soma dos itens;
- e) analisam-se as respostas para verificar quais os itens que discriminam mais claramente entre os que obtêm resultados elevados e os que obtêm resultados baixos na escala total. Para tanto, são utilizados testes de correlação. Os itens que não apresentam forte correlação com o resultado total, ou que não provocam respostas diferentes dos que apresentam resultados altos e baixos no resultado total, são eliminados para garantir a coerência da escala.

Semantic Differential Scale é o tipo de escala mais usual desenvolvida por Osgood (1957) conforme (ROBSON, 1993). Conforme Gil (1999), o objetivo é medir o sentido que determinado objeto tem para as pessoas. Neste sentido pode ser considerado uma escala de atitudes. A aplicação consiste em apresentar às pessoas determinado conceito numa série de escalas bipolares de avaliação de sete pontos. Cada uma destas escalas apresenta dois conceitos opostos indicadores de valorização, potência ou atividade. Assim, um conceito pode ser avaliado em termos de: justo-injusto, limpo-sujo, etc.

Para Sclove (2001), a escala de Likert pode apresentar quatro, cinco, seis, sete, oito ou nove pontos e é usada em diversos campos de pesquisa. Normalmente a Escala Diferencial Semântico é usada onde os limites correspondem a alta concordância e alta discordância. As escalas com cinco pontos são as mais comuns. Quando a escala não tem um ponto médio então ela força a uma escolha. É interessante considerar testes padrões para a população. Poderia haver uma consistência, uma inconsistência (sem polarização) ou uma polarização da resposta.

3.1.7 A Amostra

A Teoria da Amostragem encontra-se hoje consideravelmente desenvolvida, ficando difícil a qualquer pesquisador justificar a seleção de uma amostra sem recorrer a seus princípios. Define-se amostra como o subconjunto do universo ou da população, por meio da qual se estabelecem ou se estimam as características deste universo ou população. A amostragem se fundamenta em leis estatísticas que lhe conferem fundamentação científica: a lei dos grandes números, a lei da regularidade estatística, a lei da inércia dos grandes números e a lei da permanência dos pequenos números (GIL, 1999).

Na pesquisa social são utilizados diversos tipos de amostragem, que podem ser classificados em dois grandes grupos: amostragem probabilística e não probabilística. Os do primeiro grupo são rigorosamente científicos e baseiam-se nas leis consideradas no item anterior. Os do segundo grupo apresentam fundamentação estatística ou matemática, dependendo unicamente do critério do operador. Dentre os tipos de amostragem não probabilística os mais conhecidos são: por acessibilidade, por tipicidade e por cotas. A amostragem por tipicidade ou intencional consiste em selecionar um subgrupo da população que, com base nas informações disponíveis, possa ser considerado representativo de toda a população. A principal vantagem está no baixo custo para seleção. Entretanto requer considerável conhecimento da população e do subgrupo selecionado.

Quando este conhecimento prévio não existe torna-se necessária a formulação de hipóteses, o que pode comprometer a representatividade da amostra (GIL, 1999).

Para que uma amostra represente com fidedignidade as características do universo, deve ser composta por um número suficiente de casos. Este número, por sua vez, depende dos seguintes fatores (GIL, 1999):

- extensão do universo: tem haver com a extensão da amostra. Portanto o universo de pesquisa é classificado em finito e infinito. Finitos quando os elementos não excedem 100000 e infinitos quando maior que 100000;
- nível de confiança estabelecido: conforme curva de Gauss, quando na seleção da amostra são considerados, por exemplo, dois desvios-padrão, trabalha-se com nível confiança 95,5%;
- erro máximo permitido: usualmente entre 3 e 5%;
- percentagem com a qual o fenômeno se verifica.

3.1.8 Técnica para Análise dos Resultados

Na medida em que ocorre a coleta de dados, realizada de acordo com os procedimentos indicados anteriormente, eles são elaborados e classificados de forma sistemática. Antes da análise e interpretação, os dados devem seguir as seguintes fases: seleção, codificação e tabulação. Na fase seleção ocorre o exame detalhado dos dados coletados onde pesquisador deve submeter os dados a uma análise crítica a fim de detectar falhas ou erros (OLIVEIRA, 2001).

A fase de codificação é a técnica operacional utilizada para categorizar os dados que se relacionam. Mediante a codificação dos dados são transformados em símbolos, podendo ser tabelados. Codificar quer dizer transformar o que é qualitativo em quantitativo, para facilitar não só a tabulação dos dados, mas também sua comunicação. A técnica de codificação não é automática, pois exige certos critérios ou normas por parte do codificador, que pode ser ou não o próprio pesquisador (OLIVEIRA, 2001).

A fase de tabulação é a disposição dos dados em tabela, possibilitando maior facilidade na verificação das inter-relações entre eles. É uma parte do processo técnico de análise estatística, que permite sintetizar os dados de observação, conseguidos pelas diferentes categorias e representá-las graficamente (OLIVEIRA, 2001).

Uma vez manipulados os dados e obtidos os resultados, o passo seguinte é a análise e interpretação destes, constituindo-se ambas no núcleo central da pesquisa.

3.2 O MÉTODO PROPOSTO PARA A AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

Segue a figura do objeto de estudo. No capítulo 4 apresentamos o objeto de estudo com detalhes.



FIGURA 8 - O PAINEL DE INSTRUMENTOS DA COLHEITADEIRA CS660
FONTE: CNH (2005)

Torna-se importante destacar que o objeto de estudo, ou o produto a ser analisado, é um painel digital que é novo conceito comparado aos demais modelos. No Anexo A apresentamos algumas figuras referentes aos painéis analógicos dos tratores, que são modelos anteriores a esta colheitadeira CS660.

Os operadores desta colheitadeira neste estudo são qualificados, apresentam nível escolar 2.º ou 3.º grau e são do sexo masculino. A tarefa definida para o estudo é a calibração (passos 2, 8 e 10) da colheitadeira CS660. A justificativa para determinação desta tarefa esta descrita no capítulo 4.

Os principais estágios de uma pesquisa por amostragem conforme texto clássico de Cochran (1977) encontram-se agrupados em 11 itens conforme comentados no capítulo 2. Segue o descritivo do método para avaliação da usabilidade adaptado ao clássico de Cochran (1977):

3.2.1 Primeiro Passo: Objetivos da Pesquisa

Conforme capítulo 1, o objetivo principal é desenvolver método para a avaliação de usabilidade em painel de instrumentos.

3.2.2 Segundo Passo: População a ser Submetida a Amostragem

A população submetida a amostragem compreendeu 11 colaboradores. Como o estudo foi realizado em duas fases, devido a locais de realização diferentes, segue uma descrição de cada fase:

- Fase 1: Seis colaboradores participaram do estudo que foi realizado nas dependências da CNH Latin América Ltda situada em Curitiba-PR. Dois colaboradores foram desconsiderados para fins de análise dos resultados devido a dificuldade apresentada para entendimento da tarefa de calibração devido ao pouco tempo de atuação. Portanto nesta fase obtivemos os dados referente aos operadores 1 a 4 conforme os dados coletados apresentados no capítulo 4.
- Fase 2: Cinco colaboradores participaram do estudo que foi realizado nas dependências do centro de treinamento CNH na Fazenda Experimental – campus UFPR situado no Canguiri (Município de Pinhais-PR). Portanto nesta fase obtivemos os dados referente aos operadores 5 a 9 conforme os dados coletados apresentados no capítulo 4.

A coleta dos dados em duas fases deve-se a disponibilidade e localização dos operadores.

O critério de seleção foi estabelecido conforme o UCA que oferece um guia onde descreve as características chave (HFRG 2005). Este critério está descrito no quarto passo seguinte.

3.2.3 Terceiro Passo: Dados a serem Coletados

O método proposto considera duas técnicas de coleta de dados, o questionário e a entrevista.

3.2.3.1 O questionário

Os dados pessoais, disponíveis na página 1 do questionário, apresentam maior importância para a análise dos resultados não concordantes que para a análise dos resultados concordantes.

O teste de acuidade, conforme Mdsupport (2005), já comentado no capítulo 2, foi aplicado com exceção do item 3 pois os operadores mantiveram os óculos durante o teste. Quanto ao item 4, os operadores realizaram a leitura com os dois olhos simultaneamente.

Abaixo segue um detalhamento e justificativa para cada parâmetro citado na página 2 do questionário. A seqüência dos itens abaixo segue conforme a seqüência do questionário a fim de facilitar a associação:

O painel permite dirigir sem tirar os olhos da estrada

O ser humano dispõe de vários canais sensoriais que podem servir como receptores de informação (GUIMARÃES, 2004). Conforme Stakes, Wickens e Kite (1990), o propósito do *Head Up Display* é permitir ao usuário o acesso à informação sem tirar os olhos do cenário, ou seja, a estrada. A característica do display é chamar atenção visual do motorista que está direcionada para outro ponto.

Segundo Pulat (1997) a função principal do display é apresentar a informação de forma clara (não ambígua). As condições para detecção do sinal são:

- duração do sinal, onde há um tempo ótimo para exposição da informação ao usuário, conforme tarefa e *estresse*;
- múltiplos canais para o sinal (visual, auditivo, tato, etc.) que facilitam a percepção.

Horário de Trabalho

Pulat (1997) cita a importância da fotometria (iluminação, luminescência e o reflexo) para a função visual humana.

Acesso

Segundo Larica (2003) é muito importante o estudo do *lay out* de interiores sob o aspecto operacionalidade (posicionamento alavancas, interruptores e dispositivos) e segurança (visão livre, visão clara dos indicadores)

Leitura

Conforme Spinillo (2004), os sistemas de sinalização, documentos e manuais de instrução, avisos e advertências visuais (interface com a comunicação visual – legibilidade, leiturabilidade, iconografia). Todos são produtos do trabalho humano e são projetados, cada um com suas características específicas, para atender as necessidades humanas, oferecendo conforto, segurança, bem-estar e prazer aos usuários – trabalhador, operador, consumidor.

Lay out dos Módulos Obedece a Princípio da Importância e Freqüência de Uso

Moraes (2002) cita exemplos de ruídos ergonômicos: a topologia dos componentes informacionais (mostradores, telas, painéis) que podem influenciar a tomada de informações.

Para Lida (1990), a posição onde se encontram os mostradores é determinante para a sua visualização. Devido a existência de diversos mostradores em um painel, estes devem ser agrupados de forma a facilitar a percepção do operador, considerando um arranjo que leve em conta a importância, a associação, a seqüência e tipo de funções. E para Sanders (1993), os princípios para arranjo dos componentes são: princípio da importância, da frequência de uso, da funcionalidade e da seqüência de uso.

Preferência por Analógico a Digital

O tipo de mostrador reporta o motorista a um mundo físico ou digital. Para Epstein (1988) uma leitura analógica se liga muito mais ao mundo físico do que ao mundo mental que é o caso da leitura digital. Para Cybis (2005), sobre mostradores de software, a forma digital deve ser definida quando houver uma necessidade de precisão de leitura do dado. No caso de valores que variem rapidamente, uma forma gráfica analógica deve ser definida.

Figuras Indicativas são Símbolos Conhecidos ou de Fácil Dedução

Moraes (2002) cita exemplos de ruídos ergonômicos: a apresentação das informações pictóricas em termos de decodificação e compreensão o que atua no processo cognitivo e na tomada de decisão pelos usuários.

Ambiente Interno: Iluminação é Agradável

Segundo Guimarães (2002), a visão é o sentido mais importante do ser humano, pois os olhos são a maior fonte de contato entre o homem e seu meio ambiente. Tarefas de controle, vigilância, inspeção dependem basicamente do sentido da visão, cuja eficiência vai depender do nível de iluminação adequado para execução do trabalho e do grau de exigência que a tarefa impõe sobre o trabalhador.

Pulat (1997) cita a importância da fotometria (iluminação, luminescência e o reflexo) para a função visual humana.

Moraes (2002) cita exemplos de ruídos ergonômicos: deficiência de iluminação ou excesso de reflexos o que prejudica a acuidade visual.

Módulos tem Cores de Fundo Diferentes - É Importante a Cor de Fundo?

A percepção do nível de luminosidade e saturação do objeto em questão deve diferenciar entre o fundo e não deve criar confusão com outras cores de fundo (STOKES; WICKENS; KITE, 1990). Thorell (1983) sugere o uso do vermelho, do verde, do amarelo e do azul para informações de alerta e cita que conforme Heider (1972) estas cores representam pontos de exposição no espectro e muitos estudos mostram que eles facilitam para apreensão e para a memorização.

Há Dificuldade de Percepção Visual da Informação

Neste conceito uma pessoa sob estímulo percebe o objeto, a superfície, a textura, a iluminação. Ou seja, esta estrutura complexa que atinge o sujeito é o ambiente óptico. A importância deste ambiente óptico é que este não se apoia numa estrutura que define algum ponto no tempo, mas em uma estrutura que muda assim como o observador se desloca.

Há Excesso de Carga Mental

Moraes (2002) cita exemplos de ruídos ergonômicos: a desconsideração dos modelos mentais dos usuários

Guimarães (2004) cita que a dificuldade na percepção visual contribui para aumentar a sobrecarga mental e reduzir a eficiência do trabalhador já que, conforme Guimarães (2004), o autor Wisner (1987) esclarece os aspectos: físico, cognitivo e psíquico para qualquer atividade como já citado anteriormente.

Para Eysenck (1990), conhece-se mais sobre percepção visual que as demais modalidades sensoriais. Considera-se que a modalidade visual é provavelmente a modalidade sensorial mais importante para os indivíduos normais e que sua influência na cognição é maior que outras modalidades sensoriais.

Tempo Gasto para Realização da Tarefa é Satisfatório

Conforme norma ISO9241-11 temos o parâmetro eficiência para avaliação da usabilidade e este é função do tempo gasto para realização da tarefa.

As informações obtidas de diferentes partes da cena são usadas para criar o mapa mental (GOLDSTEIN, 1989). Quando o tempo é suficiente apenas para uma análise perceptual parcial, é mais valioso obter informações sobre a estrutura geral da cena perceptual do que alguns detalhes isolados (EYSENCK, 1990).

Há erros na Seqüência da Calibração

Segundo Pulat (1997) dentre as razões para o erro humano estão: baixo nível de estresse, alto nível de estresse, falta de planejamento (adequação do local trabalho, postura, qualidade de vida do operador, expectativas do operador), treinamento insuficiente ou incorreto. A detecção é primeiro passo para utilização do display.

Conforme norma ISO9241-11, o parâmetro eficácia para avaliação da usabilidade e este é função da acurácia e porcentagem de objetivos alcançados.

Há etapa Onde há Maior dificuldade

Segundo Guimarães (2004), para Wisner (1987) a dificuldade na percepção visual contribui para aumentar a sobrecarga mental e reduzir a eficiência do trabalhador.

Alarme Auxilia Durante a Tarefa Calibração e Alerta para Erros

Os autores Sotkes, Wickens e Kite (1990) citam ainda que a integração áudio visual da informação no painel automotivo pode ser uma melhoria significativa no sentido de simplificar a informação visual. O alerta auditivo pode ser captado mais rapidamente que o visual e pode ter maior relevância principalmente quando a iluminação não é suficiente, por exemplo, a noite. Os autores citam que segundo Bertone (1982) o alerta de voz tem potencial mais flexível que os alertas sonoros pois podem indicar a ação a ser seguida. Portanto, a mensagem verbal é superior à mensagem não verbal como tons ou códigos. Para Guimarães (2004) os sinais acústicos têm vantagens sobre os visuais, pois são multidirecionais e contornam obstáculos, favorecendo a segurança em determinadas situações. Por outro lado, um ruído de fundo pode prejudicar a comunicação e transmissão de informações comprometendo a segurança (GUIMARÃES, 2004).

Resposta no Formato Digital é Legível

Para Cybis (2005), sobre mostradores de software, a forma digital deve ser definida quando houver uma necessidade de precisão de leitura do dado. No caso de valores que variem rapidamente, uma forma gráfica analógica deve ser definida. Se o dado a apresentar for demasiadamente longo ele deve ser dividido em grupos lógicos. O emprego da intermitência visual (pisca-pisca) para destacar um dado deve ser feito com bastante cuidado. De modo a preservar sua legibilidade, sugere-se a adoção de um elemento extra, como um indicador ao lado do dado, ao qual seria atribuída a intermitência visual. O tamanho dos caracteres também pode ser utilizado como forma de destacar dados urgentes.

3.2.3.2 A entrevista

A entrevista padronizada consistiu em solicitar ao operador a execução dos passos relevantes. Devido a não disponibilidade dos operadores da fase 1, não foi possível aplicar a entrevista em todos os participantes.

A filmagem foi definida como ferramenta para obter o registro dos tempos de realização da tarefa, quantidade de erros cometidos, necessidade de ajuda para realização da tarefa. O método MUSiC, conforme capítulo 2, cita o software de filmagem DRUM para coleta destes dados e posterior análise estatística. Neste estudo de caso, devido a simplificação do método proposto com relação ao MUSiC fizemos somente a filmagem da tarefa nos passos de calibração definidos como relevantes (passos 2, 8 e 10).

A importância do tempo de realização da tarefa esta relacionada aos cálculos de eficiência e eficácia conforme o capítulo 2.

3.2.4 Quarto Passo: Grau de Precisão Desejado

Os resultados de pesquisas por amostragem estão sempre sujeitos a certo grau de incerteza, não só porque se estudou apenas uma parte da população, mas também em decorrência de erros de mensuração. Esta incerteza pode ser reduzida aumentando-se o tamanho da amostra e utilizando-se instrumentos mais precisos de mensuração. Mas isto em geral exige tempo e custa dinheiro (COCHRAN, 1977).

Conseqüentemente, é importante especificar o grau de precisão exigido nos resultados. Isto é de responsabilidade da pessoa que vai usar os dados, e pode apresentar dificuldades, pois muitos administradores não estão acostumados a pensar em termos do valor do erro que pode ser tolerado em estimativas, consistente com a tomada de uma boa decisão. O estatístico pode prestar bom auxílio nesta fase (COCHRAN, 1977).

Conforme Serco (2005), deve-se selecionar usuários representativos. De 3 a 5 são suficientes para detectar problemas e 8 ou mais é para confiabilidade das medidas. Para o método SUMI, conforme HFRG SUMI (2005), o número de usuários para se obter um dado confiável é no mínimo 12 pessoas. É possível utilizar menos pessoas mas os resultados não serão representativos. Porém, este método tem oferecido informações importantes para amostra de 4 a 5 usuários.

Consideramos para este estudo como dados representativos as seguintes características abaixo e ainda a necessidade de que os operadores atendam a todas as características:

- executa habitualmente tarefas de calibração de preferência na CS660;
- entendimento do questionário;
- facilidade de identificação dos passos da tarefa de calibração;
- acuidade visual normal.

3.2.5 Quinto Passo: Métodos de Mensuração

Parte importante do trabalho preliminar é a construção de formulários onde se registrarão as perguntas e as respostas. No caso de questionários simples, as respostas podem às vezes ser pré-codificadas - isto é, registradas de maneira que possam ser transferidas sem dificuldade para um arquivo de computador. De fato, para construir arquivos de dados adequados, é necessário visualizar a estrutura das tabelas finais de resumo, que serão usadas para tirar conclusões (COCHRAN, 1977).

O questionário utilizou como mensuração de atitude a Escala de Likert com cinco pontos, pois a Escala de Likert é a forma mais comum conforme Sclove (2001) e Gil (1999). A técnica de codificação não é automática, pois exige certos critérios ou normas por parte do codificador, que pode ser ou não o próprio pesquisador (OLIVEIRA, 2001).

Para os parâmetros do questionário consideramos pontuação de 1 a 5, crescente de péssimo para ótimo. Sugerimos então as seguintes pontuações conforme quadro 6.

Para os parâmetros obtidos na entrevista o procedimento para construção dos índices foi a associação da escala de valor original com a escala proporcional. A fim de igualar as escalas toma-se um valor único que corresponderá ao máximo de cada uma delas conforme Gil (1999).

Quanto ao registro das respostas o único modo de reproduzir com precisão as respostas é registra-las durante a entrevista, mediante anotações ou com o uso de gravador Gil (1999). Portanto, aplicamos neste estudo a filmagem da tarefa.

QUADRO 6 - PONTUAÇÃO PARA CARACTERÍSTICAS PESSOAIS

CARACTERÍSTICA	CONDUTA	VALOR ESCALAR	JUSTIFICATIVA
Grau de escolaridade	Não há	1 2 3	Entendemos que quanto maior o grau escolaridade mais facilidade para realização a tarefa.
Experiência anterior (meses)	Não há		Não se aplica
Forma de admissão	Contrato Free lance	5 1	Consideramos que contrato é a forma mais estável e proporciona mais segurança para o operador e conseqüentemente para a realização da tarefa
Rotatividade	Sim Não	1 5	Consideramos a alta rotatividade como impacto negativo para avaliação da tarefa.
Co-piloto	Sim Não	1 5	Consideramos o operador mais preparado quando realiza a tarefa sem co-piloto
Tempo exposição diária (horas)	8 menos que 8 acima de 8	3 1 5	Consideramos pontuação máxima para tarefa com maior tempo de exposição diária devido a repetição da tarefa.
Temperatura ambiente da cabine	Sim Não	5 1	Consideramos positiva a resposta temperatura ambiente agradável.
Problema de visão	Sim Não	1 5	Consideramos positiva a resposta negativa com relação a problemas de visão.
Horário de trabalho	Diurno Noturno	5 1	Consideramos positivo a realização da tarefa diurna além de que este é um importante parâmetro para assegurar que todos tiveram as mesmas referências para avaliação.

A determinação da eficiência, eficácia, período produtivo e eficiência relativa foram realizados a partir das definições disponíveis no capítulo 2.

3.2.6 Sexto Passo: Sistemas de Referência

Antes de selecionar a amostra, a população deve ser dividida em partes, chamadas unidades de amostragem, ou simplesmente unidades. Estas unidades devem abranger toda a população, sem qualquer superposição. Isto é: cada elemento da população deve pertencer a uma, e somente uma, unidade (COCHRAN, 1977).

O operador número 9, participante da fase 2, é considerado um colaborador padrão devido a pontuação máxima nos itens eficiência e eficácia.

3.2.7 Sétimo Passo: Escolha da Amostra

Devido ao grau de precisão desejado e as considerações acima sobre dados representativos temos que na fase 1 foram eliminados dois colaboradores. Na fase 2 a população é igual a amostra. O motivo da eliminação dos operadores na fase 1 foi o não atendimento aos critérios estabelecidos como dados representativos.

Utilizamos neste estudo amostragem não probabilística e por tipicidade conforme Gil (1999).

3.2.8 Oitavo Passo: O pré-teste

É útil testar o questionário e o método de trabalho no campo de atividade, em uma escala reduzida. Isto quase sempre resulta em melhoria do questionário e pode revelar outros problemas que seriam sérios em uma escala maior, como, por exemplo, o fato do custo poder ser muito maior do que o esperado (COCHRAN, 1977).

Oliveira (2001) cita que o pré-teste, em linhas gerais, é suficiente se realizado com a mensuração em 5% ou 10% do tamanho da amostra, dependendo é obvio, do número absoluto dos processos mensurados.

Aplicamos o questionário e realizamos a filmagem da tarefa completa (os 10 passos para calibração) com o operador 9 (instrutor) no centro de treinamento CNH - campus UFPR. O objetivo foi verificar a compreensão do questionário e também obter uma filmagem da tarefa completa para posterior definição dos passos a serem filmados nas fases de teste posteriores. Foi realizada uma entrevista não estruturada disponível no Anexo B.

Conforme Usability Net (2005), Usability Context Analysis (UCA) é o pré-requisito para qualquer avaliação de usabilidade. O UCA oferece um guia que descreve as características chave:

- Usuário: colaboradores da planta CNH e instrutores do centro de treinamento CNH.
- Tarefa: passos 2, 8 e 10 da tarefa de calibração.

- Ambiente: aplicação do questionário, entrevista e teste de acuidade no local de trabalho do colaborador (planta CNH e escritório de treinamento CNH/UFPR).

Portanto nesta fase de pre teste definiu-se os itens listados acima. Definiu-se também a necessidade de inclusão do teste de acuidade. Mas não houve necessidade de alteração do questionário.

3.2.9 Nono Passo: Organização do Trabalho de Campo

Em pesquisas extensas defrontamo-nos com muitos problemas de caráter administrativo. O pessoal deve receber treinamento nos objetivos da pesquisa e nos métodos de mensuração a serem empregados, e seu trabalho deve ser supervisionado adequadamente. É de grande valia um processo para verificação preliminar da qualidade dos resultados. Os planos devem prever a não-resposta, isto é, a falha do entrevistador em obter informações de determinadas unidades da amostra (COCHRAN, 1977).

Conforme SERCO 2005, há duas recomendações no sentido de organização do trabalho de campo:

- a) Organize o cenário da tarefa e os dados de entrada, escreva instruções para os usuários, diga ao usuário o que se deseja mas não o que fazer.

Como já comentado no segundo passo, o local de realização da fase 1 foi nas dependências da CNH Latin América Ltda. A fase 2 foi realizada no centro de treinamento CNH. Encontra-se no Anexo C uma relação resumida das visitas realizadas para preparação e coleta de dados.

Com a finalidade de instruir o colaborador, inicialmente foi entregue o questionário e na primeira página estava o módulo do painel da colheitadeira em questão. A solicitação para preenchimento e breve explicação sobre o que é usabilidade foi realizada verbalmente. Na fase 1 os questionários foram aplicados

individualmente conforme a disponibilidade dos operadores. Na fase 2 o questionário foi aplicado ao grupo de forma simultânea.

Para realização da entrevista foi solicitado ao operador que se identificasse e realizasse os passos 2, 8 e 10. Foi informado ao operador que página 3 do questionário, que contém os dez passos de calibração estava disponível. Os passos solicitados para realização estavam em negrito. Desta forma, o entrevistador coletou os dados via filmagem. Algumas perguntas foram feitas pelo entrevistador quando não estava claro o passo em realização.

- b) Planeje sessões que permitam tempo para dar instruções, realização da tarefa e, respostas para questionário e posterior entrevista.

Todos os itens acima foram realizados sem problemas.

3.2.10 Décimo Passo: Resumo e Análise dos Dados

O primeiro passo é verificar o questionário completo, visando a corrigir erros ou, ao menos, eliminar dados obviamente errôneos. Tornam-se necessárias decisões sobre o processo de cálculo nos casos de omissão de respostas a certas questões, por parte dos entrevistados, ou de eliminação no processo de edição do questionário. Após isto, fazem-se os cálculos que conduzem às estimativas. Pode haver diferentes métodos de estimação para os mesmos dados (COCHRAN, 1977).

As planilhas com os dados coletados estão disponíveis no capítulo 4.

Para análise dos dados definimos 4 passos:

- a análise dos dados coletados;
- cálculo da eficácia e eficiência;
- a avaliação da usabilidade para o grupo concordante;
- a avaliação da usabilidade para o grupo não concordante.

Segue um descritivo de cada passo citado acima:

3.2.10.1 Análise dos dados coletados – definição do grupo concordante e não concordante

O objetivo da análise dos dados coletados é avaliar se há dados não concordantes e separar o grupo em duas partes: grupo concordante e não concordante. O critério para esta avaliação é a análise do desvio padrão entre os todos participantes e para cada parâmetro. Para desvio padrão superior a 1,5 considera-se o grupo não concordante.

A fim de avaliar a concordância entre os operadores calcula-se separadamente para satisfação, eficiência e eficácia:

- a media entre os parâmetros para cada operador
- a média MM das médias entre os operadores
- desvio padrão S das médias M
- aplica-se a formula: $(M-MM)/S$; a fim de verificar os dados de maior dispersão.

$$D = \frac{M - MM}{S} \quad (8)$$

- São desconsiderados também os dados que atendam aos requisitos definidos para realização da tarefa conforme item acima grau de precisão desejado.

Portanto, através destes critérios citados desconsideramos os operadores 1 e 2. O primeiro devido a não realização da tarefa completa e o segundo devido a grande dispersão com relação aos demais (valor encontrado - 2,23), conforme tabela 1.

3.2.10.2 Cálculo da eficácia e eficiência

Atribui-se para cada passo da tarefa uma pontuação que varia de 0 a 100 conforme realização da tarefa conforme parâmetros quantidade e qualidade. Calcula-se a média entre a pontuação de cada passo e aplica-se a fórmula (3) para a eficácia da tarefa:

Como os demais dados estão conforme escala de Likert, ou seja:

1 = ruim; 2 = regular; 3 = indiferente; 4 = bom; 5 = ótimo

Torna-se necessário então calcular o valor da eficácia corresponde a escala de likert, ou seja, o valor proporcional. Aplica-se a fórmula:

$$\text{Eficácia (proporcional)} = \frac{4 \times \text{eficácia}}{100} + 1 \quad (9)$$

Em seguida calcula-se a eficiência do usuário:

- a Eficiência U;
- período produtivo Pp;
- a eficiência relativa do usuário Eficiência RU;
- calcula-se o valor da Eficiência U corresponde a escala de Likert.

$$\text{Eficiência (proporcional)} = \frac{\text{eficiência} \times 4}{\text{eficiência perito}} + 1 \quad (10)$$

3.2.10.3 Avaliação da usabilidade para grupo concordante

Como a usabilidade é avaliada através dos itens satisfação, eficiência e eficácia então temos uma matriz para cada item.

Conforme escala de likert pontuamos as respostas de cada operador e obtemos então as matrizes. Então calcula-se para cada matriz a média MM, o desvio padrão S e o intervalo de confiança IC entre os operadores. Calcula-se também a média M e o desvio padrão S entre os parâmetros.

A média das médias M entre os operadores, ou seja, MM expressa uma pontuação geral para o item analisado.

Esta pontuação é proporcional a Escala de Likert e classificamos o resultado encontrado da seguinte forma: 0 a 1: ruim; 1 a 2: regular; 3 a 4: bom; 4 a 5: ótimo.

O passo seguinte é o cálculo da correlação r entre todos os parâmetros concordantes a fim de verificar quais parâmetros se influenciam.

Calcula-se então o teste de Student sobre a correlação para todos os parâmetros através da seguinte formula:

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \quad (11)$$

Onde:

r = valor correlação,

n = número de amostras

Após o cálculo do teste sobre correlação é necessário verificar o Teste **t** de Student a fim de determinar quais são as correlações significantes. Calcula-se **t** para 5 graus de liberdade (no caso dos concordantes) ou 7 graus de liberdade (para grupo não concordante). Considera-se nível de significância 5%. Conforme Gil (1999) o nível de confiança estabelecido, conforme curva de Gauss, quando na seleção da amostra são considerados, por exemplo, dois desvios-padrão, trabalha-se com nível confiança 95,5%.

Os valores superiores a **t** encontrados no teste de correlação são os itens cuja correlação é significativa.

3.2.10.4 Avaliação da usabilidade para grupo não concordante

Para o grupo não concordante calcula-se a correlação entre os parâmetros e os dados pessoais. Após o cálculo da correlação o procedimento é idêntico aos passos citados no caso do grupo concordante acima.

3.2.11 Décimo Primeiro Passo: Informação Ganha para Futuras Pesquisas

Quanto mais informação possível inicialmente sobre uma população, mais fácil se torna planejar uma amostra com estimativas precisas. Qualquer amostragem completada é potencialmente um guia para futuras amostragens melhoradas nos dados que ela fornece sobre as médias, os desvios padrão e a

natureza da variabilidade das mensurações principais e o custo da obtenção dos dados. A prática da amostragem avança mais rapidamente quando se fazem provisões para reunir e registrar informações deste tipo (COCHRAN, 1977).

3.3 CONCLUSÕES

O método apresentado foi inspirado, conforme fundamentação teórica, no método MUSiC e nos passos sugeridos por (COCHRAN, 1977). A seqüência dos passos trouxe para o trabalho uma consistência no sentido de delineamento e planejamento da pesquisa.

Sobre a classificação da pesquisa, conforme Yin (2001) as perguntas iniciadas com "o que" são exploratórias, isto confere com a classificação apresentada no capítulo 1.

As técnicas de pesquisa utilizadas também apresentaram correspondência com a fundamentação tanto no sentido da aplicação, planejamento e pre-teste.

A análise dos resultados foi detalhada e este foi um dos objetivos do trabalho, a determinação do método de avaliação de usabilidade. Consideramos a possibilidade de utilização de software estatístico para análise, mas para fins didáticos, definimos o procedimento exposto mais adequado.

4 O ESTUDO DE CASO E OS RESULTADOS

Conforme comentado no capítulo 3, UCA - Usability Context Analysis é o pré-requisito para avaliação de usabilidade. O UCA oferece um guia que descreve as características chave (THOMAS, 2005):

- Usuário: colaboradores CNH e instrutores;
- Tarefa: passos 2, 8 e 10 da tarefa de calibração;
- Ambiente: aplicação individual do questionário e teste de acuidade no local de trabalho do colaborador e filmagem realizada na colheitadeira CS660.



FIGURA 9 - O OPERADOR REALIZANDO A TAREFA NA FASE 1

4.1 A TAREFA

4.1.1 O Objeto de Estudo

A definição da colheitadeira CS660 como objeto de estudo iniciou através da parceria existente entre a UFPR e o centro de treinamento da CNH. A colheitadeira foi o lançamento mais recente da CNH e seu painel de instrumentos é muito mais moderno que os painéis de instrumentos dos tratores disponíveis. Além deste aspecto o centro de treinamento CNH apresenta uma sala de teste onde há um painel para treinamento e simulação.



FIGURA 10 - SALA DE TREINAMENTO PARA COLHEITADEIRA CS660

O treinamento oferecido pela CNH, denominado entrega técnica, é realizado na sala de teste. O planejamento inicial deste estudo foi aplicar as técnicas de pesquisa no público que recebe do treinamento na CNH. Isto não foi possível devido ao cancelamento dos treinamentos por causa da situação econômica do momento em questão.

Segue a figura 11 a fim de descrever o objeto de estudo, o painel de instrumentos ou monitor, que divide-se em 5 partes:

1. funções do motor;
2. função de debulha (trilha);
3. funções de ajuste e monitoramento da colheitadeira;
4. funções de altura de corte e pressão da plataforma sobre o solo;
5. monitor de perdas.

O módulo definido como objeto de estudo é o terceiro módulo, ou seja, módulo de funcionamento do painel conforme figuras 11 e 12.



FIGURA 11 - O PAINEL DE INSTRUMENTOS
FONTE: CNH (2005b)



FIGURA 12 - O PAINEL DE INSTRUMENTOS
 FONTE: CNH (2005b)


É importante observar que o módulo **funcionamento do painel** é a entrada de dados sendo os demais módulos os indicadores dos sinais de saída.

4.1.2 A Definição da Tarefa


A Calibração é a tarefa definida para estudo devido sua importância, pois é o momento de sincronização dos diversos parâmetros de ajuste da máquina para determinada atividade. Podemos considerar a calibração como o *set up* da máquina. A definição correta dos parâmetros para determinada atividade reflete no desempenho da máquina e também na vida útil e manutenção da mesma.

O procedimento de calibração consiste em 10 passos conforme figuras 13 e 14 e Anexo F:

CS660



MONITOR



REGULAGENS

Monitor 10 regulagens:

- .1 Altura máxima de corte
- .2 Largura da plataforma
- .3 Elevação automática da plataforma ao engatar marcha à ré
- .4 Disponibilidade de escova da tela rotativa.
- .5 Regulagem da constante da velocidade de avanço
- .6 Acerto do relógio
- .7 Regulagem do sistema Métrico/ Inglês.
- .8 Sensores da posição de de Flut. Autom.
- .9 Disponibilidade do picador.
- .10 Disponibilidade de sincronização do molinete.

FIGURA 13 - PASSOS PARA CALIBRAÇÃO
 FONTE: CNH (2005b)

Os parâmetros ajustados são:

- Passo 2: largura plataforma.
- Passo 8: sensores de posição flutuação automática.
- Passo 10: disponibilidade de sincronização do molinete do grupo concordante.

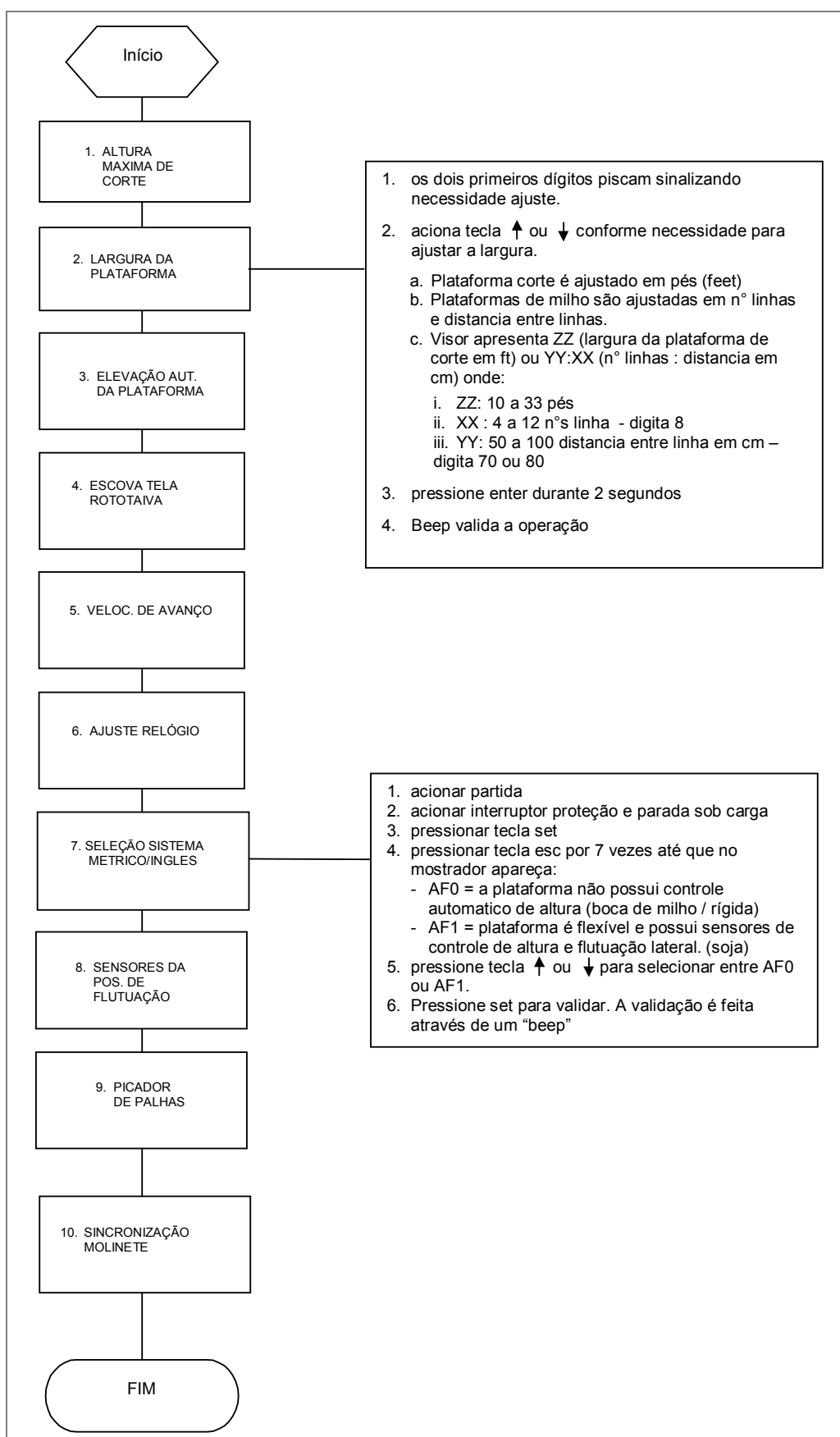


FIGURA 14 - FLUXOGRAMA DA TAREFA GLOBAL

A justificativa para o estudo dos passos 2, 8 e 10 está descrito conforme abaixo:

- compreende funções acionamento painel (chave e interruptor proteção e parada sob carga);
- este módulo compreende o visor digital;
- há tecla de função implícita;
- há sinais sonoros além dos visuais para a confirmação de entrada de dados;
- ativação da mesma tecla várias vezes para ativação da função desejada;
- uma tarefa esta atrelada a outra: os itens 2, 8, 10 são itens não constantes e que o operador deverá alterar a cada *set up* (calibração). Demais itens podem ser ajustados somente no primeiro ajuste e mantidos constantes nas próximas calibrações. Por este motivo definimos analisar as subtarefas dos passos 2, 8 e 10;
- passo 2 e 8 compreende somente o módulo de funcionamento do painel;
- há maior possibilidade de erro no passo 2 segundo o instrutor;
- passo 2 esta atrelado ao passo 8 e também o passo 2 o que pode travar o molinete (passo 10) caso ajuste não esteja correto. O passo 10 é o ajuste CAAP (controle automático altura plataforma), ou seja, este recurso copia o solo;
- No procedimento de calibração não há alerta sonoro para erros.

4.1.2.1 As subtarefas

A análise da subtarefa tem como objetivo a análise da tarefa, ou seja, determinar a tarefa prescrita e atividade.

Passo 2: Largura da Plataforma

1. Tarefa prescrita conforme CNH (2005b).

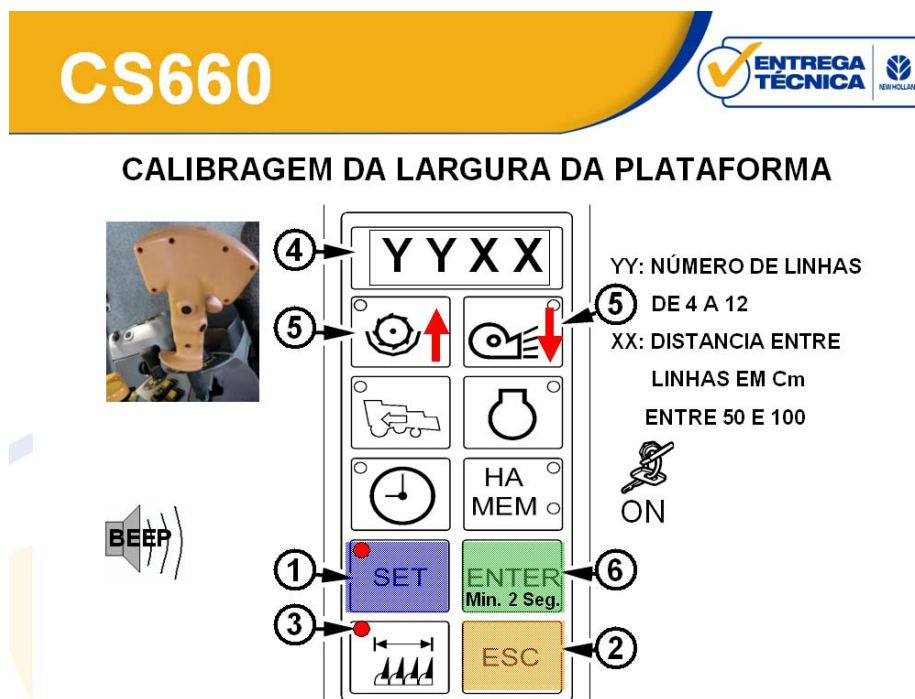


FIGURA 15 - AJUSTE LARGURA DA PLATAFORMA
FONTE: CNH (2005b)

QUADRO 7 - DETALHAMENTO DAS AÇÕES DA SUBTAREFA

TAREFA ⁽¹⁾	TAREFA ⁽²⁾	ATIVIDADE	ERRO
1 Ligar chave partida 2 Acionar interruptor proteção de parada sob carga função <i>reset</i> para eliminar ruído sonoro caso motor esteja desligado. 3 SET 4 pressionar tecla ESC 1 vez até que o <i>led</i> da tecla 3 acenda. Visor mostra ZZ (ft) ou XX:YY número linhas: distância cm 5 pressione tecla 4 ou 5 para selecionar e pressione enter por 2 seg	Ajuste largura da plataforma: 25 ft ou 30 ft Sequência conforme fig. 4.7	A atividade ocorreu conforme treinamento e os erros estão descritos no quadro 11.	Não há informação de alerta para erro na calibração.

FONTE: Adaptado de CNH (2005ab)

(1) Tarefa conforme manual CNH (2005a)

(2) Tarefa conforme treinamento CNH (2005b)

4.2 OS RESULTADOS

4.2.1 A Coleta de Dados - Questionário

Este item refere-se à coleta de dados pessoais e também ao teste de acuidade conforme abaixo. A população submetida a amostragem compreendeu 11 colaboradores sendo que dois foram desconsiderados conforme justificativas citadas no capítulo 3.

Fase 1

QUADRO 8 - DADOS PESSOAIS COLETADOS NA FASE 1 - QUESTIONÁRIO

Operador	Idade	Escolaridade	Experiência anterior (meses)	Forma de admissão	Rotatividade Alta	Há co-piloto durante a tarefa	Tempo exposição ao trabalho (horas)	Acuidade
1	23	2.º grau	18	contrato	Sim	Sim	8	20/15
2	22	3.º grau	12	contrato	Não	Sim	< 8	20/20
3	21	2.º grau	18	contrato	Sim	Sim	8	20/20
4	35	2.º grau	12	contrato	Sim	Não	< 8	20/15

Fase 2

QUADRO 9 - DADOS PESSOAIS COLETADOS NA FASE 2 - QUESTIONÁRIO

Operador	Idade	Escolaridade	Experiência anterior (meses)	Forma de Admissão	Rotatividade alta	Há co-piloto durante a tarefa	Tempo exposição ao trabalho (horas)	Acuidade
5	31	3.º grau	0	<i>free lance</i>	não	não	<8	20/15
6	31	3.º grau	12	<i>free lance</i>	não	não	<8	20/15
7	26	3.º grau	24	<i>free lance</i>	não	sim	<8	20/20
8	34	3.º grau	12	<i>free lance</i>	não	não	<8	20/15
9	29	3.º grau	12	<i>free lance</i>	não	não	<8	20/15

Apresentamos abaixo os resultados obtidos com a aplicação do questionário:

QUADRO 10 - DADOS REFERENTE AOS PARÂMETROS COLETADOS VIA QUESTIONÁRIO

OPERADOR	ITEM							
	Olhos Estrada	Horario Trabalho	Acesso	Leitura	Lay out	Analogico/ Digital	Simbolos	Iluminação
1	4	4	5	5	5	5	5	5
2	4	5	4	3	5	1	2	2
3	5	5	5	5	4	1	4	4
4	5	5	5	5	5	1	5	4
5	5	5	4	4	4	1	5	5
6	5	5	5	4	4	1	5	4
7	5	5	5	4	2	5	5	4
8	5	5	5	5	5	1	5	5
9	5	5	5	5	5	2	5	5

OPERADOR	ITEM							
	Cores de Fundo	Percepção Visual	Carga Mental	Tempo	erros	dificuldade	alarme	legível
1	5	5	3	2	2	2	5	5
2	4	4	5	4	5	5	5	2
3	5	1	4	5	4	4	5	4
4	5	1	2	4	4	1	5	5
5	5	4	4	4	4	2	5	5
6	5	2	4	5	5	5	5	4
7	4	4	4	5	4	4	5	4
8	5	5	5	4	5	5	5	5
9	3	5	5	5	5	5	4	5

4.2.2 A Coleta de Dados - Filmagem

Apresentamos abaixo os resultados da filmagem da tarefa, sendo que não foi possível realizar a filmagem dos operadores 3 e 4 devido a não disponibilidade no momento da filmagem dos demais operadores.

QUADRO 11 - DADOS PESSOAIS COLETADOS VIA FILMAGEM DA TAREFA

OPERADOR	TEMPO PASSO 2	TEMPO PASSO 8	TEMPO PASSO 10	ERROS	OBSERVAÇÃO
1	14	11	12		
2	8	8	16	Não confirmou os passos 2, 8 e 10	Apresentou tempo busca e tempo ajuda
3	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
5	18	21	13		Perdeu passo 2
6	16	17	12	Não confirmou passo 2	
7	11	34	22		Perdeu seqüência no passo 10
8	17	22	12	Não confirmou passo 2	Apresentou tempo de ajuda
9	10	11	9		

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A fim de avaliar a usabilidade do painel realizamos primeiramente os cálculos de eficácia e eficiência através dos dados obtidos na filmagem da tarefa de calibração. A análise geral, ou seja, avaliação da satisfação, eficiência e eficácia, baseou-se em na avaliação de dois grupos: o grupo concordante e o grupo não concordante conforme comentado no capítulo 3, décimo passo.

4.3.1 Análise dos Dados Coletados

Conforme análise do grupo concordante observamos que os operadores 1 e 2, apesar de atenderem os requisitos, foram desconsiderados. O motivo da eliminação do operador 1 para fins de cálculo foi a não conclusão da tarefa o que atribuiu nota zero para eficácia e eficiência. O motivo da eliminação do operador 2 foi a não concordância com a média entre os demais colaboradores no item satisfação. O operador apresentou valor -2,29 como índice de divergência entre os operadores.

Os dados coletados por meio do questionário para avaliação da satisfação, referente aos parâmetros concordantes, tornaram evidente que o operador 2 estava não concordante com os demais. Esta verificação foi realizada através da diferença entre as médias individuais com relação a média geral dividida pelo desvio padrão geral. Deste modo temos que o operador 2 apresenta valor -2,29, ou seja, maior dispersão com relação aos demais. Portanto este operador foi desconsiderado para cálculos do grupo concordante.

TABELA 1 - ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS: SATISFAÇÃO

OPERADOR	ACESSO	LEITURA	LAYOUT	SIMBOLOS	ILUMINAÇÃO	OLHOS NA ESTRADA	CORES DE FUNDO	M	D
1	5	5	5	5	5	4	5	4,9	0,70
2	4	3	5	2	2	4	4	3,4	-2,29
3	5	5	4	4	4	5	5	4,6	0,10
4	5	5	5	5	4	5	5	4,9	0,70
5	4	4	4	5	5	5	5	4,6	0,10
6	5	4	4	5	4	5	5	4,6	0,10
7	5	4	2	5	4	5	4	4,1	-0,80
8	5	5	5	5	5	5	5	5,0	0,99
9	5	5	5	5	5	5	3	4,7	0,40
MM	4,8	4,4	4,3	4,6	4,2	4,8	4,6	4,5	
S	0,44	0,73	1,00	1,01	0,97	0,44	0,73	0,5	

Os dados coletados na filmagem da tarefa evidenciaram que o operador 1, apesar de atender os requisitos, não conseguiu completar a tarefa. Deste modo apresentou eficiência e eficácia zero conforme item 5.3.1 e 5.3.2. Portanto também desconsideramos os dados coletados para o operador 1 para a análise dos resultados do grupo concordante.

4.3.2 Apresentação dos Resultados

4.3.2.1 Eficácia

A partir dos dados coletados na filmagem, conforme tabela 6, pontuamos de 0 a 100 a tarefa nos requisitos qualidade e quantidade. Deste modo calculamos a eficácia conforme capítulo 3, décimo passo. Calculamos também o valor proporcional para a Escala de Likert a fim de parametrizar os dados conforme capítulo 3, quinto passo.

TABELA 2 - CÁLCULO DA EFICÁCIA

OPERADOR	PASSO 2	PASSO 8	PASSO 10	ITEM	EFICÁCIA [%]	VALOR PROPORCIONAL EFICÁCIA (ESCALA LIKERT)
1	0	0	0	quantidade	0	1,00
	0	0	0	qualidade		
2	100	100	100	quantidade	100	5,00
	100	100	100	qualidade		
3	–	–	–	quantidade	–	–
				qualidade		
4	–	–	–	quantidade	–	–
				qualidade		
5	100	100	100	quantidade	100	5,00
	100	100	100	qualidade		
6	0	100	100	quantidade	44,44	2,78
	0	100	100	qualidade		
7	100	100	100	quantidade	66,67	3,67
	100	100	0	qualidade		
8	0	100	100	quantidade	44,44	2,78
	0	100	100	qualidade		
9	100	100	100	quantidade	100	5,00
	100	100	100	qualidade		
MM						3,84
S						1,12

4.3.2.2 Eficiência

Para o cálculo da eficiência identificamos os tempos de realização da tarefa para cada subtarefa, ou seja, para cada passo. Desta forma encontramos o tempo total de realização da tarefa, calculamos a eficiência, o período produtivo PP, o valor proporcional da eficiência para a Escala de Likert e a eficiência relativa RU. Todos cálculos foram realizados conforme capítulo 2.

TABELA 3 - CÁLCULO DA EFICIÊNCIA

OPERADOR	PASSO 2	PASSO 8	PASSO 10	ITEM	TEMPO	EFICIÊNCIA [%]	PP [%]	EFICIÊNCIA (PROPORCIONAL)	EFICIÊNCIA RU [%]
1	46	8	16	T realização		0,00	61,95	1,00	0,00
	5			T ajuda	113				
	38			T busca					
2	14	11	12	T realização		2,70	100,00	4,25	81,08
					37				
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	18	21	13	T realização		1,85	96,30	3,22	55,56
	2			T ajuda	54				
6	16	17	12	T realização		0,95	95,74	2,14	28,37
	2			T ajuda	47				
7	11	34	22	T realização		0,69	69,07	1,83	20,62
		20	10	T ajuda	97				
8	17	22	12	T realização		0,46	53,13	1,56	13,89
	15	20	10	T ajuda	96				
9	10	11	9	T realização		3,33	100,00	5,00	100,00
padrão					30				
MM					64,80	1,46	82,85	2,75	43,69
S					30,23	1,17	20,70	1,41	35,24

4.3.2.3 Avaliação da Usabilidade - Grupo Concordante

Satisfação

Apresentamos os dados coletados via questionário para o item satisfação. O procedimento para os cálculos esta descrito no capítulo 3, décimo passo.

TABELA 4 - CÁLCULO DA SATISFAÇÃO PARA GRUPO CONCORDANTE

OPERADOR	ACESSO	LEITURA	LAYOUT	SIMBOLOS	ILUMINAÇÃO	OLHOS NA ESTRADA	CORES DE FUNDO	M
3	5	5	4	4	4	5	5	4,6
4	5	5	5	5	4	5	5	4,9
5	4	4	4	5	5	5	5	4,6
6	5	4	4	5	4	5	5	4,6
7	5	4	2	5	4	5	4	4,1
8	5	5	5	5	5	5	5	5,0
9	5	5	5	5	5	5	3	4,7
MM	4,9	4,6	4,1	4,9	4,4	5,0	4,6	4,6
S	0,38	0,53	1,07	0,38	0,53	0,00	0,79	0,3
IC	0,50	0,71	1,42	0,50	0,71	0,00	1,05	

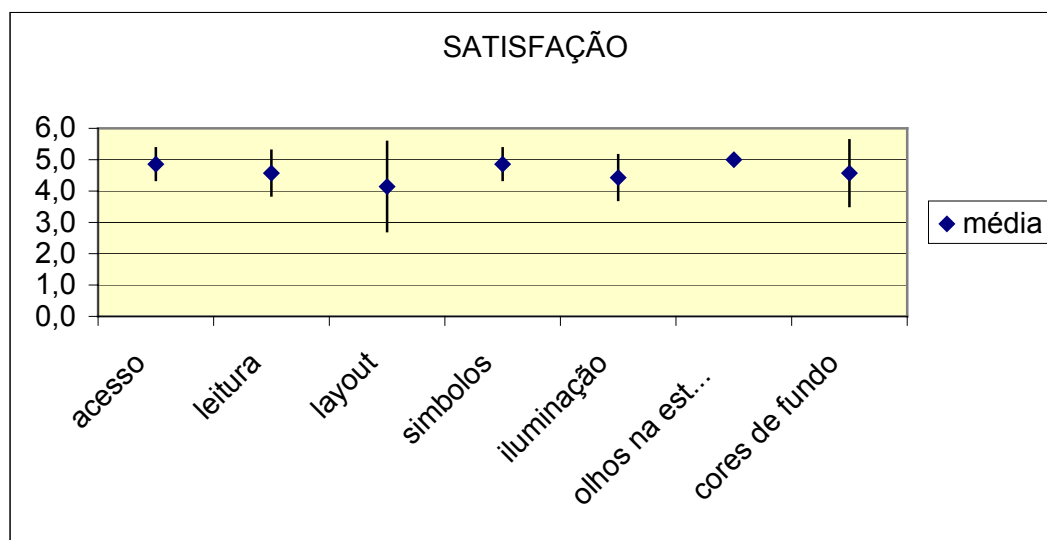


GRÁFICO 1 - A SATISFAÇÃO PARA GRUPO CONCORDANTE

Observamos o valor médio MM (4,6) como indicador de ótima satisfação entre os operadores. O parâmetro *lay out* e cor de fundo apresentaram maior valor de intervalo de confiança.

Eficiência

Apresentamos os dados coletados via questionário e filmagem para o item eficiência. Os parâmetros carga mental e tempo gasto foram coletados via questionário. O parâmetro cálculo eficiência é o resultado do cálculo conforme tabela 5. O procedimento para os cálculos estão descritos no capítulo 3, décimo passo.

TABELA 5 - CÁLCULO DA EFICIÊNCIA PARA GRUPO CONCORDANTE

OPERADOR	CARGA MENTAL	TEMPO GASTO	CÁLCULO EFICIÊNCIA	MÉDIA
3	4	5		4,5
4	2	4		3,0
5	4	4	3,22	3,7
6	4	5	2,14	3,7
7	4	5	1,83	3,6
8	5	4	1,56	3,5
9	5	5	5,00	5,0
média	4,0	4,6	2,8	3,9
desvio	1,00	0,53	1,41	0,7
IC	1,33	0,71	1,87	

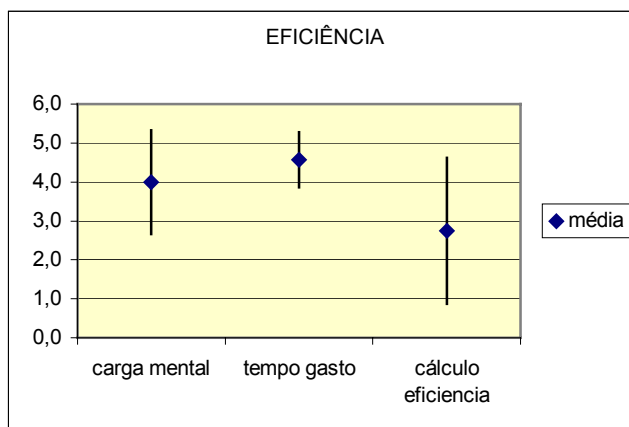


GRÁFICO 2 - A EFICIÊNCIA PARA GRUPO CONCORDANTE

Observamos os itens carga mental e cálculo eficiência com maiores intervalos de confiança. É importante destacar que o cálculo de eficiência não influenciou todos operadores pois não houve filmagem da tarefa para os operadores 3 e 4.

Eficácia

Apresentamos os dados coletados via questionário e filmagem para o item eficácia. Os parâmetros alarme, erros e legível foram coletados via questionário. O parâmetro cálculo eficácia é o resultado do cálculo conforme tabela 6.

TABELA 6 - CÁLCULO DA EFICÁCIA PARA GRUPO CONCORDANTE

OPERADOR	ALARME	ERROS	LEGIVEL	CÁLCULO EFICÁCIA	MÉDIA
3	5	4	4		4,33
4	5	4	5		4,67
5	5	4	5	5	4,75
6	5	5	4	2,78	4,20
7	5	4	4	3,67	4,17
8	5	5	5	2,78	4,45
9	4	5	5	5	4,75
média	4,9	4,4	4,6	3,8	4,47
desvio	0,38	0,53	0,53	1,11	0,25
IC	0,50	0,71	0,71	1,48	

FONTE: A autora

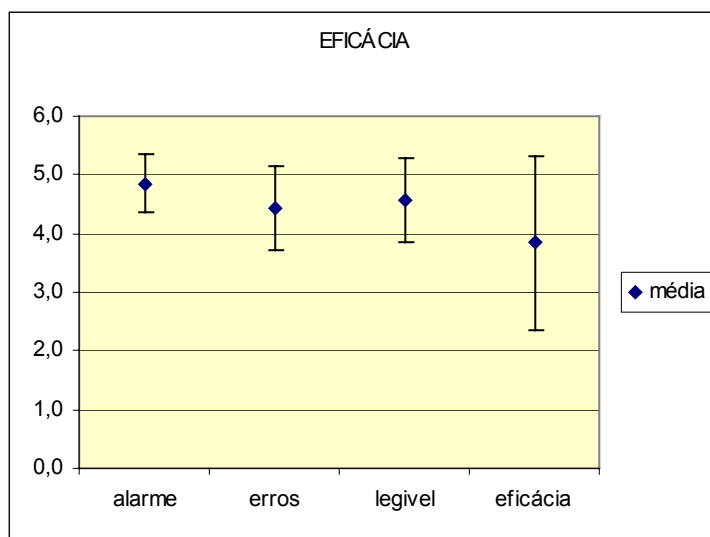


GRÁFICO 3 - A EFICÁCIA PARA GRUPO CONCORDANTE

Observamos maior valor de intervalo de confiança para o item cálculo de eficácia. Conforme comentado no item anterior, os operadores 3 e 4 não compõem o parâmetro cálculo eficácia pois não participaram da filmagem.

Correlação entre os parâmetros

Segue o cálculo da correlação entre todos parâmetros concordantes.

TABELA 7 - CÁLCULO DA CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS DO GRUPO CONCORDANTE

ITEM	ACESSO	LEITURA	LAYOUT	SÍMBOLO	ILUMINAÇÃO	OLHOS NA ESTRADA	CORES FUNDO	CARGA MENTAL	TEMPO GASTO	ALARME	ERROS	LEGIVEL
Acesso	1,00											
Leitura	0,47	1,00										
Layout	0,06	0,71	1,00									
Símbolos	-0,17	-0,35	0,06	1,00								
Iluminação	-0,47	0,17	0,46	0,35	1,00							
Olhos na estrada	-	-	-	-	-	-						
Cores de fundo	-0,24	-0,11	0,08	-0,24	-0,28	-	1,00					
Carga mental	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,62	-	0,42	1,00				
Tempo gasto	0,47	-0,17	-0,46	-0,35	-0,42	-	-0,51	-0,31	1,00			
Alarme	-0,17	-0,35	-0,35	-0,17	-0,47	-	0,88	0,44	-0,35	1,00		
Erros	-0,35	-0,17	-0,46	-0,35	-0,42	-	0,28	0,62	-0,17	0,47	1,00	
Legível	-0,35	0,42	0,71	0,47	0,75	-	-0,11	0,00	-0,75	-0,35	-0,17	1,00

NOTA: As correlações significantes são: leitura e lay out, lay out e legível, iluminação e legível, cores de fundo e alarme, tempo gasto e legível.

A fim de avaliar quais os valores de correlação são significativos foi realizado o teste sobre o coeficiente de correlação conforme abaixo. O valor de *t* de *student* é 2,015 para 6 graus de liberdade e 95% de confiança.

TABELA 8 - TESTE SOBRE O COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO PARA O GRUPO CONCORDANTE

	ACESSO	LEITURA	LAYOUT	SÍMBOLO	ILUMINAÇÃO	OLHOS NA ESTRADA	CORES FUNDO	CARGA MENTAL	TEMPO GASTO	ALARME	ERROS	LEGIVEL
Acesso	!											
Leitura	1,20											
Layout	0,13	2,24										
Símbolos	-0,38	-0,85	0,13									
Iluminação	-1,20	0,38	1,15	0,85								
Olhos na estrada												
Cores de fundo	-0,55	-0,25	0,19	-0,55	-0,66							
Carga mental	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,78		1,05					
Tempo gasto	1,20	-0,38	-1,15	-0,85	-1,02		-1,32	-0,73				
Alarme	-0,38	-0,85	-0,85	-0,38	-1,20		4,16	1,10	-0,85			
Erros	-0,85	-0,38	-1,15	-0,85	-1,02		0,66	1,78	-0,38	1,20		
Legível	-0,85	1,02	2,24	1,20	2,54		-0,25	0,00	-2,54	-0,85	-0,38	

NOTA: As correlações significantes são: leitura e lay out, lay out e legível, iluminação e legível, cores de fundo e alarme, tempo gasto e legível.

Portanto, os valores de correlação significativos são os valores maiores ou iguais ao *t student* (2,015).

4.3.2.4 Avaliação da usabilidade – grupo não concordante

Para avaliação dos parâmetros não concordantes realizamos o cálculo de correlação entre estes parâmetros não concordantes e os dados pessoais conforme abaixo:

TABELA 9 - DADOS COLETADOS PARA GRUPO NÃO CONCORDANTE

OPERADOR	ANALÓGICO	PERCEPÇÃO VISUAL	ETAPA DIFÍCIL
1	5	5	2
2	1	4	5
3	1	1	4
4	1	1	1
5	1	4	2
6	1	2	5
7	5	4	4
8	1	5	5
9	1	5	5
Média	1,9	3,4	3,7
Desvio	2	1,67	1,58
IC	2,35	2,22	2,11

QUADRO 12 - DADOS PESSOAIS COLETADOS VIA QUESTIONÁRIO

OPERADOR	IDADE	ESCOLAR	EXP. ANTERIOR	ADMISSÃO	ALTA ROTATIVIDADE	CO-PILOTO	TEMPO EXP. 8 HS	TEMP. AMB.	PROB. VISÃO	ACUIDADE	DIURNO
1	23	2	18	5	1	1	2	1	5	5	5
2	22	3	12	5	5	1	1	5	5	4	5
3	21	2	18	5	1	1	2	1	5	4	5
4	35	2	12	5	1	5	1	5	5	5	5
5	31	3	0	1	5	5	2	5	5	5	5
6	31	3	12	1	5	5	1	5	5	5	5
7	26	3	24	1	5	1	1	5	1	4	5
8	34	3	12	1	5	5	1	5	5	5	5
9	29	3	12	1	5	5	1	5	5	5	5

Segue os resultados do cálculo da correlação:

TABELA 10 - CÁLCULO CORRELAÇÃO ENTRE DADOS PESSOAIS E PARÂMETROS DO GRUPO NÃO CONCORDANTE

ITEM	IDADE	NÍVEL ESCOLAR	EXP. ANTERIOR	ADMISSÃO	ALTA ROTAT.	CO-PILOTO	TEMPO EXP. 8 HS	TEMP. AMB.	PROB. VISÃO	ACUIDADE
Analógico	-0,38	-0,19	0,66	0,06	-0,19	-0,60	0,19	-0,36	-0,66	-0,19
Percepção visual	0,06	-0,50	0,06	0,40	-0,50	0,03	0,05	-0,15	0,13	-0,20
Etapa difícil	0,20	-0,63	-0,19	0,40	-0,63	0,05	0,47	-0,24	0,08	0,32

NOTA: As correlações significantes são: nível escolar e etapa difícil, experiência anterior e analógica, co-piloto e problema de visão e analógico.

Abaixo segue a avaliação dos valores significativos. O valor de *t* de *student* é 1,89 para 8 graus de liberdade e 95% de confiança.

TABELA 11 - TESTE SOBRE O COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO PARA O GRUPO NÃO CONCORDANTE

ITEM	IDADE	ESCOLAR	EXP. ANTERIOR	ADMISSÃO	ALTA ROTAT.	CO-PILOTO	TEMPO EXP. 8 HS	TEMP. AMB.	PROB. VISÃO	ACUIDADE
Analógico	-1,09	-0,51	2,34	0,16	-0,51	-1,97	0,51	-1,01	-2,33	-0,51
Percepção visual	0,15	-1,53	0,16	1,14	-1,53	0,08	0,13	-0,40	0,33	-0,54
Etapa difícil	0,53	-2,16	-0,52	1,15	-2,16	0,13	1,43	-0,65	0,21	0,88

NOTA: As correlações significantes são: nível escolar e etapa difícil, experiência anterior e analógica, co-piloto e problema de visão e analógico.

O quadro abaixo mostra o resumo dos resultados obtidos.

QUADRO 13 - RESUMO DOS RESULTADOS

GRUPO	ITEM	RESULTADO	VALOR CORRELAÇÃO	PARAMETROS CORRELACIONADOS
Grupo concordante	Satisfação	4,6	0,71	Leitura e <i>Lay Out</i>
			0,71	<i>Lay Out</i> e Legível
			0,75	Iluminação e Legível
	Eficiência	3,9	0,88	Cores de Fundo e Alarme
			-0,75	Tempo Gasto e Legível
	Eficácia	4,47		
Grupo não concordante	--	--	0,66	Experiência Anterior e Preferência por Analógico
			-0,6	Existência de Co-piloto e Mostrador Analógico
			-0,66	Problema de Visão e Mostrador Analógico
			-0,63	Etapa Difícil e Nível Escolar
			-0,63	Alta Rotatividade e Etapa Difícil

4.4 CONCLUSÃO

Conforme escala estabelecida no capítulo 3, o cálculo da eficácia referente à tarefa filmada apresentou valor médio 3,84 e considerado bom na escala de 1 a 5. A eficiência média, referente à filmagem, apresentou-se regular com valor médio 2,75. Estes cálculos consideram somente os operadores 5 a 9. Os valores de eficácia e eficiência estão mensurados com relação ao tempo para execução da tarefa, completude e exatidão.

A eficiência relativa apresentou alto desvio padrão, ou seja, não há concordância entre os participantes. Há muita variação entre eles com relação ao operador padrão (operador 9).

Encontramos o valor global de eficiência 3,9 e eficácia 4,5. Ou seja, conforme escala definida no capítulo 3 temos eficiência classificada como bom e eficácia como ótima.

Ainda para o grupo concordante, a satisfação foi melhor resultado encontrado com valor global 4,6 considerado ótimo. O gráfico 1 apresenta os parâmetros lay out e cor de fundo com os maiores intervalos de confiança, ou seja, estes são os parâmetros menos concordantes entre os operadores.

Os parâmetros correlacionados e o grupo não concordante serão discutidos no capítulo 6 seguinte.

Os valores de correlação indicam como os parâmetros se influenciam, ou seja, se é desejado melhorar o *lay out* do painel, sabemos que não será obtido sucesso se alterar, por exemplo, a cor de fundo. Pois, estes parâmetros têm correlação não significativa considerando o grupo analisado. Desta forma, foi atingido o objetivo estabelecido no capítulo 1: definir os parâmetros fundamentais da usabilidade para desempenho da tarefa.

A análise da subtarefas dos passos 8 e 10 conforme método apresentado é uma sugestão para trabalhos futuros.

A coleta de dados de filmagem de todos operadores seria uma condição mais confiável para avaliar eficácia e eficiência. Portanto, uma sugestão para futuros trabalhos é a aplicação de todas as técnicas de pesquisa definidas em todos os operadores.

5 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

5.1 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

O método de pesquisa apresentado fundamentou o estudo da usabilidade. A revisão bibliográfica permitiu a identificação de parâmetros importantes para a posterior definição das técnicas de pesquisa. As técnicas de pesquisa utilizadas também apresentaram correspondência com a fundamentação tanto no sentido da aplicação, planejamento e pre-teste. Sobre a classificação da pesquisa, conforme Yin (2001) as perguntas iniciadas com "o que" são exploratorias, isto confere com a classificação apresentada no capítulo 1.

O método proposto para avaliação de usabilidade em painel de instrumentos fundamentou-se na norma ISO 9241-11, no método MUSiC que aprofundou nos itens eficiência e eficácia. O método SUMI, que está contido no MUSiC, aprofundou no item satisfação. O relatório apresentado por Brown e Davidson (1999), forneceu conceitos muito importantes para a quantificação dos resultados obtidos na filmagem da tarefa e cálculo da eficácia e eficiência.

Quanto ao planejamento do método proposto seguimos os passos do método estatístico sugerido por (COCHRAN, 1977). A seqüência dos passos trouxe para o trabalho uma consistência no sentido de delineamento e planejamento da pesquisa. Em alguns passos consideramos os conceitos Serco (2005) conforme tabela comparativa apresentada no capítulo 2. Consideramos a possibilidade de utilização de software estatístico para análise, mas para fins didáticos, definimos o procedimento exposto mais adequado.

Conforme a hipótese, o método permitiu o cálculo da eficiência, eficácia e satisfação esta apresentada resumidamente no quadro 13.

5.2 AVALIAÇÃO DO ESTUDO

Os fundamentos para usabilidade foram apresentados no capítulo 2 donde extraímos os parâmetros para avaliação. A definição destes parâmetros estudados foi baseada na justificativa deste trabalho.

Avaliação dos Parâmetros Concordantes

5.2.1 Avaliação da Satisfação

Referente à satisfação observa-se que os parâmetros lay out e cor de fundo que apresentam maior intervalo de confiança, ou seja, maior não concordância entre os operadores. Estes parâmetros também apresentam baixa correlação (0,08) entre si.

Os parâmetros cor de fundo e alarme são apresentadas maior coeficiente de correlação (0,88) dentre os demais. Provavelmente isto se justifica pois os autores Stokes, Wickens e Kite (1990) citam que a integração áudio visual da informação no painel automotivo pode ser uma melhoria significativa no sentido de simplificar a informação visual.

Observamos que a combinação do painel estudado é a seguinte:

- para as teclas (entrada de dados): cor de fundo cinza e inscrição preta, *led* cor verde indicando a tecla acionada.
- para visor digital (saída da informação): cor de fundo preta e inscrição vermelha.

Extrapolando o conceito apresentado no capítulo 2, quadro 2, podemos concluir que provavelmente o mostrador digital apresenta combinação pobre de cores (vermelho sobre preto). Por outro lado Narborough-Hall (1985) segundo Stokes, Wickens e Kite (1990) recomenda os vermelhos, os amarelos, os verdes,

os magentas, os *cyans* e os laranjas para painéis. Conclui-se que cor de fundo poderia ser aqua claro, tornando mais rica a combinação de cores.

Nas teclas de entrada de dados temos o contraste de 30% do preto sobre o cinza. O preto e o branco compõem o maior contraste que se pode conseguir, ou seja, o contraste de polaridade (FONTOURA,1982).

Ainda nas teclas de entrada temos o *led* indicador da função acionada em cor verde. Isto confere com a revisão bibliográfica pois segundo Thorell (1983) o uso do vermelho, do verde, do amarelo e do azul favorece informações de alerta.

Apesar de que não encontramos neste painel a condição ótima de contraste de polaridade e combinação de cor rica, identificamos satisfação do grupo concordante com relação a cor de fundo de 4,6 e valor global de satisfação 4,6.

Conforme Stokes, Wickens e Kite, (1990), as cores envolvidas podem influenciar respostas de tempo. Porém no estudo realizado não identificamos esta relação entre tempo gasto e cor de fundo.

Guimarães (2004) afirma que em projetos de displays, por exemplo, é comum veicular informação visualmente, reservando a sinalização sonora para chamar a atenção em situações de emergência, perigo, crise, etc. Neste estudo identificamos o alarme sonoro aplicado como confirmação de dado de entrada, ou seja, para chamar a atenção.

Conforme capítulo 2, Stokes, Wickens e Kite (1990) citam o autor Arnheim (1984) referente à experiência emocional produzida pela cor e também referente a correlação entre forma e controle intelectual. A percepção do nível de luminosidade e saturação do painel deve diferenciar entre o fundo e não deve criar confusão com outras cores do painel. Os parâmetros Iluminação e legível apresentam correlação 0,75 e isto se justifica pois a iluminação é uma das condições para legibilidade. Segundo Guimarães (2002), a visão é o sentido mais importante do ser humano, pois os olhos são a maior fonte de contato entre o homem e seu meio ambiente. Tarefas de controle, vigilância, inspeção dependem

basicamente do sentido da visão, cuja eficiência vai depender do nível de iluminação adequado para execução do trabalho e do grau de exigência que a tarefa impõe sobre o trabalhador. Pulat (1997) cita a importância da fotometria (iluminação, luminescência e o reflexo) para a função visual humana.

Todos os operadores apontaram execução da tarefa como diurno e os dados coletados também foram durante o dia. Desta forma temos mesmo condição para análise dos dados.

O parâmetro *lay out* apresenta correlação 0,71 com os parâmetros leitura e legível. Considerando que todos operadores concordam que o painel permite dirigir sem tirar os olhos da estrada, isto está coerente com a avaliação positiva do *lay out*, da facilidade de leitura e resposta legível no formato digital. Como olhos na estrada não apresentou variação entre os operadores, então esta análise confere com a revisão bibliográfica pois para Stokes, Wickens e Kite (1990), o propósito do *Head Up Display* é permitir ao usuário o acesso à informação sem tirar os olhos do cenário, ou seja, a estrada.

5.2.2 Avaliação da Eficiência

Os parâmetros tempo gasto e legível apresentaram correlação -0,75: ou seja, quanto maior o tempo gasto menos legível provavelmente é a informação.

O gráfico 2 apresenta o parâmetro tempo gasto com média 4,6 e carga mental com média 4,0 entre o grupo concordante. Ou seja, segundo os operadores a tarefa é rápida e pouco provável que haja excesso de carga mental. Comparando este resultado com cálculo de eficiência (tabela 3) realizada a partir da filmagem da tarefa, verificamos eficiência 2,75. A eficiência global para os dados coletados somente via questionário conforme tabela 5 é o valor 3,9. Portanto, concluímos que os operadores são otimistas com relação à eficiência e que na prática existe eficiência relativa muito variável entre o grupo.

Conforme já comentado no capítulo 4, a eficiência relativa apresentou alto desvio padrão, ou seja, não há concordância entre os participantes. Há muita variação entre eles com relação ao operador padrão (operador 9).

5.2.3 Avaliação da Eficácia

Não foi encontrada correlação significativa entre os parâmetros alarme, erros e legível.

Conforme gráfico 3 o alarme auxilia durante a tarefa de calibração e alerta possíveis erros. Os operadores confirmam esta afirmação com pontuação média 4,9 segundo questionário aplicado. Mas observou-se conforme dados coletados na tarefa filmada que os operadores cometeram os seguintes erros:

- operador 1: não acionou tecla enter por 2 segundos até ocorrer o sinal sonoro de *beep* confirmando o dado de entrada em todos os passos.
- operador 6 e 8: acionou a tecla enter para finalizar o passo 2 mas não houve sinal sonoro *beep* que é confirmação sonora sobre aceite do dado de entrada.

Estes erros atribuíram nota zero para eficácia nos passos citados acima e conforme tabela 2. Portanto na prática encontramos eficácia média 3,84. É importante ressaltar que o valor 3,84 foi extraído de amostra de 5 operadores via filmagem enquanto o valor médio 4,47 foi extraído de uma amostra de 7 operadores via questionário. Novamente concluímos que os operadores são otimistas com relação a eficácia já que no teste prático (filmagem) o valor de eficácia é menor que o encontrado via questionário.

Com relação ao parâmetro erros houve concordância entre os operadores sobre a pequena possibilidade de se cometer erros durante a calibração. Neste painel, segundo operadores, não há problemas de legibilidade conforme média 4,6.

Através do estudo realizado não possível identificar o motivo dos erros já que os operadores consideram o painel legível e de bom *lay out*. Os erros

apresentaram correlação 0,62 com carga mental. Esta correlação não é significativa conforme teste de correlação, mas, este é o item mais provável como causa do erro.

Com relação ao alarme, para Cybis (2005), o emprego da intermitência visual (pisca-pisca) para destacar um dado deve ser feito com bastante cuidado. De modo a preservar sua legibilidade, sugere-se a adoção de um elemento extra, como um indicador ao lado do dado, ao qual seria atribuída a intermitência visual. O tamanho dos caracteres também pode ser utilizado como forma de destacar dados urgentes. Em nosso estudo observamos o pisca-pisca empregado para identificar o item em alteração. Apesar de que não foi avaliado este item diretamente encontramos legibilidade e leitura com pontuação 4,6. Portanto podemos concluir que provavelmente o emprego do pisca-pisca está adequado.

Avaliação dos Parâmetros não Concordantes

Observamos não concordância entre os parâmetros preferência por analógico, percepção visual e etapa difícil devido ao alto valor de desvio padrão entre os operadores.

A fim de buscar justificativas observamos que experiência anterior tem correlação 0,66 com preferência por analógico. Segundo Epstein (1988), a leitura analógica se liga muito mais ao mundo físico do que ao mundo mental que é o caso da leitura digital. Para Cybis (2005), sobre mostradores de software, a forma digital deve ser definida quando houver uma necessidade de precisão de leitura do dado.

Os operadores com maior tempo de experiência apresentaram preferência por mostradores analógicos. Sendo que eles apresentam nível escolar de 2.º e 3.º grau não é possível concluir que este parâmetro preferência por analógico esteja diretamente relacionado com nível intelectual ou tempo de experiência.

Não foi encontrada justificativa para a correlação encontrada $-0,66$ entre co-piloto e preferência por analógico.

Para etapa difícil foi encontrada correlação -0,63 com nível escolar e alta rotatividade. Portanto podemos concluir que provavelmente, a identificação de etapa difícil esteja associada a baixo nível escolar e alta rotatividade.

5.3 RECOMENDAÇÕES

O objeto de estudo, o painel de instrumentos da colheitadeira CS660, apresentado neste trabalho é um produto novo para o fabricante CNH e portanto não houve comparação com produto similar. Trabalhos futuros podem avaliar a usabilidade de painéis antigos (analógicos) relativa aos novos painéis digitais.

A expectativa do operador com relação à eficiência e eficácia é otimista, o tempo de realização é rápido e não há sobrecarga mental. Mesmo assim identificamos erros. Então seria interessante uma análise cognitiva para complementar este estudo.

Inspeções cognitivas (*cognitive walkthrough*) seria aplicável em estudos futuros considerando que, trata-se de um modo formalizado de imaginar os pensamentos e ações dos usuários leigos ao utilizar as interfaces, pela primeira vez, podendo também introduzir teorias psicológicas dentro da técnica informal e subjetiva de exploração cognitiva (SILVA, 2006).

Percebe-se que os operadores não se preocupam com a eficiência pois cometem erros. Talvez fosse interessante entender o que eles entendem por eficiência e eficácia pois eles não se importam com o tempo para realização da tarefa. Talvez seja interessante adequar o treinamento para evitar esta ocorrência e desperdício de tempo. Este tempo é *set up* de máquina, ou seja, tempo não produtivo. Talvez este seja um ponto de melhoria no projeto, talvez um menu disponível no painel com mais recursos para informação e ajuda.

A análise da subtarefas apresentada no capítulo 4, referente ao passo 2 pode ser estendida para os passos 8 e 10 conforme método apresentado.

A coleta de dados de filmagem de todos operadores seria uma condição mais confiável para avaliar eficácia e eficiência. Portanto, sugestão futura é a aplicação de todas as técnicas de pesquisa definidas em todos os participantes. A eficiência relativa, por exemplo, poderia apresentar menor dispersão entre as respostas.

O questionário corrigido, com as perguntas alteradas a fim de adequar as respostas de forma coerente, encontra-se no Anexo D.

Como os dados não são normais pode-se aplicar a estatística não paramétrica conforme o Anexo H.

REFERÊNCIAS

ALLEN, Merril J. et al. **Forensic aspects of vision and highway safety**. USA: Lawyers & Judges Publishing Co, 1996.

ARNHEIM, R. **Arte e percepção visual**. Biblioteca Pioneira de Arte, Arquitetura e Urbanismo, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Requisitos ergonômicos para trabalho de escritório com computadores** - parte 11 - orientação sobre usabilidade. NBR9241-11 08/002. Rio de Janeiro, 2002.

BEVAN; MACLEOD. **Usability measurement in context 1994**. Disponível em: <<http://www.usability.serco.com/papers/music94.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2005.

BROWN A.; DAVIDSON C. 1999. **Super software**. Disponível em <http://zing.ncsl.nist.gov/iusr/documents/diarymate_v34.htm>. Acesso em: 13 dez. 2005.

CAVANAUGHT, J. Relation between immediate memory span and the memory search rate. **Psychological Review**, 1972.

CHAPANIS, A.; Garner, W. R.; MORGAN, C. T. **Applied experimental psychology**. New York: Wiley. 1949.

CHAVAN, Sameer Arvind. **Knowledge and practice of usability engineering techniques**. Disponível em: <<http://www.sameerchavan.com/usability.html-1997-2001->>. Acesso em: 15. jul. 2003.

CHIN, J. P.; DIEHL, V. A.; NORMAN, K. L. 1988. **Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface**. Proceedings of SIGCHI '88, (p.213-218), New York: ACM/SIGCHI. Disponível em: <<http://lap.umd.edu/lapfolder/papers/cdn.html>>. Acesso em: 4 nov. 2005.

CNH - Centro de treinamento. **Entrega técnica**. realizado na Fazenda Canguiri da UFPR. Município de Quatro Barras. 2005b. 1 Cd.

CNH - Centro de treinamento. **Manual do operador**. 1.ed. New Holland (CNH), CS660, 2005a. (impresso no Brasil).

COCHRAN, W. G. **Sampling techniques**. 3rd. Edition. John Wiley, 1977.

COEFICIENTE SPEARMAN. Disponível em: <<http://www.fon.hum.uva.nl/Service/Statistics.html>>. Acesso em: mar. 2006.

COLLINS A. J.; CHATFIELD C. **Introduction to multivariate analysis**. Chapman & Hall, 1980.

CYBIS W. A. **Engenharia de usabilidade**: uma abordagem ergonômica. Disponível em: <<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/publicacoes.html>>. Acesso em: 15 set. 2005.

DOCTORERGO. Disponível em: <<http://www.doctorergo.com/home.html?main=consumer/visualacuity.html>>. Acesso em: nov. 2005.

EPSTEIN, I. **Teoria da informação**. 2.ed. São Paulo: Ática, 1988. Serie Princípios.

EYEMDLINK. Disponível em: <<http://www.eyemdlink.com/Test.asp?TestID=33>>. Acesso em: nov. 2005.

EYSENCK, M. **Psicologia cognitiva**. Porto Alegre: Artes médicas, 1994.

F. CAPUTO, G.; Di GIRONIMO, G. MONACELLI; F. SESSA. **The design of a virtual environment for ergonomic studies**. Disponível em: <<http://adm.ingfo.unibo.it/Papers/E1/6-ADM01-E1-121.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2003.

FONTOURA, I. de. **Composição da Forma**. Itaipu: Coleção Forma e Cor, 1982.

GIL A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOLDSTEIN, E. B. **Sensation and perception**. Brooks: Cole Publishing Company, 1989.

GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia cognitiva**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS 2° ed, 2004.

HAMILTON, M. **Non-parametric univariate tests: 1 sample sign test**. Disponível em: <<http://www.unm.edu/~marcusj/1Samplesign.pdf>>. Acesso em: mar. 2006.

HARPER, B. D.; NORMAN, K. L. Improving user satisfaction: the questionnaire for user interaction satisfaction version 5.5. **Proceedings of the 1st Annual Mid-Atlantic Human Factors Conference**, 1993. p.224-228.

HARPER, B.; SLAUGHTER, L.; NORMAN, K. (1997, November). **Questionnaire administration via the www: a validation and reliability study for a user satisfaction questionnaire**. Paper presented at WebNet 97, Association for the Advancement of Computing in Education, Toronto, Canada. Disponível em: <<http://www.lap.umd.edu/QUIS/index.html>>. Acesso em: 4 nov. 2005.

HCI ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction. Disponível em: <<http://sigchi.org/cdg/cdg2.html>>. Acesso em: 17 out. 2005.

HCI. Disponível em: <<http://www-ist.massey.ac.nz/cphillips/159353/353Usabilityweb/index.htm>>. Acesso em: dez. 2005.

HEIDER, E. R. **Universals in color naming and memory**. Journal of Experimental Psychology, 1972.

HFRG SUMI. Disponível em: <<http://www.ucc.ie/hfrg/questionnaires/sumi/index.html>>. Acesso em: dez 2005.

IIDA, Itiro, **Ergonomia, projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 1990.

KIRAKOWSKI, J. **The use of questionnaire methods for usability assessment SUMI**. Disponível em: <<http://www.ucc.ie/hfrg/questionnaires/sumi/sumipapp.html>>. Acesso em: 15 out. 2005.

KIRAKOWSKI, J. **Questionnaires in usability engineering a list of frequently asked questions** (3rd Ed.). Disponível em: <<http://www.ucc.ie/hfrg/resources/qfaq1.html>>. Acesso em: 15 out. 2005.

LABUTIL. Disponível em: <<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/>>. Acesso em: 3 dez. 2004.

LAKATOS E. M.; MARCONI M. A. **Técnicas de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LARICA, N. J. **Design de transportes: arte em função da mobilidade**. Rio de Janeiro: 2AB/PUC-Rio, 2003. Série oficina.

LUND, A. **Measuring usability with the USE questionnaire**. Disponível em: <http://www.stcsig.org/usability/newsletter/0110_measuring_with_use.html> 2005>. Acesso em: 13 dez. 2005.

MACLEOD M., 1998. **The music performance measurement method**. Disponível em: <<http://www.usabilitynet.org/trump/methods/recommended/specialmethods.htm>> ou <<http://www.usability.serco.com/papers/musppmm97.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2005.

MAPI MUSIC ASSISTED PROCESS IMPROVED. Disponível em: <<ftp://ftp.ucc.ie/hfrg/mapi/finrep.rtf>>. Acesso em: 13 jul. 2005.

MDSUPPORT. Disponível em: <<http://www.eyemlink.com/Test.asp?TestID=33>>. Acesso nov. 2005.

MEDEIROS, C. R. P. X. **Avaliação do cockpit de veículos automotores apoiado na ergonomia e na usabilidade**. 2004., 2004. Dissertação (mestrado) Curitiba: UFPR, 2004.

MELDRUM, J. F. **Automobile driver eye position**. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, 1965.

MICHALEK, J. **Interactive lay out design optimization, 2001**. Disponível em: <http://ode.engin.umich.edu/publications/papers/2001/J_Michalek.pdf>. Acesso em: 17. jul. 2003.

MONT'ALVÃO, C. R. **Ergonomia e segurança de trafego – da teoria a pratica**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1997.

MORAES, A. M.; FRISONI B. C. **Ergodesign: produtos e processos**. Rio de Janeiro: ED. 2AB, 2001.

MORAES, Ana Maria de. **Avisos, Advertências e projeto de sinalização**. Rio de Janeiro: editora iUsEr, 2002.

MURPHY, E.; MITCHELL, C. M. **Cognitive attributes to guide display design in automated command-and-control systems**. Proceedings of the Human Factors Society 28th Annual Meeting, 1984.

MURRELL, K. F. H. **Ergonomics man in his working enviroment**. London: New York, Chapman and Hall, 1965.

MUSiC FOR APPLICATIONS PROJECTS: a summary. Disponível em: <<ftp://ftp.ucc.ie/hfrg/mapi/musicsum.rtf>>. Acesso em: 13 dez. 2005.

NEVILLE A. S.; YOUNG M. S. **In ergonomics designing for human use**. London and New York: Taylor and Francis, 1960.

NORMAN D. A. **The design of everyday things**. MIT Press edition, 1998.

OKIMOTO, M. L. **Estudo ergonômico das tarefas visuais aplicado à inspeção de produtos industriais**. 2000. 00. Tese (doutorado) - Florianópolis: UFSC, 2000.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

PHEASANT, S. **Bodyspace**. Taylor & Francis, 1998.

PULAT, B. M. **Fundamentals of industrial ergonomics**. 2.ed. Illinois: Waveland Press, 1997.

QUALIDADE DO PRODUTO, ISO 9126. Disponível em: <<http://www.estig.ipbeja.pt/~eidces/produto.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2005.

QUIS. Disponível em: <<http://www.lap.umd.edu/QUIS/index.html>>. Acesso em: 3 dez. 2004.

RAMOS, J. **Apostila do curso de especialização em engenharia do produto e design – ergonomia**. Curitiba: PUC/PR, 2003.

ROBSON, C. **Real world research: a resource for social scientists and practitioner**. Oxford: Blackwell, 1993.

ROEBUCK, J. A. Anthropometric methods: designing to fit the human body. **Human Factor and Ergonomic Society**, 1993.

SANDERS, Sanders, M.S. & McCormick, E. J. (1987). Human factors in engineering and design (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill, 1993.

SANTOS, A.; FORMOSO, C. T. An exploratory study on the applicability of process transparency in construction sites. **Journal of Construction Research**, v.3, n.1, 2002.

SANTOS, N.; FIALHO F. **Manual de análise ergonômica no trabalho**. Curitiba: Gênese, 1997.

SERCO. Disponível em: <<http://www.serco.com/text/usability/services/index.asp>>. Acesso set. 2005.

SILVA, C. R. O. **Bases pedagógicas e ergonômicas para concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados**. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/ribeiro/cap4.html>>. Acesso em: 15 abr. 2006.

SILVA, N. N. **Amostragem probabilística**. São Paulo: Ed. USP, 1998.

SORKIN, R. D.; KANNTOWITZ B. H. **Human factors understanding people-system relationships**, John Wiley & Sons, 1983.

SPINILLO C. Instruções visuais. **1.º encontro de design informacional**. Curitiba: PGMEC UFPR, agosto 2004. 1 CD.

STANTON, N.; YOUNG, M. S. **A guide to methodology in ergonomics**: designing for human use. London: Taylor & Francis, 1999.

STOKES, A.; WICKENS, C.; KITE, K. Display technology. **Published by Society of Automotive Engineers**, 1990.

SUMI sample output. Disponível em: <<http://www-ist.massey.ac.nz/cphillips/159353/353/Evaluationweb/sld018.htm>>. Acesso em: jul. 2005.

THOMAS C.; BEVAN N. Usability context analysis: a practical guide. Disponível em: <http://www.usabilitynet.org/trump/documents/UCA_V4.04.doc>. Acesso em: 13 dez. 2005.

THORELL, L. G. Introduction to color vision. **Advances in Display Technology III**, 1983.

UPA - The Usability Professionals' Association. Disponível em <<http://www.upassoc.org/chapters/>>. Acesso em: 17 out. 2005.

USABILIDADE. Disponível em: <<http://www.geocities.com/claudiaad/usability.html>>. Acesso em: nov. 2005

USABILITY NET. Disponível em: <http://www.hostserver150.com/usabilit/tools/r_international.htm e <http://www.usabilitynet.org/trump/methods/recommended/testing.htm>>. Acesso em: 3 dez. 2004.

USABILITY NET. **International standards for hic and usability**. Disponível em: <http://www.hostserver150.com/usabilit/tools/r_international.htm>. Acesso em: 13 dez. 2005.

USABILITYNET. Disponível em: <<http://www.usabilitynet.org/tools/subjective.htm>>. Acesso em: jul. 2005.

USEIT.COM. Disponível em: <<http://www.useit.com/>>. Acesso em: set. 2005.

WALRAVEN, J. **The colors are not on the display**: a survey of non-veridical perceptions that may turn up on a colour display. Displays: Concepts and Applications, 1985.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho**: ergonomia, método e técnica. Tradução: F. Gomide Veza, São Paulo: FTD/Oboré, 1987.

YIN, Robert K. Case study research: design and methods. Second edition. **Applied Social Research Methods Series**, v.5, Sage Publications, 1994.

ANEXO A - FOTOS DE PAINÉIS DE INSTRUMENTOS CNH

Colheitadeira CS 660



FIGURA 1.A.A - COLHEITADEIRA CS 660 – CNH

O painel de instrumentos da colheitadeira

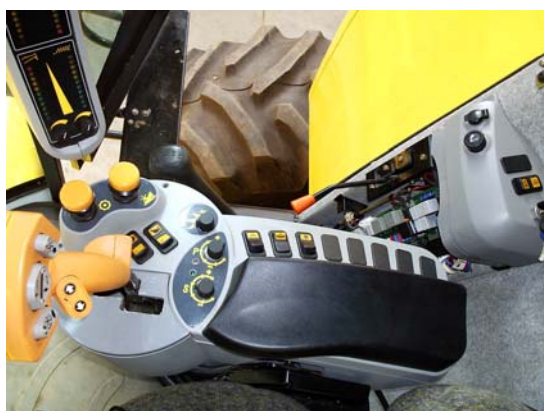


FIGURA 2.A.A - PAINÉIS DE CONTROLE E INSTRUMENTOS COLHEITADEIRA CS 660 – CNH

As plataformas: para grãos e milho



FIGURA 3.A.A - TIPOS DE PLATAFORMAS: COLETA DE GRÃOS E MILHO - COLHEITADEIRA CS 660 – CNH

Os modelos de painéis de instrumentos dos tratores



FIGURA. 4.A.A - PAINÉIS DE CONTROLE E INSTRUMENTOS DOS TRATORES CNH

ANEXO B - O PRÉ-TESTE

O PRÉ-TESTE

O pré-teste teve como objetivo central a filmagem da tarefa a fim de identificar a tarefa que seria detalhada. Realizou-se a filmagem da tarefa de calibração em todos os passos, ou seja, do passo 1 ao 10.

Os objetivos secundários do pré-teste foram: preparação do pesquisador, planejamento, conhecimento prévio do entrevistado e organização do roteiro.

Após a filmagem foi realizada uma entrevista não estruturada conforme Robson (1993), ou também podemos classificada como focal segundo Yin (1993).

- Sobre dispositivos de sinalização: há ajuda na tomada de decisão?
Resp.: Não há alerta durante calibração.
- Cores dos ícones indica alguma característica importante?
Resp.: Fundo cinza indica entrada do painel
- Símbolos das teclas são legíveis e identificáveis as funções ?
Resp.: Sim, símbolos são universais.
- Usa pés e mãos simultaneamente?
Resp.: Não
- Como se identifica tecla com dupla função e única função?
Resp.: função calibração e função operação usam mesma tecla. Mas não há função dupla para a calibração.
- Código de erro tem significado explícito? Panes é diferente de erros humanos?
Resp.: Pane tem beep curto e para erros aparece no visor o código do erro somente para passo 3 e acende as lâmpadas.
- Conforme iluminação há ofuscamento das teclas ou a posição do painel não permite ofuscamento?
Resp.: Não há ofuscamento pois a cabine é fechada.
- Alcance do painel é satisfatório?
Resp.: Sim
- Tamanho da letra no visor é suficiente?
Resp.: Sim

- Como diferenciar sinais de alerta? Há alertas sonoros, visual muda frequência?
Resp.: Não há sinais de alerta na calibração somente há no operacional.
- Detecção da informação é rápida? É esperado o local da resposta? Qual é o estímulo (visual, sonoro)?
Resp.: Visual para calibração. Detecção fácil pois só há um visor.
- O sinal é facilmente identificado? Como se identifica?
- Se houver erro em determinada etapa o que ocorre?
Resp.: Não. A entrada com erro permite o próximo passo. Somente no funcionamento será detectado a calibração incorreta.

**ANEXO C - RESUMO DOS RELATÓRIOS DE VISITAS AO CENTRO
TREINAMENTO CNH E FÁBRICA CNH**

RESUMO DOS RELATÓRIOS DE VISITAS AO CENTRO TREINAMENTO CNH

QUADRO 1.A.C - RESUMO ATIVIDADES DO ESTUDO DE CASO

PASSO	ATIVIDADE	PARTICIPANTES	DESCRIÇÃO	DATA
1	Visita técnica Centro de Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prof. Iakson Borges (facilitador), (Instrutor treinamentos CNH), José Carlos Kummer (pós vendas CNH) e Wania Guedes (mestranda) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visita técnica e integração ▪ Contato com gerente pós vendas ▪ Definição do objeto de estudo 	20/01/2005
2	Visita técnica Centro de Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prof. Iakson Borges (facilitador), Prof. Lucia Okimoto (orientadora), (Instrutor treinamentos CNH), José Carlos Kummer (pós vendas CNH) e Wania Guedes (mestranda) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análise detalhada do objeto de estudo e coleta fotos: o painel de colheitadeiras modelo CS 660 ▪ Avaliação dos recursos necessários para teste piloto: gravador, filmadora ▪ Definição cronograma para técnica de coleta dados 	12/05/2005
3	Visita técnica Centro de Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prof. Iakson Borges (facilitador), Max (Instrutor treinamentos CNH), José Carlos Kummer (pós vendas CNH) e Wania Guedes (mestranda) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análise da tarefa ▪ Coleta de material treinamento (cd com apresentações/ treinamento) 	20/05/2005
4	Entrega técnica Centro de Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Max (Instrutor treinamentos CNH), participantes da entrega técnica (7 pessoas) e Wania Guedes (mestranda) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acompanhamento treinamento ▪ Detalhamento da tarefa 	30/05/2005
5	Visita técnica Pré-teste Centro de Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Max (Instrutor treinamentos CNH), Wania Guedes (mestranda) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Filmagem da tarefa ▪ Entrevista com treinador 	26/07/2005
6	Coleta de Dados Fase 1 Fábrica CNH	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colaboradores CNH 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Filmagem da tarefa ▪ Teste acuidade ▪ Questionário 	29/11/05
7	Coleta de Dados Fase 2 Centro de Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instrutores CNH 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Filmagem da tarefa ▪ Teste acuidade ▪ Questionário 	19/12/05

ANEXO D - O QUESTIONÁRIO

AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DO PAINEL CS660 – TAREFA DE CALIBRAÇÃO

Nome: _____

Idade: _____

Grau escolaridade: () 1.º grau () 2.º grau () 3.º grau

Experiência anterior: () sim () não

Se sim qual tipo máquina? _____

Quanto tempo de experiência? _____

Forma de admissão? () contrato () free lance

Rotatividade alta nesta função? () sim () não

Desempenha tarefa com co-piloto? () sim () não

Tempo de exposição ao trabalho diário:

() 8 horas () menos que 8 horas () acima de 8 horas

Temperatura ambiente cabine agradável: () sim () não

Problema de visão? () sim () não Qual? _____

Teste acuidade: "não preencher"



QUESTIONÁRIO

CARACTERÍSTICAS/ELEMENTO	PONTUAÇÃO
1. O painel permite dirigir sem tirar os olhos da estrada	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca
1.1 Horário de trabalho	() diurno () noturno
2. Conforto do monitor/ satisfação :	
2.1 acesso	() excelente () bom () indiferente () ruim () péssimo
2.2 leitura	() excelente () bom () indiferente () ruim () péssimo
2.3 lay out dos módulos obedece principio da importância e frequência de uso?	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca
2.4 preferência por analógico a digital?	() sim () provável () indiferente () pouco provável () não
2.5 Figuras indicativas são símbolos conhecidos ou de fácil dedução?	() sim () provável () indiferente () pouco provável () não
2.6 Ambiente interno : Iluminação é agradável?	() excelente () bom () indiferente () ruim () péssimo
2.7 Módulos tem cores de fundo e inscrição diferentes. É importante a cor de fundo?	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca
3. Eficiência do monitor:	
3.1 há dificuldade de percepção visual da informação?	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca
3.2 Há excesso carga mental?	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca
3.3 Tempo gasto para realização da tarefa é satisfatório?	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca () muito rápido () rápido () indiferente () demorado () muito demorado
4. Eficácia do monitor:	
4.1 Há erros na seqüência da calibração?	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca
4.2 Há etapa onde há maior dificuldade?	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca
4.3 Alarme auxilia durante a tarefa calibração e alerta para erros?	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca
4.4 Resposta no formato digital é legível?	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca

QUESTIONÁRIO CORRIGIDO

CARACTERISTICAS/ELEMENTO	PONTUAÇÃO
1. O painel permite dirigir sem tirar os olhos da estrada	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca
1.1 Horário de trabalho	() diurno () noturno
2. Conforto do monitor/ satisfação :	
2.1 acesso	() excelente () bom () indiferente () ruim () péssimo
2.2 leitura	() excelente () bom () indiferente () ruim () péssimo
2.3 lay out dos módulos obedece principio da importância e frequência de uso?	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca
2.4 preferência por analógico a digital?	() sim () provável () indiferente () pouco provável () não
2.5 Figuras indicativas são símbolos conhecidos ou de fácil dedução?	() sim () provável () indiferente () pouco provável () não
2.6 Ambiente interno : Iluminação é agradável?	() excelente () bom () indiferente () ruim () péssimo
2.7 Módulos tem cores de fundo e inscrição diferentes. É importante a cor de fundo?	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca
3. Eficiência do monitor:	
3.1 há dificuldade de percepção visual da informação?	() nunca () pouco provável () indiferente () provável () sempre
3.2 Há excesso carga mental?	() nunca () pouco provável () indiferente () provável () sempre
3.3 Tempo gasto para realização da tarefa é satisfatório?	() muito rápido () rápido () indiferente () demorado () muito demorado
4. Eficácia do monitor:	
4.1 Há erros na seqüência da calibração?	() nunca () pouco provável () indiferente () provável () sempre
4.2 Há etapa onde há maior dificuldade?	() nunca () pouco provável () indiferente () provável () sempre
4.3 Alarme auxilia durante a tarefa calibração e alerta para erros?	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca
4.4 Resposta no formato digital é legível?	() sempre () provável () indiferente () pouco provável () nunca

ANEXO E - NORMAS USABILIDADE E IHC

NORMAS USABILIDADE E IHC

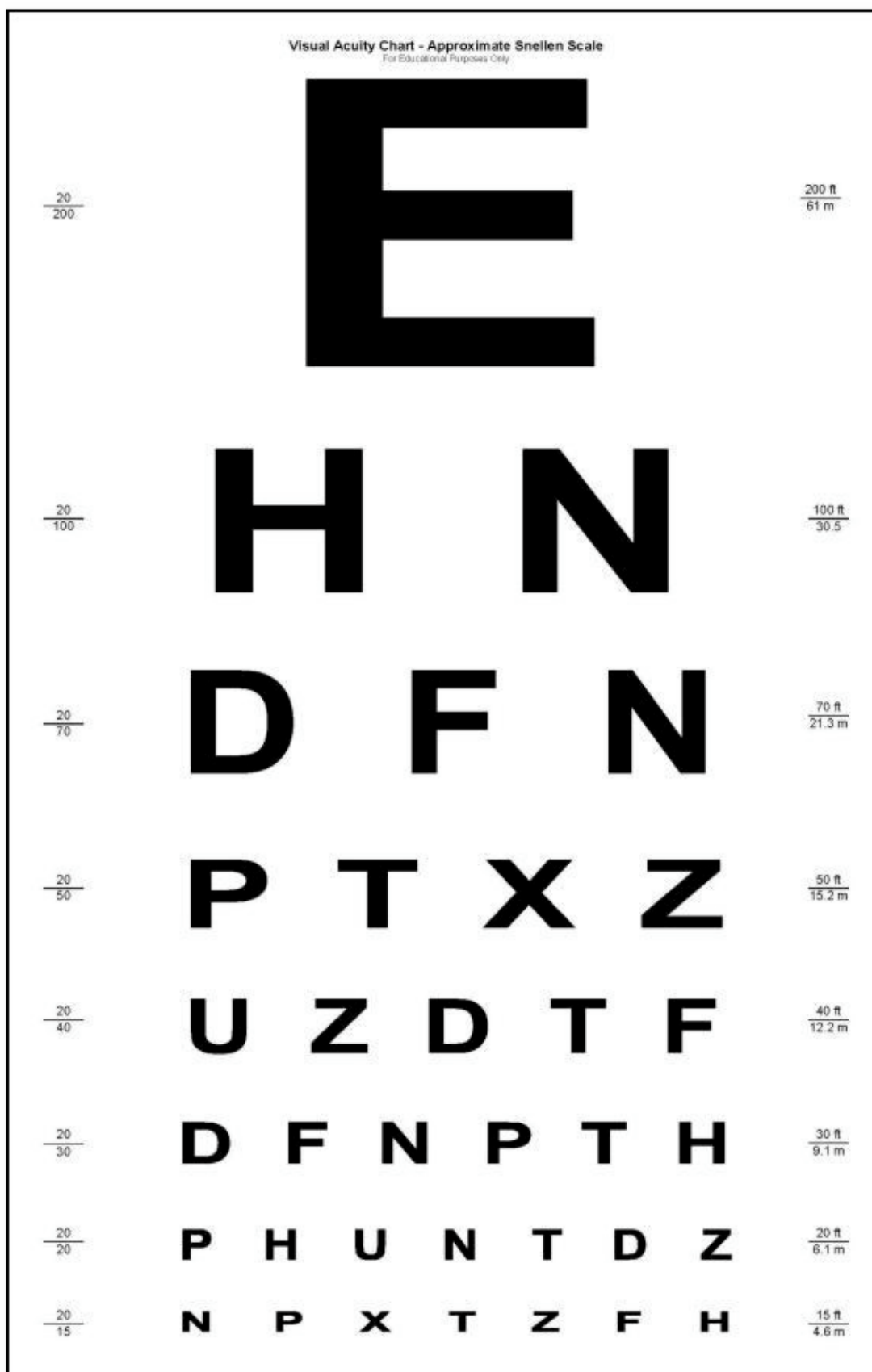
Conforme o site Usability Net, temos um resumo das normas relacionadas a usabilidade e IHC como segue abaixo:

QUADRO 1.A.5 - NORMAS INTERNACIONAIS

	PRINCIPLES AND RECOMMENDATIONS	SPECIFICATIONS
Use in context	ISO/IEC 9126-1: Software Engineering - Product quality - Part 1: Quality model	ISO 20282: Usability of everyday products
	ISO/IEC TR 9126-4: Software Engineering - Product quality - Part 4: Quality in use metrics	
	ISO 9241-11: Guidance on Usability	
Interface and interaction	ISO/IEC TR 9126-2: Software Engineering - Product quality - Part 2 External metrics	ISO 9241: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals. Parts 3-9
	ISO/IEC TR 9126-3: Software Engineering - Product quality - Part 3 Internal metrics	ISO/IEC 10741-1: Dialogue interaction - Cursor control for text editing
	ISO 9241: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals. Parts 10-17	ISO/IEC 11581: Icon symbols and functions
	ISO 11064: Ergonomic design of control centres	ISO 13406: Ergonomic requirements for work with visual displays based on flat panels
	ISO 14915: Software ergonomics for multimedia user interfaces	ISO/IEC 14754: Pen-based interfaces - Common Gestures for text editing with pen-based systems
	IEC TR 61997: Guidelines for the user interfaces in multimedia equipment for general purpose use	ISO/IEC 18021: Information Technology - User interface for mobile tools
Documentation	ISO/IEC 18019: Guidelines for the design and preparation of software user documentation	ISO/IEC 15910: Software user documentation process
Development process	ISO 13407: Human-centred design processes for interactive systems	ISO/IEC 14598: Information Technology - Evaluation of Software Products
	ISO TR 16982: Usability methods supporting human centred design	
Capability	ISO TR 18529: Ergonomics of human-system interaction - Human-centred lifecycle process descriptions	
Other	ISO 9241-1: Part 1: General Introduction	
	ISO 9241-2: Part 2: Guidance on task requirements	
	ISO 10075-1: Ergonomic principles related to mental workload - General terms and definitions	
	ISO DTS 16071: Guidance on accessibility for human-computer interfaces	

FONTE: FONTE: Disponível em: <www.usabilitynet.com>

ANEXO F - O TESTE DE ACUIDADE VISUAL



Disponível em: <<http://www.hometrainingtools.com/tbimages/12192.lg.jpg>>

**ANEXO G - DETALHAMENTO DO PROCEDIMENTO PARA CALIBRAÇÃO
CONFORME TREINAMENTO**

1. ALTURA MÁXIMA CORTE

o sensor de altura apresenta valores em mV. O ajuste é conforme necessidade. Supõe que 0,5 m equivale a 4000mv.

2. LARGURA PLATAFORMA

ajuste largura da plataforma: 25 ft ou 30 ft (usa-se a segunda função da tecla)

3. ELEVAÇÃO AUTOMÁTICA DA PLATAFORMA AO ENGATAR MARCHA RÉ

código para escova da tela rotativa: binário (1 sim, 0 não) –selecionar sempre não há escova na tela rotativa.

4. DISPONIBILIDADE DE ESCOVA NA TELA ROTATIVA

HU1 – significa funcionamento automático na ré para CAP

HU0 – não significa funcionamento automático na ré para CAP

Obs.: industrial tem que estar ligado

5. REGULAGEM DA CONSTANTE DE VELOCIDADE DE AVANÇO

Valor constante de 500 a 7000: valor constante deve ser 2220

Obs.: o valor do manual 2120 esta incorreto

6. AJUSTE DO RELÓGIO

ajuste de data e hora

7. SELEÇÃO SISTEMA MÉTRICO/INGLÊS

definição do sistema métrico : hec (km/hora) ou acres (linhas /horas)

8. SENSORES DA POSIÇÃO DE FLUTUAÇÃO AUTOMÁTICA:

AF0 : boca de milho plataforma “hichner”

AF1: soja

9. DISPONIBILIDADE DO PICADOR:

picador de palhas ativado CH 1 – desativado CH0

10. DISPONIBILIDADE DE SINCRONIZAÇÃO DO MOLINETE

situação ideal é SC1, ou seja, motor hidráulico. Na situação SC0 o molinete pára teoricamente.

ANEXO H - RECOMENDAÇÕES - ESTATÍSTICA NÃO PARAMÉTRICA

Com o intuito de complementar as recomendações citadas no capítulo 5 sobre estatística não paramétrica apresentamos este anexo.

Para dados não normais é indicado a aplicação da estatística não paramétrica. Neste caso, teríamos como dados de saída a mediana com o intervalo de confiança, ao invés de, a média com intervalo de confiança, como encontrado no método apresentado.

Segue um exemplo do cálculo utilizando estatística não paramétrica para o item satisfação do grupo concordante. Em seguida apresentamos uma comparação entre os resultados do método aplicado considerando a estatística não paramétrica e o método proposto neste trabalho.

Considerando os dados coletados disponíveis no capítulo 4, apresentamos na tabela abaixo as medianas e calculados os limites do intervalo de confiança (95%) com base no teste de sinais (para qualquer distribuição) (HAMILTON, 2006).

TABELA 1.A.H - CÁLCULO DA MEDIANA E LIMITES DO INTERVALO DE CONFIANÇA

OPERADOR	ACESSO	LEITURA	LAYOUT	SIMBOLOS	ILUMINAÇÃO	OLHOS NA ESTRADA	CORES DE FUNDO
3	5	5	4	4	4	5	5
4	5	5	5	5	4	5	5
5	4	4	4	5	5	5	5
6	5	4	4	5	4	5	5
7	5	4	2	5	4	5	4
8	5	5	5	5	5	5	5
9	5	5	5	5	5	5	3
Mediana	5	5	4	5	4	5	5
-IC (95%)	4,733	4	3,467	4,733	4	5	3,733
+IC (95%)	5	5	5	5	5	5	5
inf	0,267	1	0,533	0,267	0	0	1,267
sup	0	0	1	0	1	0	0

O gráfico abaixo mostra a mediana e o intervalo de confiança para o item satisfação do grupo concordante:

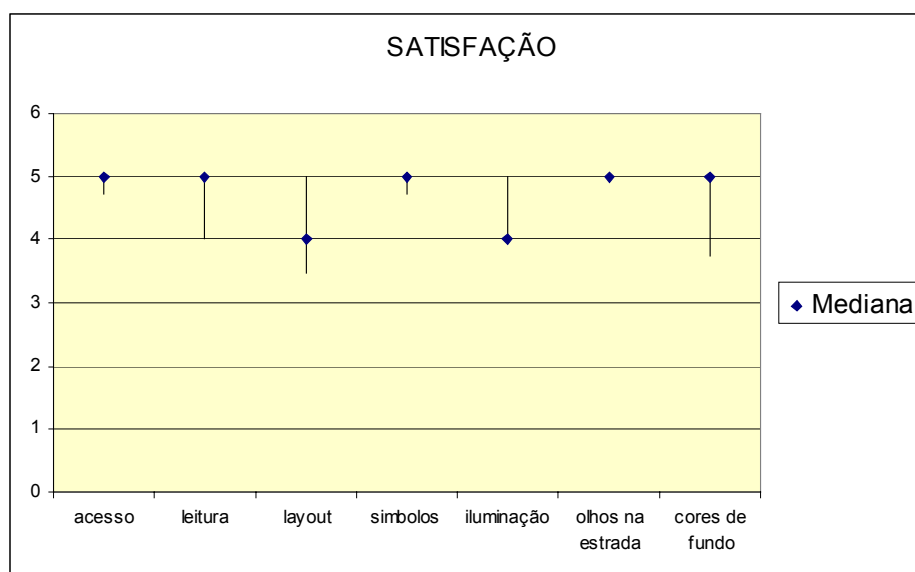


GRÁFICO 1.A.H - SATISFAÇÃO PARA O GRUPO CONCORDANTE

Notamos que o valor médio que representa satisfação conforme gráfico acima é 4,7 o que confere com o resultado da avaliação da satisfação no método proposto (4,6), conforme quadro resumo de dados disponível no capítulo 4.

A fim de definir a correlação entre os parâmetros utilizamos o coeficiente de Spearman conforme tabela abaixo (SPEARMAN, 2006). A significância dos coeficientes foi determinada através do p value.

		acess	leitura	layout	simbol	ilumi	olhos	cores	carga	tempo	galarme	erros	legive
acesso	Coef. Correlação	1											
	p-value	0											
leitura	Coef. Correlação	0,69	1										
	p-value	0,09	0										
layout	Coef. Correlação	0,51	0,82	1									
	p-value	0,27	0,03	0									
simbolos	Coef. Correlação	0,56	0,25	0,51	1								
	p-value	0,20	0,59	0,27	0								
iluminação	Coef. Correlação	0,19	0,37	0,57	0,62	1							
	p-value	0,66	0,39	0,2	0,14	0							
olhos na estrada	Coef. Correlação	0,82	0,62	0,57	0,82	0,62	1						
	p-value	0,03	0,14	0,2	0,03	0,14	0						
cores de fundo	Coef. Correlação	0,37	0,31	0,29	0,37	0,19	0,68	1					
	p-value	0,39	0,49	0,56	0,39	0,71	0,11	0					
carga mental	Coef. Correlação	0,47	0,41	0,42	0,47	0,78	0,6	-0,03	1				
	p-value	0,27	0,35	0,35	0,27	0,05	0,17	0,96	0				
tempo gasto	Coef. Correlação	0,69	0,13	-0,2	0,25	-0,1	0,62	-0,07	0,35	1			
	p-value	0,09	0,78	0,71	0,59	0,91	0,14	0,91	0,44	0			
alarme	Coef. Correlação	0,56	0,25	0,13	0,56	0,19	0,82	0,87	0,1	0,25	1		
	p-value	0,20	0,59	0,78	0,2	0,66	0,03	0,01	0,84	0,59	0		
erros	Coef. Correlação	0,63	0,38	0,57	0,62	0,56	0,62	0,18	0,79	0,38	0,19	1	
	p-value	0,14	0,39	0,2	0,14	0,2	0,14	0,71	0,05	0,4	0,66	0	
legível	Coef. Correlação	0,25	0,56	0,82	0,69	0,82	0,62	0,3	0,41	-0,31	0,25	0,375	1
	p-value	0,59	0,2	0,03	0,09	0,03	0,14	0,49	0,36	0,5	0,59	0,4	0

Considerando o intervalo de confiança calculado com 95% confiabilidade então os valores pvalue abaixo de 0,05 indicam as correlações significativas. Abaixo apresentamos os parâmetros correlacionados com os respectivos valores de correlação:

- Leitura e lay out (0,82)
- Acesso e olhos na estrada (0,82)
- Símbolos e olhos na estrada (0,82)
- Carga mental e iluminação (0,78)
- Olhos na estrada e alarme (0,82)
- Cores de fundo e alarme (0,87)
- Carga mental e erros (0,79)
- Lay out e legível (0,82)
- Iluminação e legível (0,82)

Conforme capítulo 4, quadro resumo dos resultados, onde foi apresentado os parâmetros cuja correlação é significativa, temos os parâmetros correlacionados para a avaliação da satisfação:

- Leitura e lay out (0,71)
- Lay out e legível (0,71)
- Iluminação e legível (0,75)
- Cores de fundo e alarme (0,88)
- Tempo gasto e legível (-0,75)

Conclui-se portanto que, comparando os resultados da estatística não paramétrica com o método proposto neste trabalho, através da estatística não paramétrica identificamos:

- maior quantidade de parâmetros correlacionados
- valor de correlação maior

Portanto, o modelo apresentado acima pode ser aplicado aos itens eficiência e eficácia como sugestão para trabalhos futuros.

ANEXO I - A TAREFA DE DIRIGIR

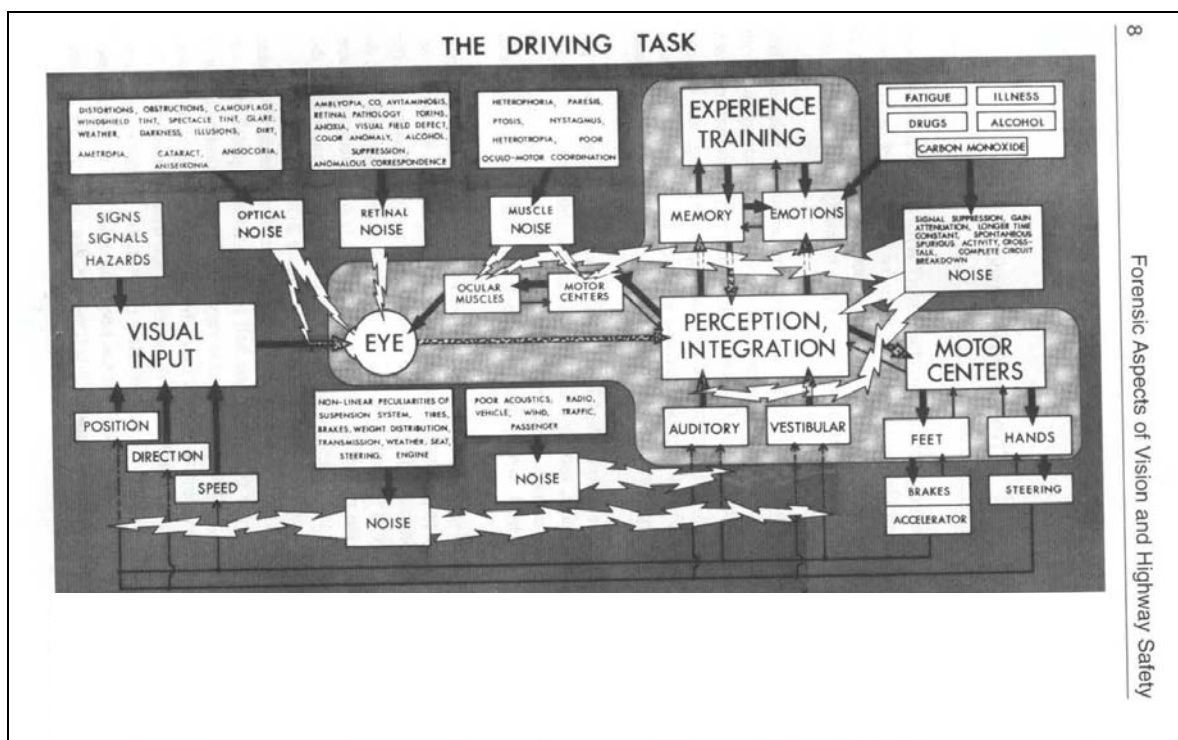


FIGURA 1.A.1 - A TAREFA DE DIRIGIR

FONTE: ALLEN (1996)

NOTA: A figura descreve o circuito do sistema nervoso. A entrada é a luz nos olhos. Os olhos enviam informação para o centro de percepção, para o centro motor no cérebro. O cérebro envia sinal para mãos e pés a fim de controlar o veículo na estrada e modificar a entrada visual. Os ruídos estão representados como "raios" que podem reduzir a eficácia do motorista. O cérebro filtra os ruídos para obter a informação exata. Por causa dessa compensação que o cérebro realiza constantemente pode ocorrer fadiga, doenças, etc.