

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

O DESENVOLVIMENTO DA USABILIDADE DE INTERFACES EM PROJETOS
– UM ESTUDO DE CASO EM LAVADORA DE ROUPA

VERA COELHO DE AGUIAR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

O DESENVOLVIMENTO DA USABILIDADE DE INTERFACES EM PROJETOS
– UM ESTUDO DE CASO EM LAVADORA DE ROUPA

Vera Coelho de Aguiar

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de São Carlos,
como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Produção.**

Orientador: Prof. Dr. João Alberto Camarotto

SÃO CARLOS
2004

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

A282du

Aguiar, Vera Coelho de.

O desenvolvimento da usabilidade de interfaces em projetos – um estudo de caso em lavadora de roupa / Vera Coelho de Aguiar. -- São Carlos : UFSCar, 2004.
113 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Estudo do trabalho. 2. Usabilidade. 3. Ergonomia. 4. Projeto de produtos. I. Título.

CDD: 658.542 (20ª)

FOLHA DE APROVAÇÃO

DEDICATÓRIA

Ao Cláudio, que soube respeitar a minha decisão, com quem
aprendi a construir um relacionamento sólido no diálogo do dia-a-dia
Serei eternamente grata pela sua compreensão
e ajuda constante.
O meu eterno Amor.

Aos meus pais, Francisco e Iêda, pelos ensinamentos
dos princípios de vida.
Sem seu amor e confiança,
eu não teria alcançado esta etapa.

Dedico a vocês esta conquista.

AGRADECIMENTOS

- Aos meus irmãos Denise, Renato e Rodolfo, que permitiram que eu traçasse novos caminhos. Mesmo de longe, sempre me acompanharam, oferecendo-me o apoio necessário.
- À minha querida vovó Graciema, que me ensinou que a felicidade e a eternidade da vida se constroem com muita humildade e fé.
- A Da. Marina e Seu Antônio, que me acolheram e me trataram como filha. Cada carinho, será lembrado com muito amor.
- Ao meu orientador Camarotto, pelos ensinamentos, orientação e incentivo para realizar este trabalho, e principalmente, por ter acreditado nesta proposta.
- Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, pela oportunidade oferecida.
- Aos professores José Carlos de Toledo e Simone Caldas Tavares Mafra, que aceitaram participar da banca examinadora e que contribuíram para a melhoria deste trabalho.
- À Multibrás S.A. Eletrodomésticos, em especial ao CTL – Centro de Tecnologia de Lavanderia, que possibilitou este treinamento.
- À professora Nívea, pela sua generosidade, que se prontificou a me auxiliar nas revisões e melhorias dessa dissertação.
- À Sandrinha, amiga das horas mais difíceis, com quem sempre pude contar. Serei sempre grata pelo apoio inúmeras vezes demonstrado.
- A todos os amigos e colegas, que de uma maneira ou de outra, contribuíram para o meu crescimento profissional e se alegraram com essa vitória.
- E sobretudo a Deus, que me acompanhou durante toda a minha jornada, dando-me sabedoria, confiança e perseverança.

RESUMO

Com a globalização, o mercado tende a ser cada vez mais competitivo. Assim, as empresas devem fornecer produtos inovadores e de qualidade ou, rapidamente, perdem os clientes para os concorrentes. Com isso, o desenvolvimento de novos produtos de lavanderia tornou-se um grande desafio para as empresas e para as equipes de projeto e, conseqüentemente, a usabilidade de interfaces tornou-se um fator competitivo, uma vez que causa grande impacto na satisfação do usuário. Esse estudo buscou sistematizar o processo de desenvolvimento da usabilidade de interfaces, baseando-se em duas metodologias: a primeira, aplicada aos modelos de desenvolvimento de projeto de produtos, e a segunda, aplicada à análise ergonômica do trabalho. O modelo proposto foi desenvolvido em uma empresa de linha branca, Multibrás SA Eletrodomésticos. O principal ganho com a metodologia foi o envolvimento do usuário nas fases de Market e conceituação de projeto, o que trouxe melhoria para o processo e para a qualidade da usabilidade de interfaces.

Palavra-chave: usabilidade, interface, análise ergonômica, critérios ergonômicos, projeto produto, sistematização.

ABSTRACT

Due to globalization, the market tends to be more and more competitive. Thus, the companies must supply innovative products, and with quality, or, they will lose the customers for the competitor very fast. There with, the development of new laundry products became a great challenge for the companies and for the project teams and, consequently, the interfaces usability turned to a competitive factor, once it causes great impact in the user's satisfaction. That study looked for systematizing of the development process of the interfaces usability, based on two methodologies: the first, applied to the product project development models, and second, applied to the ergonomic analysis of the work. The proposed model was developed in laundry manufacturing plants, Multibrás SA Electrodomésticos. The main earnings with the methodology were the user's involvement in the phases of Market and project concept, that brought improvement for the process and for the quality of the interfaces usability.

Key word: usability, interface, ergonomic analysis, ergonomic criteria, product project, systemization.

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| RESUMO | vi |
| ABSTRACT | vii |
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 Discussão Preliminar | 1 |
| 1.2 Objetivo Geral | 3 |
| 1.3 Objetivos Específicos | 3 |
| 1.4 Pressupostos | 3 |
| 1.5 Justificativas | 4 |
| 1.6 Referencial Teórico | 5 |
| 1.7 Organização do Trabalho | 5 |
| 2 ERGONOMIA E OS CRITÉRIOS DE USABILIDADE NA INTERFACE USUÁRIO – PRODUTO | 6 |
| 2.1 Conceitos e Especialidades da Ergonomia | 6 |
| 2.1.1 Análise Ergonômica do Trabalho (AET) | 11 |
| 2.2 Ergonomia de Produto | 18 |
| 2.2.1 A Concepção da Usabilidade das Interfaces – Sistemas de Apresentação de Informações e Comandos | 21 |
| 2.2.1.1 Os Tipos de Dispositivos de Informação Visual | 22 |
| 2.2.1.2 Critérios Ergonômicos para Sistemas Interativos | 23 |
| 2.2.1.2.1 Condução | 23 |
| 2.2.1.2.2 Carga de Trabalho | 25 |
| 2.2.1.2.3 Controle Explícito | 26 |
| 2.2.1.2.4 Adaptabilidade | 27 |
| 2.2.1.2.5 Gestão de Erros | 27 |
| 2.2.1.2.6 Homogeneidade / Coerência | 28 |
| 2.2.1.2.7 Significado dos Códigos e Denominações | 28 |
| 2.2.1.2.8 Compatibilidade | 29 |
| 2.2.1.3 Critérios Ergonômicos para Manuais de Instruções | 29 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 2.2.1.4 | Considerações da Teorias Cognitivas | 33 |
| 2.2.1.5 | Participação do Usuário na Concepção das Interfaces | 38 |
| 2.2.1.6 | Avaliações de Usabilidade | 39 |
| 2.2.1.6.1 | Técnicas de Avaliação de Usabilidade | 43 |
| 2.2.1.7 | A Sistematização do Desenvolvimento de Projetos de Produtos | 49 |
| 2.2.1.7.1 | Atividade de Desenvolvimento de Projetos de Produtos | 49 |
| 2.2.1.7.2 | Metodologias de Projetos de Produtos | 52 |
| 2.2.1.7.3 | A Metodologia de Pugh para Projetos de Produtos | 54 |
| 2.2.1.7.3.1 | Necessidades do Mercado/Usuários e Demandas | 55 |
| 2.2.1.7.3.2 | Especificação do Projeto | 57 |
| 2.2.1.7.3.3 | Projeto Conceitual | 61 |
| 2.2.1.7.3.4 | Detalhamento do Projeto | 63 |
| 2.2.1.7.3.5 | Projeto de Manufatura | 65 |
| 2.2.1.7.3.6 | Vendas | 66 |
| 3 | ESTUDO DE CASO | 69 |
| 3.1 | A Empresa | 69 |
| 3.2 | O Produto | 70 |
| 3.2.1 | Características das Lavadoras de roupa | 70 |
| 3.2.2 | Padrões Usuais de Controle Utilizados em Lavadoras de Roupa | 71 |
| 3.3 | O Histórico do Produto – Lavadora de Roupas | 73 |
| 3.4 | Análise da Atividade de Lavar Roupa | 85 |
| 3.5 | O Modelo Proposto e sua Aplicação | 88 |
| 3.6 | Sistematização do Desenvolvimento da Usabilidade nos Projetos de Lavadoras de Roupas | 89 |
| 3.6.1 | Desdobramento das Atividades | 92 |
| 3.6.1.1 | Fase 1: Mercado | 92 |
| 3.6.1.2 | Fase 2: Especificação | 96 |
| 3.6.1.3 | Fase 3: Projeto Conceitual | 98 |
| 3.6.1.4 | Fase 4: Detalhamento do Projeto | 99 |
| 3.6.1.5 | Fase 5: Manufatura | 103 |

| | | |
|----------------|--|------------|
| 3.6.1.6 | Fase 6: Vendas | 106 |
| 4 | CONCLUSÕES | 107 |
| 5 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 110 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 2.1 – O Diagrama “ Homem- Máquina” | 9 |
| FIGURA 2.2 – Modelo Simples do Sistema homem-tarefa” | 10 |
| FIGURA 2.3 – Controle das tomadas de informações e ações | 11 |
| FIGURA 2.4 – A Situação do Trabalho | 13 |
| FIGURA 2.5 – Modelo integrador da situação do trabalho | 15 |
| FIGURA 2.6 – Modelo operante | 17 |
| FIGURA 2.7 – Modelo operante em estado degradado | 17 |
| FIGURA 2.8 – Recomendação para legibilidade | 31 |
| FIGURA 2.8 – Recomendação para legibilidade | 31 |
| FIGURA 2.9 – Áreas de pesquisa e análise que são necessárias para produzir o <i>PDS</i> (Especificação do Projeto de Produto) | 56 |
| FIGURA 2.10 – Elementos do <i>PDS</i> (Especificação do Projeto de Produto) | 59 |
| FIGURA 2.11 – Exemplo de Matriz de Avaliação | 62 |
| FIGURA 3.1 – Máquina de lavar roupas com secagem por rolos, da Upton, oferecida na década de 20, pelo catálogo <i>Sears</i> | 75 |
| FIGURA 3.2 – Lavadora Kenmore, produzida na década de 40, pela Whirlpool. | 76 |
| FIGURA 3.3 – Lavadora Princezinha | 77 |
| FIGURA 3.4 – Lavadora Mondial | 80 |
| FIGURA 3.5 – Lavadora Clean | 81 |
| FIGURA 3.6 – Lavadora Auto-aquecimento | 82 |
| FIGURA 3.7 – Lavadora Consul | 83 |
| FIGURA 3.8 – Lavadora Intelligent Tira Manchas | 84 |
| FIGRUA 3.9 – <i>Design Core</i> | 88 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| QUADRO 2.1 – Exemplos de orações utilizadas em instruções para o uso | 33 |
| QUADRO 2.2 – Resumos das atividades realizadas nas etapas do <i>Design Core</i> | 55 |
| QUADRO 2.3 – Formato para elaboração do PDS (Especificação de Desenvolvimento de Produto) | 60 |
| QUADRO 3.1 – Fluxo das Tarefas de Lavar Roupas | 87 |
| QUADRO 3.2 – Comparativo de Etapas das Metodologias de Projeto | 88 |
| QUADRO 3.3 – Fluxo das Atividades de Concepção e Avaliação de Interfaces no Projeto de Produto | 91 |
| QUADRO 3.4 – Dados a serem levantados na Análise da Demanda | 93 |
| QUADRO 3.5 – Modelo Integrador da Atividade do Usuário | 95 |
| QUADRO 3.6 – Avaliação Heurística: Critério Ergonômico Feedback | 100 |
| QUADRO 3.7 – Identificação de Problema de Usabilidade | 101 |
| QUADRO 3.8 – Avaliação de Satisfação – Escala de Likert | 104 |
| QUADRO 3.9 – Régua para Priorização das Ações | 105 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 Discussão Preliminar

Em mercados globalizados, consumidores podem escolher uma grande variedade de bens e serviços. As empresas devem fornecer produtos inovadores e de qualidade ou, rapidamente perdem os clientes para os concorrentes. Os consumidores fazem suas escolhas, baseando-se em percepções de qualidade, serviço e valor. As empresas precisam entender os determinantes de valor e satisfação dos clientes. Esses, normalmente, escolhem a oferta que maximiza o valor da compra, KOTLER (1994).

A empresa deve atrair o consumidor por incorporar ao produto mais valores do que o seu concorrente possa incorporar. Sobre esses valores influem os seguintes aspectos: funções, características, qualidade técnica, preço e disponibilidade. O objetivo é ganhar a confiança do cliente, proporcionando valor de destaque ao produto, CONSALTER (1996).

Como o mercado tende a ser cada vez mais competitivo com a globalização, o desenvolvimento de novos produtos tornou-se um grande desafio para as empresas e equipes de projetos, pois exige que as mesmas saibam converter as necessidades dos consumidores em produtos e serviços com valores percebidos pelo público-alvo. O consumidor atual está cada vez mais bem informado e, possui expectativas de qualidade bem elevadas. Cada vez mais, quer mais, por cada real gasto.

Um produto atual para ser competitivo deve apresentar todas as características exigidas pelos consumidores, como: design moderno, robustez, performance, qualidade técnica, praticidade, segurança e preço; deve, também, apresentar interfaces com boa usabilidade .

O desenvolvimento de interfaces com boa usabilidade irá impactar na satisfação do usuário, uma vez que ele irá conseguir atingir plenamente seus objetivos com menos esforços e mais facilidade. Como consequência, a usabilidade passa a ser um argumento de venda, uma vez que agrega valor ao produto que é percebido pelo

consumidor, o que contribui positivamente para o retorno do investimento para a empresa. Por um outro lado, quando se tem uma interface mal projetada, as conseqüências negativas surgem tanto para o usuário quanto para a empresa. O usuário ao encontrar dificuldade para interagir com um produto, tende a criar resistência ao seu uso. Passa a subutilizá-lo, ou chega a abandoná-lo, ou, aproxima-se da empresa para tentar buscar soluções para o problema. Muitas vezes esse tipo de aproximação é desgastante para o consumidor, porque nem sempre suas necessidades e ansiedades são compreendidas, podendo chegar a ser uma negociação morosa. Os custos para a empresa nesse caso são grandes pois vão desde o custo de atendimento e manutenção do produto ao de reprojeto.

Segundo CYBIS (2003), as causas de fatos negativos como esses continuam a ser o desconhecimento da atividade que o usuário irá realizar, o desconhecimento do cognitivo humano, o desinteresse pela lógica de utilização e a falta de ferramentas lógicas para o desenvolvimento da usabilidade.

Para não correr o risco de colocar no mercado produtos com baixa qualidade de usabilidade, as empresas vêm utilizando equipes compostas por profissionais de diversas áreas, entre eles, especialistas em ergonomia, que têm contribuído para o desenvolvimento das tarefas, trabalhos, produtos, ambientes e sistemas para os fazer compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas, IEA (2000).

Durante o desenvolvimento de um projeto de produto, é necessário especial atenção aos aspectos ergonômicos. Apesar de alguns trabalhos já mostrarem a importância da usabilidade de interfaces nos projetos de produtos de lavanderia e de sua concepção com a participação de usuários, não existe uma forma sistêmica para desenvolvê-la e avaliá-la.

Uma metodologia para desenvolvimento da usabilidade é fundamental para o aperfeiçoamento da qualidade e o sucesso garantido do produto ao ser lançado no mercado, já que a usabilidade ajuda a compor o pacote dos valores percebidos pelos consumidores, o que torna o produto mais competitivo.

Acredita-se que, somente com um processo sistematizado, que acompanhe todas as fases de desenvolvimento de novos produtos, é possível minimizar o risco de se

colocar no mercado produtos não amigáveis que venham a trazer grande insatisfação ao consumidor e prejuízos para a organização.

1.2 Objetivo Geral

Estudo do processo de desenvolvimento da usabilidade de interfaces em projetos de produtos de lavanderia, para melhorar a qualidade de uso de produtos.

1.3 Objetivos Específicos

Identificação dos principais fatores que determinam a usabilidade de interface de lavadora de roupa doméstica.

Identificação dos problemas peculiares existentes no desenvolvimento da usabilidade de interface em projetos de lavadora de roupa.

Sistematização do procedimento de desenvolvimento da usabilidade de interface em projetos de produtos de lavanderia, especificamente lavadora de roupas, a fim de que todas as atividades a serem realizadas para a busca da usabilidade de interface estejam coerentes ao ciclo de projeto de produto.

Estudo e proposição de técnicas de avaliação de interface que possam contribuir para a melhoria contínua da qualidade da usabilidade de interface de produtos.

1.4 Pressupostos

Uma metodologia para o desenvolvimento da usabilidade da interface de produtos de lavanderia integrada à metodologia de desenvolvimento de projetos de

produtos pode desenvolver interfaces de melhor qualidade ergonômica para o usuário do produto.

As técnicas de avaliação da usabilidade de interfaces adequadas às fases de desenvolvimento de produtos conseguem antecipar a identificação de um maior número de falhas da interface do produto, o que reduz o tempo de correção e os custos advindos dessas, assegurando dessa forma um bom nível de usabilidade na interface final do produto e o cumprimento do tempo programado para o ciclo de desenvolvimento.

1.5 Justificativas

À medida que novas tecnologias são introduzidas no desenvolvimento de novos projetos, os produtos tornam-se mais modernos e conseqüentemente mais complexos. Muitos, que são desenvolvidos para ajudar os usuários, podem tornarem-se incompreensíveis, causando um impacto difícil na vida dos usuários.

As novas tecnologias trazem enormes ganhos de satisfação do usuário, mas podem ao mesmo tempo elevar as taxas de erros na utilização de produto de difícil aprendizado, muitas vezes levando à frustração por não conseguirem executar determinadas tarefas. Isso é evidenciado pelos Centros de Atendimento – 0800/ 0300 / Internet - das empresas, que freqüentemente recebem reclamações de consumidores por não conseguirem utilizar seus produtos devido sua complexidade, recorrendo então, à ajuda técnica.

A partir do conhecimento dessa realidade e conhecendo a importância da usabilidade das interfaces nos projetos de produtos de lavanderia, decidiu-se por estudar e elaborar uma metodologia para desenvolver e avaliar a usabilidade de interface para novos projetos de produtos. Os resultados desse estudo poderão contribuir para o meio acadêmico e para as equipes de projetos, uma vez que, os processos de desenvolvimento de produtos apresentam, apenas, forma prescrita sobre o que deve ser feito, mas não explica a forma de como fazê-lo.

1.6 Referencial Teórico

A método de análise utilizado neste trabalho consiste em duas partes. A primeira refere-se aos estudos e fundamentação teórica do tema escolhido. A segunda parte consiste na proposta de uma metodologia para o desenvolvimento e avaliação de interface de produtos de lavanderia, visando sistematizar o processo de desenvolvimento e garantir a qualidade ergonômica da interface, com base no estudo técnico.

O estudo da Usabilidade de Interfaces está pautado em duas metodologias: a primeira, aplicada aos modelos de desenvolvimento de projeto de produtos: *Total Design*; e a segunda, aplicada à análise ergonômica, que é a Análise Ergonômica do Trabalho - AET. Para o desenvolvimento do trabalho, foi realizado um estudo de caso numa empresa de eletrodoméstico do setor de linha branca.

1.7 Organização do Trabalho

Este trabalho apresenta-se estruturado em quatro capítulos. O presente capítulo encerra a introdução do trabalho, os objetivos, as hipóteses, a importância do trabalho, a metodologia utilizada e sua organização.

No capítulo 2 são abordados os fundamentos da Ergonomia, sua aplicação nos projetos de produto, bem como as determinantes ergonômicas para a concepção da usabilidade de interfaces.

O estudo de caso é apresentado no capítulo 3, onde se registrou como foi estruturada a metodologia de desenvolvimento e a avaliação da usabilidade de interface.

Para finalizar, o capítulo 4 foi reservado para as conclusões e sugestões.

2 ERGONOMIA E OS CRITÉRIOS DE USABILIDADE NA INTERFACE USUÁRIO - PRODUTO

São apresentados, nesse capítulo, os fundamentos da ergonomia e sua aplicação nos projetos de produção, bem como sua contribuição para os projetos de produtos, os critérios ergonômicos que auxiliam a concepção da usabilidade de interfaces de produtos, como também algumas ferramentas que contribuem para a avaliação da interface durante o processo conceitual.

2.1 Conceitos e Especialidades da Ergonomia

Para a Associação Internacional de Ergonomia IEA (2000), Ergonomia (ou fatores humanos) é a disciplina científica interessada na compreensão das interações entre o homem com os outros elementos de um sistema, que aplica teoria, princípios, dados e métodos para projetar e para aperfeiçoar o bem-estar humano e o desempenho do sistema global. Ergonomistas contribuem na concepção e avaliação do trabalho e seu conjunto de tarefas, produtos, ambientes e sistemas para os fazer compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas.

A singularidade da ergonomia, enquanto área do conhecimento científico, reside no seu caráter interdisciplinar, à medida em que congrega conhecimentos produzidos em diferentes áreas do saber, ABRAHÃO (1993).

A palavra ergonomia vem do grego: ergon = trabalho e nomos = legislação, normas. O objetivo da ergonomia era (ainda é) o desenvolvimento de bases científicas para a adequação das condições de trabalho às capacidades e realidades da pessoa que o executa, GRANDJEAN (1998).

A origem e evolução da ergonomia é consequência das transformações sócio-econômicas e, sobretudo, tecnológicas que ocorreram no mundo do trabalho a partir da segunda metade do século XIX. Da produção artesanal, passando pela automação à

robótica, a relação do homem com seu trabalho tem sofrido mudanças estruturais profundas, ABRAHÃO (1993).

Nos primórdios de sua história, a ergonomia preocupou-se em desenvolver pesquisas e projetos voltados para os aspectos antropométricos, definição de controles, painéis, arranjo do espaço físico e ambientes de trabalho. Com a evolução tecnológica, a ergonomia voltou seu interesse para o desenvolvimento de sistemas automáticos e informatizados com ênfase na natureza cognitiva do trabalho, ABRAHÃO (1993).

A ergonomia promove uma aproximação holística na qual são levadas em consideração fatores pertinentes aos aspectos físicos, cognitivos, sociais, organizacionais, ambientais e outros. Ergonomistas trabalham frequentemente em setores econômicos ou domínios de aplicação particulares. Domínios de aplicação não são mutuamente exclusivos e eles constantemente evoluem; são criados novos e os velhos assumem novas perspectivas.

Existem domínios de especialização dentro da disciplina que representam competências aprofundadas em atributos humanos específicos ou características da interação humana. Domínios de especialização dentro da disciplina de ergonomia são amplamente caracterizados como os que se seguem, segundo IEA (2000):

Ergonomia física está preocupada com características humanas anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas e como essas relacionam-se com as atividades físicas. Tópicos pertinentes incluem posturas, manuseios de materiais, movimentos repetitivos, desordens muscoesqueléticas relacionadas ao trabalho, layout dos postos de trabalho, segurança e saúde.

Ergonomia cognitiva está relacionada aos processos mentais, como percepção, memória, raciocínio, e resposta motora, como afetam interações entre os humanos e outros elementos de um sistema. Tópicos pertinentes incluem carga de trabalho mental, tomada de decisão, qualificação, interação homem-computador, confiabilidade, *stress*, que são treinados e integrados na concepção da relação homem-sistema.

Ergonomia organizacional está relacionada com a otimização do sistema sociotécnico, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e processos. Tópicos pertinentes incluem comunicação, administração de recursos, projeto do trabalho, jornada

de trabalho, trabalho em equipe, projeto participativo, ergonomia de comunidades, trabalho cooperativo, novos paradigmas de trabalho, organizações virtuais, teletrabalho e administração de qualidade.

A definição e os domínios estabelecidos pela IEA são amplos e devem ser compreendidos à luz das diferentes especialidades e correntes metodológicas que estão reunidas no interior da associação, englobando o conjunto de abordagens teóricas e práticas que hoje constituem a ergonomia mundial.

Segundo GRUPO ERGO & AÇÃO (2003), no sentido atual do termo, a ergonomia surge nos anos 40, reunindo em seu escopo uma diversidade de escolas com diferentes abordagens, tanto no campo da pesquisa como no campo da ação. No que pese tal diversidade, existe uma convergência entre os ergonomistas em dois pontos fundamentais: a busca da adaptação do trabalho ao homem em contraposição à adaptação do homem ao trabalho, preceito vigente no período do surgimento da ergonomia e presente ainda hoje em algumas abordagens de áreas do conhecimento que atuam sobre o trabalho; e, a ergonomia que integra conhecimentos acerca do homem e utiliza tais conhecimentos agindo sobre a relação homem-trabalho.

As diversas escolas dentro da ergonomia podem ser explicadas e entendidas a partir da consideração de duas correntes distintas: uma corrente de origem anglo-saxônica (abordagem clássica), de natureza experimental, em que os conhecimentos gerados acerca do ser humano são disponibilizados para aplicação na concepção de produtos e postos de trabalho; e, uma corrente francófônica associada à Análise Ergonômica do Trabalho, centrada na Análise da Atividade e fundamentada no estudo de situações de trabalho singulares e socialmente situadas.

No primeiro caso, os conhecimentos acerca do homem são colocados num primeiro plano e a situação de trabalho num plano secundário. No segundo caso, a situação específica de trabalho é colocada em destaque, recorrendo-se posteriormente aos conhecimentos acerca do homem no trabalho.

Para o segundo caso, quando a situação específica de trabalho é colocada em destaque, recorre-se posteriormente aos conhecimentos acerca do homem no trabalho.

A Análise Ergonômica do Trabalho recorre aos conhecimentos acerca do homem em atividade e transforma estes conhecimentos, adaptando-os a uma realidade específica. A partir da compreensão da situação e da confrontação das diferentes interpretações dos atores sociais envolvidos, busca-se construir um novo consenso a respeito da realidade em estudo, condição essencial para a implementação de mudanças positivas no trabalho. De acordo com GRUPO ERGO & AÇÃO (2003), toda atividade de trabalho comporta uma dimensão física, indicando a necessidade de uma mobilização do corpo biológico do sujeito; uma dimensão cognitiva, associada aos conhecimentos e raciocínios necessários para o desempenho do trabalho, e, uma dimensão organizacional, caracterizando o caráter social do trabalho, inserido numa relação de interdependência com outras atividades, com as quais interage e se complementa. A atividade de trabalho representa a intercessão dessas três dimensões sendo, irredutível a uma ou a outra.

Devemos, pois, compreender que não podemos olhar o trabalho como sendo um sistema fechado, Homem-Máquina, em que as relações de reciprocidade se restringem entre a máquina e o ser humano que a opera. Um modelo simples é exemplificado na Figura 2.1.

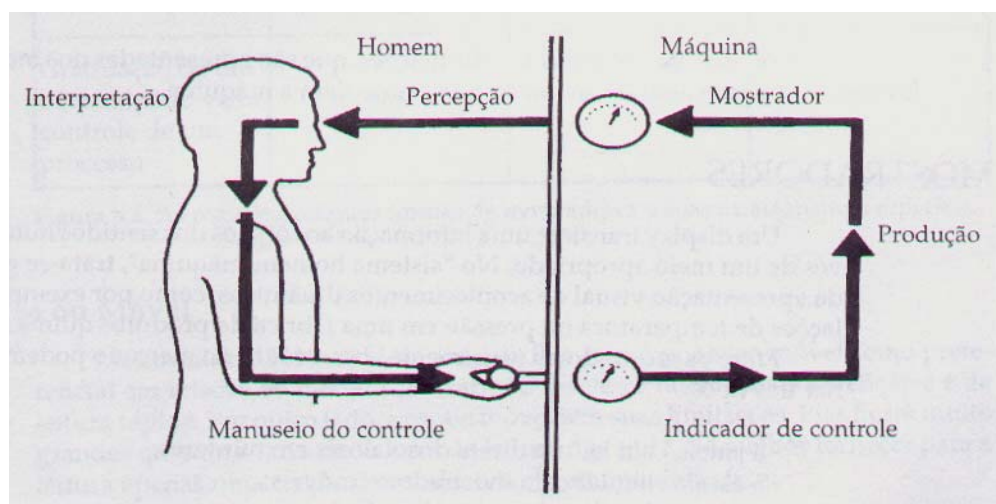


FIGURA 2.1 - O diagrama “homem-máquina”.

Fonte: GRANDJEAN (1998).

Como também não é aceitável admitir que a relação do homem com o trabalho se encerre na tarefa a ser realizada, porque a tarefa é apenas o objetivo que o trabalhador tem a alcançar, para o qual são atribuídos meios (máquinas e equipamentos) e condições (tempos, paradas, ordem de operação, espaço e ambiente físicos, regulamentos), que corresponde ao trabalho prescrito, LAVILLE (1977).

Para LAVILLE (1977), os materiais, os instrumentos e as máquinas constituem fontes de informação para o operador, que os detectam a partir dos órgãos sensoriais – principalmente através da visão, da audição, do tato e da convivência -, decidindo-se, então, por uma ação que modifica o estado primeiro desses elementos materiais. A própria alteração torna-se fonte de novas informações, que serão detectadas e tratadas pelo operador. Desse modo, estabelece-se uma cadeia de emissões de sinais e de respostas entre os componentes da tarefa e o homem que efetua o trabalho, conforme apresentado na Figura 2.2.

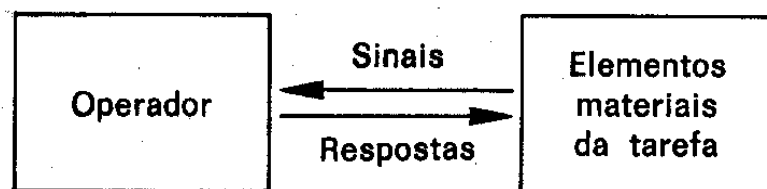


FIGURA 2.2 – Modelo Simples do Sistema homem-tarefa

Fonte: LAVILLE (1977)

Sendo assim, somos conduzidos a atribuir um lugar primordial à análise ergonômica da atividade, diferenciando-se essa última da definição de tarefa: “a tarefa é aquilo que se deseja obter ou aquilo que se deseja fazer. A atividade é, em face da tarefa, aquilo que é realmente feito pelo operador para chegar o mais próximo dos objetivos fixados pela tarefa”, DEJOURS (2002).

2.1.1 Análise Ergonômica do Trabalho (AET)

A atividade de trabalho é a mobilização total do indivíduo para realizar a tarefa que é prescrita. Trata-se, então, da mobilização das funções fisiológicas e psicológicas de um determinado indivíduo num determinado momento. O estudo da atividade de trabalho é o centro da abordagem ergonômica, SANTOS et al. (1997).

A figura 2.3 esquematiza o controle pelo sistema nervoso central das tomadas de informações e das ações. Trata-se de um primeiro nível de descrição da atividade, ligada a uma abordagem fisiológica e psicológica.

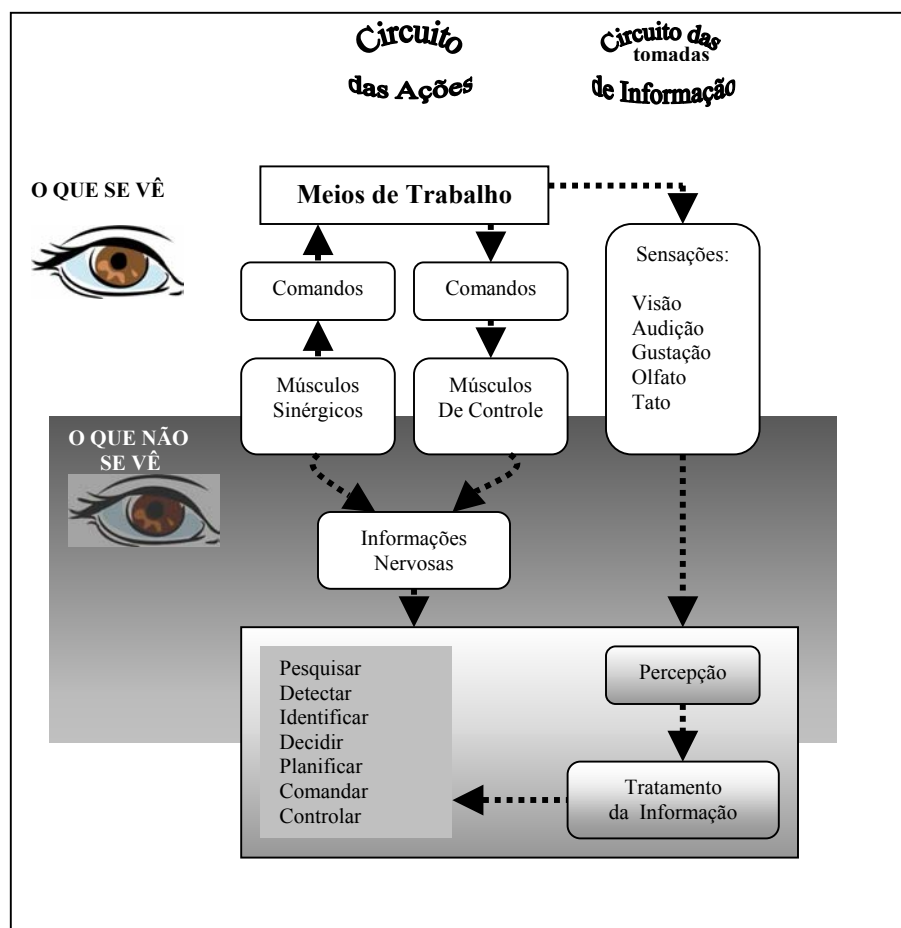


FIGURA 2.3 – Controle das tomadas de informações e ações

Fonte: SANTOS et al. (1997)

Essa primeira descrição permite evidenciar que a observação pode ser realizada sobre as atividades musculares, sejam elas orientadas no sentido da ação, da preparação para a ação, ou ainda da comunicação. Todavia, a atividade de trabalho não pode ser exclusivamente reduzida à atividade muscular. A atividade de comando e controle do sistema nervoso central é sempre subjacente à atividade muscular, ainda que não seja, por natureza, observável diretamente, SANTOS et al. (1997).

A ergonomia não aceita a designação corrente de que o trabalho operário é exclusivamente manual. Ao contrário, a ergonomia coloca em evidência a atividade cognitiva desenvolvida em qualquer tipo de trabalho, desde aquele considerado como estritamente manual, até, em um outro extremo, o trabalho considerado como intelectual, como por exemplo, de certas tarefas ditas repetitivas até tarefas complexas de programação de computadores, SANTOS et al. (1997).

Como já estabelecido, a ergonomia integra conhecimentos de diferentes especialidades. Os fundamentos ou pressupostos conceituais da ergonomia caracterizam aquilo que é próprio dessa disciplina, aquilo que constitui o olhar da ergonomia e orienta tanto a pesquisa como a aplicação. São quatro os conceitos básicos a serem compreendidos, GRUPO ERGO & AÇÃO (2003).

O primeiro deles trata da distinção entre tarefa e atividade. Tarefa é aquilo que a organização do trabalho estabelece ou prescreve para o trabalho a ser realizado. A atividade, aquilo que o sujeito realmente faz para atingir os objetivos prescritos. O esclarecimento dos referidos termos leva necessariamente ao conceito de trabalho e à sua relação com a ergonomia.

O segundo conceito está associado ao conceito de variabilidade. Esta é associada tanto às características e condutas do homem que trabalha, bem como, às características da empresa. Trata-se de reconhecer a diversidade no interior das situações produtivas.

De acordo com SANTOS et al. (1997), uma situação de trabalho pode ser descrita como um confronto de um indivíduo, que tem suas próprias características, objetivos e meios de trabalho socialmente e tecnologicamente determinados, como apresentado na figura 2.4.

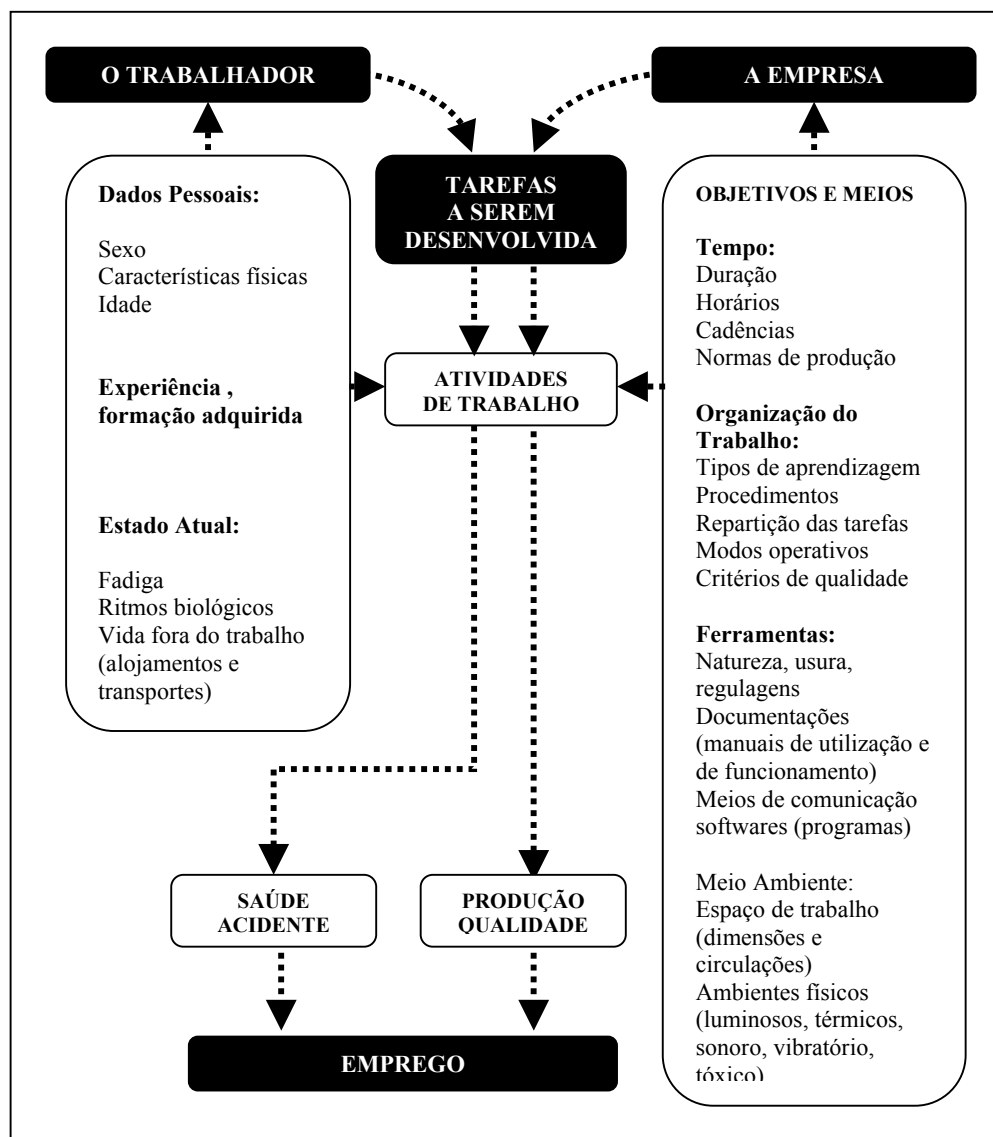


FIGURA 2.4 – A situação do trabalho

Fonte : Guerin et al. (modificado), citado por Santos et al. (1997)

Desta forma, pode-se colocar em evidência que os mesmos objetivos e meios de trabalho, alocados a diferentes pessoas, constituirão diferentes situações de trabalho, traduzindo-se, conseqüentemente, por diferentes desempenhos e por diferentes efeitos sobre os indivíduos, SANTOS et al. (1997).

A variabilidade está presente nas situações produtivas e decorre tanto dos sujeitos como do dispositivo técnico e organizacional. Conceitualmente, a variabilidade

está associada ao imponderável, ou aquilo que não foi previsto, manifesto dentro das situações produtivas. O estudo de suas fontes e o de seus efeitos, sobre as situações de trabalho, busca por meio da AET compreender como os trabalhadores enfrentam as diversidades e as variações de situações e quais conseqüências elas acarretam para a saúde e para a produção, GRUPO ERGO & AÇÃO (2003).

Naquilo que se refere à variabilidade dos sujeitos, a ergonomia classifica uma variabilidade intra-individual, que busca considerar as alterações que o indivíduo sofre ao longo do tempo, e uma variabilidade inter-individual, que considera as diferenças biocognitivas e histórias de vida de cada um, GRUPO ERGO & AÇÃO (2003).

No que diz respeito à variabilidade da empresa, relacionada aos materiais, equipamentos e organização, destacam-se duas categorias: a variabilidade normal, decorrente das características intrínsecas do trabalho executado e que podem ser do tipo sazonal ou periódica; e a variabilidade incidental, decorrente de eventos aleatórios e desconhecidos antes da sua revelação pelo revés. A investigação de fatos desse tipo pode nos remeter para o intrincado relacionamento entre tarefas e setores produtivos. Pode ser que nada se possa fazer, no entanto, reconhecer a ocorrência de tais variações implicará em buscar respondê-las na formulação de soluções do tipo ergonômica, GRUPO ERGO & AÇÃO (2003).

Reconhecer variabilidade implica na necessidade de reconhecer a instabilidade implícita no sistema homem-trabalho. O conhecimento de suas fontes não permite a eliminação global das mesmas, porém permite introduzir tal conhecimento na concepção dos dispositivos técnicos de produção e na organização do trabalho. Os efeitos da variabilidade sobre a carga de trabalho implicam na sua elevação ou diminuição e determinam a necessidade de uma reelaboração constante pelos trabalhadores do seu modo operatório.

O terceiro conceito trata do conceito de carga de trabalho. Está associado às diferentes dimensões humanas mobilizadas pelo sujeito que trabalha, e engloba sua dimensão biológica, cognitiva e subjetiva.

O conceito de carga de trabalho está associado em ergonomia à fração da capacidade de trabalho que o operador investe na tarefa. Tal idéia pressupõe um modelo

de homem com capacidade de trabalho limitada, o qual regula sua carga de trabalho, dentro dos limites da sua capacidade disponível, por meio da modificação do seu modo operatório. Para efeitos de análise, a carga de trabalho é dividida em uma parcela física e outra mental, sendo a última subdividida em cognitiva e psíquica. Esta divisão da carga de trabalho em dimensões é puramente teórica, a atividade assim como o homem é um ser único. Podemos analisar individualmente cada uma dessas dimensões, porém a síntese conclusiva do que é a carga de trabalho em uma atividade deve ser global, GRUPO ERGO & AÇÃO, (2003).

A quantificação da carga de trabalho, sob o ponto de vista da ergonomia, é entendida como a busca de indicadores, dentro de uma situação produtiva específica, e não, a busca de valores absolutos. Tais indicadores baseiam-se na identificação dos aspectos físicos e cognitivos presentes na atividade, sob um contexto organizacional que condiciona a carga psíquica.

No que pesem as dificuldades de serem estabelecidos valores absolutos para a carga de trabalho, o estabelecimento do que constitui a carga de trabalho e os seus determinantes ocupa lugar central na AET. Considere a figura 2.5.

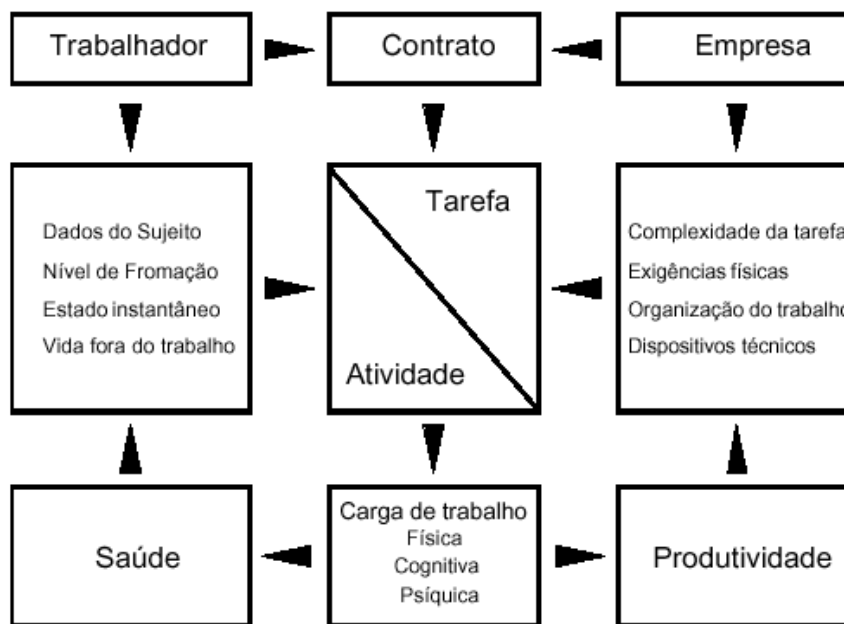


Figura 2.5: Modelo integrador da situação de trabalho

Fonte: GRUPO ERGO & AÇÃO (2003)

A figura 2.5 apresenta o modelo integrador da atividade de trabalho. No modelo é considerado de um lado a empresa, de outro, o trabalhador. Esta relação é intermediada por um contrato de trabalho. O trabalhador apresenta uma série de condicionantes para a realização da atividade: suas características físicas, sexo, idade; sua qualificação, experiência e competência; seu estado momentâneo; e, sua vida pessoal. Por outro lado, a empresa também impõe suas condicionantes: as exigências cognitivas da tarefa, as máquinas, ferramentas e o meio ambiente; os movimentos e posturas pressupostos; e, a divisão de tarefas, hierarquia e o regime de trabalho. A carga de trabalho constitui-se na síntese que resulta da confrontação desses dois níveis de condicionantes. De um lado a empresa com a tarefa e de outro, o trabalhador com a atividade. O resultado da carga de trabalho realizada por sua vez retorna sobre ambos. Retorna sobre o trabalhador o que se manifesta sobre seu estado de saúde, retorna sobre a empresa, o que se manifesta em termos de produção e produtividade. Normalmente é este retorno que se dá sobre o sujeito e sobre a empresa que está na origem de uma demanda para a intervenção da ergonomia. Portanto, a solução do tipo ergonômica só poderá ser efetiva se equacionar os dois lados do modelo, GRUPO ERGO & AÇÃO (2003).

Finalmente, o conceito de modo operatório que decorre dos conceitos anteriores e representa a resposta individual às determinantes de uma situação de trabalho.

Modo operatório visa caracterizar as diferentes maneiras de se executar uma mesma tarefa. A escolha pelo sujeito de um modo operatório específico deriva de uma representação da situação das possibilidades de regulação que ela apresenta e de uma competência. Tal competência, se por um lado deriva da formação do sujeito e da sua preparação para o trabalho, envolve também as habilidades tácitas, que representam aquilo que não pode ser ensinado e que não deriva do conhecimento formal, GRUPO ERGO&AÇÃO (2003)

A figura 2.6, apresenta o Modelo Operante, na qual está representado que toda atividade comporta uma confrontação entre: os objetivos da tarefa, os meios disponibilizados, os resultados obtidos pela realização da atividade, e o estado interno do sujeito. Numa situação de trabalho, e frente a um dado contexto em que estão fixados os objetivos e disponibilizados os meios, o sujeito elabora uma representação da situação e a

partir dessa constrói seu modo operatório. Em decorrência deste, resultados são alcançados e o sujeito assume um determinado estado.

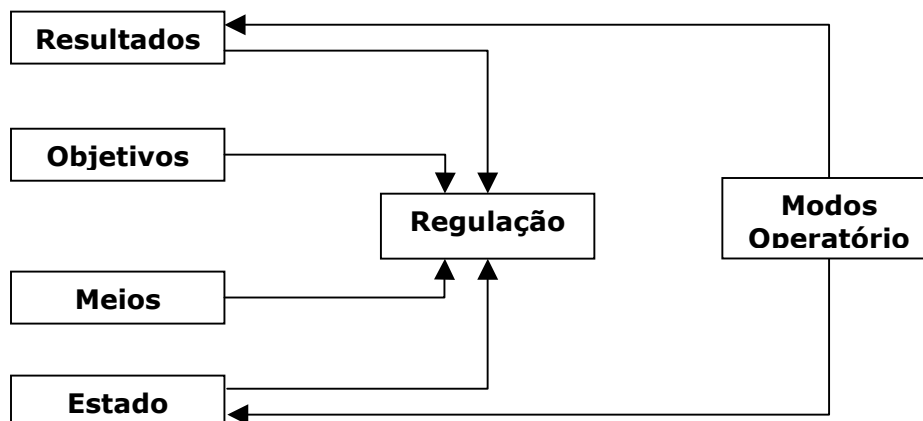


FIGURA 2.6: Modelo Operante

Fonte: GRUPO ERGO & AÇÃO (2003)

Por outro lado, se o trabalho não permitir um espaço de regulação para o operador realizar uma determinada tarefa, ele passa a adotar modos operatórios degradados por conta da falta de um espaço de regulação. A Figura 2.7 apresenta o Modelo operante para a segunda situação. Nela observa-se que o estado do sujeito não alimenta o mecanismo de regulação.

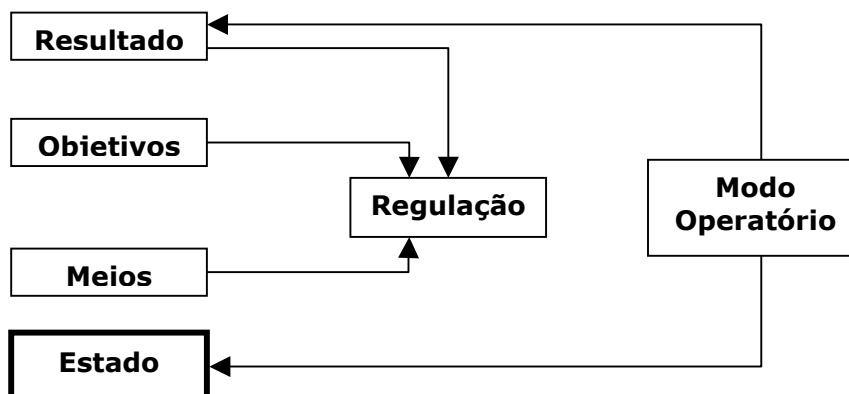


FIGURA 2.7: Modelo Operante em estado degradado

Fonte: GRUPO ERGO & AÇÃO (2003)

Os conceitos apresentados são fundamentais para a compreensão da Análise Ergonômica do Trabalho e constituem a base da linguagem adotada na referida metodologia. Considerando tais conceitos, quais sejam, ampliação dos espaços de regulação e redução da carga de trabalho, pode-se estabelecer o que significa o sucesso de uma intervenção de ergonômica.

2.2 Ergonomia de Produto

A ergonomia de produto parece, muitas vezes, baseada em catálogos de normas. Tal tipo de abordagem da ergonomia não pode ser considerada como suficiente para garantir bons resultados. Se as características do produto (tamanho, peso, forma...) são importantes, elas não podem constituir o essencial da ergonomia do produto. É preciso também dar ênfase sobre o usuário e sua atividade no quadro particular das situações de trabalho.

Um produto utilitário não tem razão de ser se não estiver inscrito em uma atividade. Ele perde então seu *status* de objeto para transformar-se em uma ferramenta, em um instrumento, um meio para o usuário atingir um objetivo a que ele se colocou, CHAILLOUX (1992).

Ao considerar o produto não mais como um objeto, mas como um instrumento que permite ao usuário realizar uma atividade, é necessário utilizar a técnica específica da ergonomia, a análise das atividades dos usuários, considerando-se a situação sem limitar-se apenas às interações usuário/ferramenta. Trata-se de estudar o homem em atividade. Daí, a importância de conhecer a metodologia de Análise Ergonômica do Trabalho.

Eletrodomésticos apropriadamente funcionais provêm valiosa ajuda no trabalho diário. Mas, no caso da maioria dos eletrodomésticos, funções como controles e ajustes continuam sendo projetados do modo em que eles sempre foram, pela lógica de funcionamento dos projetistas ou pelas exigências de catálogos de ergonomia. Isso significa freqüentemente que eletrodomésticos, muitas vezes, são incômodos ou

inconvenientes ao uso, isto pode gerar o conceito de inutilidade e o não uso tornar o trabalho doméstico cotidiano consideravelmente mais difícil. Além disso, com a incorporação crescente de eletrônica e inteligência de computador, muitos usuários acham que os eletrodomésticos estão se tornando mais abstratos, o que dificulta a visualização geral das características e potencialidades dos produtos, não indicando claramente como deveriam ser usados.

O fato é que constantemente têm-se lançado no mercado produtos com novas tecnologias introduzidas, e quase sempre estas inovações têm causado um impacto importante na vida do usuário. As novas tecnologias condicionam a forma de uso de um produto e o desempenho de inúmeras tarefas. Os ganhos de satisfação do usuário podem ser enormes, mas deve-se ter o devido cuidado para se evitar a frustração, que pode ocorrer devido às elevadas taxas de erros na utilização de um produto de difícil aprendizado e operação, CYBIS (2000).

Na maioria dos casos, mesmo em produtos que deveriam ser utilizados quase que de forma inconsciente – sem pensar em como fazê-lo, as pessoas acabam por consumir determinado período de tempo para aprender a utilizá-lo e tentar descobrir como operá-lo de forma a explorar toda a sua capacidade. É freqüente acontecer das pessoas continuarem ignorando muito essas possibilidades de uso oferecidas pelos produtos e até mesmo acabando por não utilizá-los, tal a dificuldade encontrada BIFANO (1999).

Uma das causas desse tipo de problema é decorrente da ênfase dada pelo projetista na lógica de funcionamento do produto, em detrimento de sua lógica de uso. Tal problema é apontado por CHABAUD-RYCTHER, citado por BIFANO (1999): “os inovadores constróem múltiplos meios para conhecer os usos dos aparelhos. Esses meios vão das suas próprias experiências de manipulação dos objetos, nas quais colocam-se na posição de usuários(as), até aos testes que o marketing faz junto aos consumidores em geral, passando por outros, numerosos, na fábrica, realizados por técnicos do laboratório, do serviço de qualidade ou ainda por operárias trazidas das seções”. Não se pode garantir que as pessoas que estão experimentando o produto são realmente aquelas para as quais os produtos estão sendo concebidos.

Ao contrário do que se pensa, a concepção de um produto com características que proporcionem um rápido aprendizado, que seja fácil de usar e que acima de tudo seja útil em relação aos seus objetivos, não depende somente do bom senso dos projetistas. A usabilidade é construída através da participação de usuários no processo de desenvolvimento do produto, LABIUTIL (1996).

Segundo BARTHET citado por MATTIAS (1995), “a lógica de funcionamento é uma visão das aplicações do ponto de vista do projetista”, enquanto que a “lógica de utilização é uma visão da aplicação do ponto de vista do usuário”.

A usabilidade é definida por MATTIAS (1995) como sendo uma combinação das seguintes características orientadas ao usuário: “facilidade de aprendizagem, rapidez no desempenho da tarefa, baixa taxa de erro e satisfação do usuário” e chama a atenção para o fato de que atualmente, os sistemas têm sido projetados, desenvolvidos e testados principalmente em relação às suas funcionalidades, o que garante o atendimento aos requisitos funcionais, mas não garante que o produto seja utilizável pelos usuários pretendidos.

O conceito de usabilidade, segundo DZIDA citado por MATTIAS (1995), pode substituir os termos coloquiais “amigável ou fácil de usar”.

Segundo CHAILLOUX (1992), a Ergonomia se revela como um trunfo importante para os projetistas. Permite considerar as “necessidades” dos usuários e reduzir a distância, por vezes enorme, entre a sua atividade real e as representações que têm os projetistas dos usuários e de suas atividades; introduzir a lógica espontânea dos usuários com um tipo de produto; realizar uma reflexão, por ocasião da concepção, centrada não mais no produto (visto de seu aspecto técnico), mas nos usuários em atividade.

Para contribuir com soluções eficazes, a integração da ergonomia deve ser feita ao longo de todo o processo de concepção, o mais cedo possível e principalmente nas etapas-chave: especificações funcionais do produto, testes com modelos intermediários, testes com protótipos.

Para conceber a interface de um produto de forma a garantir que o resultado seja utilizável pelos usuários pretendidos, é preciso considerar alguns fatores que irão contribuir para a qualidade de usabilidade.

Podemos considerar como os principais fatores que determinam a usabilidade da interface de um produto: tipo de dispositivos de informação visual, critérios ergonômicos para concepção de sistemas interativos, os critérios ergonômico para concepção dos manuais do produto, o envolvimento do usuário no processo de desenvolvimento, as avaliações de usabilidade, as teorias cognitivas e a sistematização do processo de desenvolvimento. Esses fatores serão abordados com maior profundidade nos itens a seguir.

2.2.1 A Concepção da Usabilidade das Interface - Sistemas de Apresentação de Informações e Comandos

A adaptação dos sistemas das informações e comandos às características de funcionamento dos usuários atende, na realidade, a dois aspectos parcialmente distintos que são:

A) As adaptações psicofisiológicas gerais do ser humano, levando-se em conta as situações de trabalho, as mais desfavoráveis. Nesse sentido, procura-se dimensionar o tamanho dos caracteres alfanuméricos para que eles sejam visíveis, mesmo para aqueles que porventura tiverem alguma dificuldade visual. Da mesma forma, procura-se limitar as solicitações da memória de curto termo e respeitar os estereótipos os mais corriqueiros.

B) A adaptação do sistema de apresentação de informação e de diálogo à dinâmica das ações do usuário.

Segundo IIDA (2002), os dispositivos de informação constituem a parte do produto que fornece informações ao usuário, para que esse possa tomar decisões. Essas informações são recebidas, em sua maioria, pelo canal visual .

Sabemos que hoje vivemos rodeados de produtos e sistemas complexos. Isto exige interações que consistem em recebermos informações, decodificá-las e agir em função dessas e de outras instruções.

A informação visual é a mais usada e é também a mais importante fonte de instrução. Portanto, a forma como essas informações são apresentadas deve ser adequada, tanto quanto possível, à capacidade de percepção dos olhos.

2.2.1.1 Os Tipos de Dispositivos de Informação Visual

Existem diversos tipos de mostradores e cada um tem características próprias, com as recomendações para um determinado uso.

Os mostradores são classificados basicamente em quantitativos e qualitativos e ambos podem ser estáticos ou dinâmicos, conforme forneçam leituras fixas ou variáveis.

Os mostradores quantitativos são usados quando a informação a ser fornecida é de natureza quantitativa, ligada a uma variável como volume, pressão, peso, comprimento, temperatura, valor e assim por diante. Dentro desse grupo, existem dois grandes subgrupos: os analógicos e os digitais. Os mostradores analógicos apresentam um ponteiro ou uma escala móvel, que seguem uma evolução análoga ao estado da máquina, como o velocímetro de um carro. O mostrador digital é o que apresenta o estado da variável em números. Esse tipo de mostrador tem-se difundido bastante com a evolução da eletrônica e o advento dos relógios digitais e calculadoras eletrônicas. Muitos instrumentos de medida analógicos estão sendo substituídos por digitais, devido à sua maior facilidade, rapidez e precisão nas leituras.

Os mostradores qualitativos apresentam indicações sobre valores aproximados de uma variável, sobre a sua tendência, variação de direção ou desvio em relação a um determinado valor, quando não se necessita saber o valor exato da variável. São usados em controle de processos, em que as variáveis como pressão, temperatura e fluxo devem ser mantidas dentro de uma determinada faixa de operação, como é o caso do indicador de temperatura do motor do carro.

2.2.1.2 Critérios Ergonômicos Para Sistemas Interativos

Os critérios ergonômicos são dimensões de projeto que, considerados ou como base para as escolhas ou como objetivo de projeto, levam a um comportamento mais eficiente e à prova de erros de interface com o usuário, SCAPIN, citado por SANTOS et al. (1997).

Um estudo realizado por BASTIEN, citado por CYBIS (2003) e SANTOS et al. (1997), para avaliar a pertinência das definições e subdivisões dos critérios ergonômicos, apresenta um conjunto de oito critérios que se subdividem de modo a minimizar a ambigüidade na identificação e classificação das qualidades e problemas ergonômicos do sistema interativo: Condução, Carga de Trabalho, Controle Explícito, Adaptabilidade, Gestão de Erros, Homogeneidade, O significado dos códigos e denominações, Compatibilidade.

Apesar desses critérios terem sido desenvolvidos para projetos de *softwares*, eles podem ser aplicados para sistemas interativos, como os dispositivos de informação.

2.2.1.2.1 Condução

Condução refere-se ao conjunto de meios empregados para aconselhar, orientar, informar e conduzir o usuário na interação com o produto (mensagens, alarmes, etc.). Objetiva facilitar a aprendizagem e a utilização do sistema, permitindo que o usuário saiba em qualquer momento a etapa em que se encontra numa seqüência de interações ou na execução de uma tarefa. Que tenha também conhecimento das ações permitidas, bem como suas conseqüências.

O sistema prestativo proporciona aprendizado rápido e fácil utilização, o que permite que o usuário melhore seu desempenho e diminua o número de erros na operação

do sistema. Essa qualidade pode ser analisada a partir das seguintes dimensões: Presteza; Feedback Imediato; Legibilidade e Agrupamento/ Distinção de Itens.

a) Presteza: a presteza diz respeito as informações que permitem ao usuário identificar o estado ou contexto no qual se encontra, às ações possíveis ou esperadas e como aciona-las, às ajudas disponíveis.

b) Feedback imediato: o feedback imediato diz respeito às respostas do sistema às ações do usuário. As respostas devem ser fornecidas de forma rápida, com um tempo de resposta apropriado e consistente para cada tipo de transação.

c) Legibilidade: a performance melhora quando a apresentação da informação leva em conta as características cognitivas e perceptivas dos usuários. Uma boa legibilidade facilita a leitura da informação apresentada. Por exemplo, letras escuras em um fundo claro são mais fáceis de ler que letras claras em um fundo escuro; texto apresentado com letras maiúsculas e minúsculas é lido mais rapidamente do que texto escrito somente com maiúsculas.

d) Agrupamento / Distinção de Itens: A compreensão de um sistema interativo pelo usuário depende, entre outras coisas, da ordenação, do posicionamento, e da distinção dos objetos (pictogramas, textos, comandos, etc.) que são apresentados. Os usuários vão detectar os diferentes itens ou grupos de itens e aprender suas relações mais facilmente, se, por um lado, eles forem apresentados de uma maneira organizada (ordem alfabética, frequência de uso, etc.), e por outro lado, os itens ou grupos de itens forem apresentados em formatos, ou codificados de maneira a indicar suas similaridades ou diferenças. Além disso, a aprendizagem e a recuperação de itens ou de grupos de itens serão melhoradas.

O critério agrupamento/distinção de itens está subdividido em dois critérios elementares:

- Agrupamento / Distinção por Localização: a qualidade de agrupamento/distinção por localização diz respeito ao posicionamento relativo dos itens, estabelecido para indicar se eles pertencem ou não a uma dada classe, ou, ainda, para indicar diferenças entre classes, e o posicionamento relativo dos itens dentro de uma classe.

- Agrupamento / Distinção por Formato: diz respeito mais especificamente às características gráficas (formato, cor, etc.) que indicam se itens pertencem ou não a uma dada classe, ou que indicam distinções entre classes diferentes, ou ainda distinções entre itens de uma dada classe. Será mais fácil para o usuário perceber relacionamento(s) entre itens ou classes de itens, se diferentes formatos ou diferentes códigos ilustrarem suas similaridades ou diferenças. Tais relacionamentos serão mais fáceis de aprender e de lembrar.

2.2.1.2.2 Carga de Trabalho

O critério Carga de Trabalho, diz respeito a todos elementos da interface que têm um papel importante na redução da carga cognitiva e perceptiva do usuário, e no aumento da eficiência da interação. Esse critério é subdividido em duas categorias: Brevidade e Densidade Informacional.

a) Brevidade: quanto menos entradas, menor a probabilidade de cometer erros. Além disso, quanto mais sucintos forem os itens, menor será o tempo de leitura, e quanto mais numerosas e complexas forem as ações necessárias para se chegar a uma meta, maior será a carga de trabalho e a probabilidade de ocorrência de erros.

O critério Brevidade se divide em duas qualidades elementares: Concisão e Ações Mínimas.

- Concisão : o critério concisão diz respeito à carga perceptiva e cognitiva de saídas e entradas individuais. Quanto mais curtas forem as entradas e saídas, menor o risco de erros.

- Ações Mínimas: a qualidade Ações Mínimas diz respeito à carga de trabalho em relação ao número de ações necessárias à realização de uma tarefa. Quanto mais numerosas e complexas forem as ações necessárias para se chegar a uma meta, maior será a carga de trabalho e a probabilidade de ocorrência de erros. Trata-se de limitar, tanto quanto possível, o número de passos pelos quais o usuário deve passar.

b) Densidade Informacional: a qualidade Densidade Informacional diz respeito à carga de trabalho do usuário, de um ponto de vista perceptivo e cognitivo, com relação ao conjunto total de itens de informação apresentados, e não a cada elemento ou item individual. A carga de memorização deve ser minimizada, pois usuários não devem ter que memorizar listas de dados ou procedimentos complicados. Na maioria das tarefas, a performance dos usuários é diminuída quando a densidade da informação é muito alta ou muito baixa, nestes casos, a ocorrência de erros é mais provável. Itens que não estão relacionados à tarefa devem ser removidos.

2.2.1.2.3 Controle Explícito

Com um sistema obediente o usuário tem o controle explícito sobre os processamentos do sistema. Além disso, o sistema será melhor aceito pelos usuários se eles tiverem controle sobre a interação. O sistema obediente se define em dois critérios elementares:

a) Ações Explícitas do Usuário: Refere-se às relações entre o processamento pelo sistema e as ações do usuário. Tal relação deve ser explícita, e, o sistema deve processar somente aquelas ações solicitadas pelo usuário e somente quando solicitado a fazê-lo.

b) Controle do Usuário: Refere-se ao fato de que os usuários deveriam estar sempre no controle do processamento do sistema (interromper, cancelar, e continuar). O controle sobre as interações favorece a aprendizagem e assim diminui a probabilidade de erros. Como consequência, o produto se torna mais previsível.

2.2.1.2.4 Adaptabilidade

Adaptabilidade de um sistema diz respeito a sua capacidade de reagir conforme o contexto, e conforme as necessidades e preferências dos usuários. Quanto mais variadas são as maneiras de realizar uma tarefa, maiores são as chances de se escolher e dominar uma delas no curso de seu aprendizado. Dois sub-critérios participam da adaptabilidade: a flexibilidade e a consideração da experiência do usuário.

a) Flexibilidade: a flexibilidade se refere aos meios colocados à disposição do usuário que permite personalizar a interface, a fim de levar em conta as exigências da tarefa, de suas estratégias ou seus hábitos de trabalho.

b) Consideração da Experiência do Usuário: a consideração da experiência do usuário diz respeito aos meios implementados que permitem que o sistema respeite o seu nível de experiência. Usuários experientes não têm as mesmas necessidades informativas que novatos. Pode-se fornecer aos inexperientes interações bem conduzidas, ou mesmo passo à passo. Portanto, meios diferenciados devem ser previstos para lidar com diferenças de experiência, permitindo que o usuário delegue ou se aproprie da iniciativa da interação.

2.2.1.2.5 Gestão de Erros

Gestão de erros diz respeito a todos os mecanismos que permitem evitar ou reduzir a sua ocorrência, e quando eles ocorrem, que favoreçam sua correção. Quanto menor é a possibilidade de erros, menos interrupções ocorrem e melhor é o desempenho. Três sub-critérios participam da manutenção dos erros: a proteção, a qualidade das mensagens e a correção dos erros.

a) A proteção contra os erros: diz respeito aos mecanismos empregados para detectar e prevenir os erros de comandos, ou possíveis ações de conseqüências desastrosas e/ou não recuperáveis.

b) A qualidade das Mensagens de erro: refere-se à pertinência, à legibilidade e à exatidão da informação dada ao usuário sobre a natureza do erro cometido, e sobre as ações a executar para corrigi-lo.

c) Correção dos erros: diz respeito aos meios colocados à disposição do usuário com o objetivo de permitir a sua correção. Os erros são bem menos perturbadores quando eles são fáceis de corrigir.

2.2.1.2.6 Homogeneidade / Coerência

O critério homogeneidade/coerência refere-se à forma pela qual as escolhas na concepção da interface (códigos, denominações, formatos, procedimentos, etc.) são conservadas idênticas em contextos idênticos, e diferentes para contextos diferentes. Nessas condições o sistema é mais previsível e a aprendizagem mais generalizável; os erros são diminuídos. É necessário escolher opções similares de códigos, procedimentos, denominações para contextos idênticos, e utilizar os mesmos meios para obter os mesmos resultados.

2.2.1.2.7 Significado dos Códigos e Denominações

O critério significado dos códigos e denominações diz respeito à adequação entre o objeto ou a informação apresentada ou pedida, e sua referência. Códigos e denominações significativos possuem uma forte relação semântica com seu referente. Termos pouco expressivos para o usuário podem ocasionar problemas de condução, pois ele pode ser levado a selecionar uma opção errada. Quando a codificação é significativa, a recordação e o reconhecimento são melhores.

2.2.1.2.8 Compatibilidade

O critério compatibilidade refere-se ao acordo que possa existir entre as características do usuário (memória, percepção, hábitos, competência, idade, expectativas, etc.) e as das tarefas, de uma parte, e a organização das saídas, das entradas e do diálogo de uma dada aplicação, de outra. Diz respeito também, ao grau de similaridade entre diferentes ambientes e aplicações.

A transferência de informações de um contexto a outro é tanto mais rápida e eficaz quanto menor é o volume de informação que deve ser decodificada. A eficiência é aumentada quando: os procedimentos necessários ao cumprimento da tarefa são compatíveis com as características psicológicas do usuário; os procedimentos e as tarefas são organizadas de maneira a respeitar as expectativas ou costumes do usuário; quando as traduções, as transposições, as interpretações ou referências à documentação são minimizadas.

Os desempenhos são melhores quando a informação é apresentada de uma forma diretamente utilizável (telas compatíveis com o suporte tipográfico, denominações de comandos compatíveis com o vocabulário do usuário, etc.).

2.2.1.3 Critérios Ergonômicos Para Manuais de Instruções

Além das recomendações relativas ao sistema interativo, deve-se considerar também a importância da documentação que acompanha o produto. A elaboração de manuais de utilização de um produto deve iniciar-se suficientemente cedo, ainda no seu processo de concepção. De fato, trata-se de um trabalho longo e difícil e é importante que uma versão provisória dos manuais esteja pronta para a fase de avaliações de usabilidade.

Segundo SANTOS et al. (1997), o manual de utilização deve preencher várias funções distintas:

- Facilitar o primeiro contato do usuário com o produto desde sua instalação até o uso propriamente dito;
- Facilitar a aprendizagem progressiva da utilização do produto, para que o usuário possa atingir os objetivos por ele fixados;
- Expor as funcionalidades que o programa oferece; seus limites e suas regras de utilização;
- Facilitar o diagnóstico quando da ocorrência de um incidente;
- Facilitar a compreensão das mensagens emitidas pelo produto.

Por outro lado, é preciso considerar também que os diferentes usuários terão, provavelmente, um nível de experiência diverso; alguns já utilizaram um equipamento semelhante, e outros não têm nenhuma experiência. Cada um deve encontrar nos manuais uma “assistência” adaptada a seu nível de experiência.

A principal dificuldade na redação de um manual deve-se ao fato de que alguns objetivos do usuário dizem respeito a uma lógica de utilização (o usuário visa os objetivos e procura os meios para atingi-los) e outros a uma lógica de funcionamento (as regras de desenvolvimento das funcionalidades previstas no produto). A interação dessas duas lógicas, na apresentação do manual, é uma das fontes mais frequentes de dificuldades para os usuários.

A ISO Guide 37 (1995) orienta os fabricante na elaboração das instruções para o uso de produtos. O guia estabelece os princípios gerais para as instruções, sua localização e natureza. Define, também, alguns princípios de instruções para o uso de produtos, cujas instruções lhes devem ser uma parte integrada, com o objetivo de reduzir o seu risco de desgaste e conseqüente mal funcionamento ou operação ineficiente. Essas instruções devem permitir e promover o uso correto de um produto e devem diretamente ajudar a evitar abusos que podem conduzir a perigos. Instruções para uso não podem e não devem compensar as deficiências de projeto.

O guia define também alguns critérios para as informações. As instruções para uso devem: identificar claramente o produto; reconhecer o tipo de usuário, e suas capacidades; definir, se necessário, o usuário pretendido; conter todas as informações requeridas para o uso correto e seguro do produto e/ou serviço e manutenção. Além disso,

as instruções para uso devem cobrir informações referentes à: função e operação; transporte e instalação; limpeza, manutenção, diagnóstico de falha, conserto; destruição / disposição do produto e/ou qualquer material de desperdício com as devidas considerações sobre segurança e questões ambientais.

O guia ainda fornece conselhos para o projetista na formulação das instruções para uso, quais sejam:

a) Recomendações gerais: instruções para uso deveriam identificar claramente o produto, declarando o modelo e versão. O usuário de um modelo particular deve receber informação que só recorre àquele modelo. Porém, se instruções para dois ou demais modelos são idênticos, um único conjunto de instruções é aceitável; e, deveriam ser mantidas instruções sobre módulos opcionais ou suplementares claramente separados de instruções gerais e de instruções de outros modelos ou suplementares, de forma que os usuários não fiquem confusos através de material irrelevante.

b) Legibilidade: tipo e tamanho de informação no produto, do material impresso e da informação computadorizada devem ser claros e tão grandes quanto necessitar para assegurar legibilidade. A altura dos caracteres minúscula deve ser sempre 1,5 mm ou maior. Para texto contínuo de instruções impresso para uso (por exemplo, folhetos, manuais) o tamanho do tipo de letra entre 3,2 mm e 5,6 mm deve ser usado, como mostra a figura 2.8.



FIGURA 2.8: Recomendação para Legibilidade
Fonte: ISO GUIDE 37, (1995) (adaptado)

Para títulos em folhetos impressos, manuais, etc., para instruções de uso no produto, ou para outras mensagens curtas que o usuário precisa consultar freqüentemente,

o tamanho do tipo de letra deveria ser aproximadamente de 4 mm ou até maior, dependendo da distância de leitura.

O local de instrução no produto e o ângulo entre a sua superfície e o plano vertical deve ser tal que eles possam ser lidos facilmente e podem ser entendidos por usuários da posição deles/delas (s) durante uso do produto.

Contraste de brilho - a diferença entre a porcentagem de luz refletida do fundo e a porcentagem de luz refletida da impressão - deve ser tão grande quanto possível. O contraste normalmente deve ser de pelo menos 70%. Uma impressão preta, em papel branco, oferece uma boa qualidade de contraste, de cerca de 80%.

c) Cores: o uso de cor deveria ser considerado, em particular para controles, componentes, etc., pois requerem clareza e/ou identificação rápida. Se o uso de cor é adotado, espera-se que seja funcional, sistemático e consistente.

d) Princípios de Comunicação: para alcançar os melhores resultados, deve-se aplicar o processo de comunicação no projeto e formulação de instruções para uso: "Primeiro leia, depois faça". Instruções para uso devem seguir o exigido passo a passo. Para casos em que o usuário necessita de instruções para reagir depressa (por exemplo, ao usar extintores de incêndio), um processo de pensamento mínimo deve ser necessário para entender as instruções. Quando procedimentos operacionais complexos devem ser seguidos para segurança e uso correto do produto, as instruções devem habilitar e encorajar o usuário a seguir um contínuo aprendizado e entendimento do processo. Particularmente, meios úteis de promover esse processo incluem ilustrações, tabela e quadros com fluxos. As instruções para uso de um produto deve antecipar as perguntas dos usuários: " ONDE? QUEM? POR QUÊ? " e prover respostas a elas.

e) Formulação e uso de termos técnicos: instruções para uso devem ser tão simples e resumidas quanto possível, e prontamente compreensíveis por um usuário leigo. Termos técnicos inevitáveis devem vir com a explicação do significado.

Uma oração deveria conter só um comando normalmente, ou no máximo um número pequeno de comandos que sejam relacionados. Para clareza das informações: use a voz ativa de verbos em lugar da passiva; seja afirmativo, usando comandos em lugar de formas mais fracas; use verbos de ação em lugar de substantivos abstratos; fale

diretamente com os usuários em lugar de dizer o que eles poderiam fazer. O Quadro 2.1 exemplifica algumas formas de usar orações em instruções para o uso.

QUADRO 2.1: Exemplos de Orações utilizadas em instruções para o uso

| Recomendação | Correto | Incorreto |
|---------------------|---------------------------------|--|
| Use voz ativa | Desligue a força (cabo) | Esteja seguro de que a força (cabo) está desconectado. |
| Seja afirmativo | Não remova as abas | As abas não deveriam ser removidas |
| Use verbos de ação | Use, mantenha, evite | Manutenção, utilização |
| Fale diretamente | Puxe a alavanca preta para você | Usuários puxarão a alavanca preta longe da máquina. |

Fonte: ISO GUIDE 37, (1995) (adaptado)

O guia ainda fornece orientações sobre ilustrações, termos de advertência, sinais e durabilidade das instruções para o uso .

2.2.1.4 Considerações das Teorias Cognitivas

A questão principal, segundo as teorias Cognitivas, é tornar as representações propostas para uma interface, compatíveis com aquelas desenvolvidas pelo homem em seu trabalho NORMAN citado por SANTOS et al. (1997).

Quando se analisa, por outro lado, as contribuições referentes aos usuários, estes salientam de imediato as diferenças existentes inter e intra-indivíduos. A imagem operativa, que é a representação que o usuário tem da realidade do trabalho, varia de indivíduo para indivíduo e evolui nele próprio, em função de seu conhecimento do sistema. Portanto, uma interface deve ser adequada a diferentes tipos de usuários, ao mesmo tempo que se deve considerar a evolução das características de um usuário durante seu processo de aprendizado com o sistema, SANTOS et al. (1997).

Considerar o usuário significa conhecer, além das informações provenientes da análise ergonômica do trabalho (idade, sexo, formação específica, conhecimentos, etc.), também aquelas ligadas às habilidades e capacidades humanas em termos cognitivos, as

quais desempenham papel fundamental na realização da tarefa do usuário, CYBIS (2003). Dentre os diferentes aspectos cognitivos que respaldam a ação do homem na interação homem-máquina, pode-se ressaltar;

A) Os Modelos Mentais: O sistema cognitivo humano é caracterizado pelo tratamento de informações simbólicas. Isso significa dizer que as pessoas elaboram e trabalham sobre a realidade através de modelos mentais ou representações que montam a partir de uma realidade. Esses modelos, que condicionam totalmente o comportamento do indivíduo constituem a sua visão da realidade, que é modificada e simplificada pelo que é funcionalmente significativo para ele. Os modelos mentais relativos a um sistema interativo, por exemplo, variam de indivíduo para indivíduo, em função de suas experiências passadas, e evoluem no mesmo indivíduo, em função de sua aprendizagem, CYBIS (2003).

A interface de um produto, deve ser flexível o suficiente, para adequar-se aos diferentes tipos de usuários, ao mesmo tempo em que possa adaptar-se à evolução das características de um usuário específico durante seu processo de aprendizagem com o sistema. Para o projeto de interfaces, além da variabilidade, nos indivíduos e no tempo, é importante saber o que favorece ou limita a elaboração, armazenagem e a recuperação destas representações em estruturas de memória e por meio da percepção da realidade, CYBIS (2003).

B) A Exploração Perceptiva: 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 às sensações produzidas pelos órgãos perceptivos, CYBIS (2003).

A aquisição de um conhecimento caracteriza-se por um processo ou um caminho de duas vias : de baixo para cima (*botton-up*) e de cima para baixo (*Up-down*). 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 da percepção humana, ganha-se em rapidez, mas perde-se em precisão. Estes processos se verificam, com maior ou menor variação no conjunto de sistemas autônomos que caracterizam a percepção, e que são apresentados a seguir, CYBIS (2003).

A percepção visual: O sistema visual humano é organizado segundo os níveis neuro-sensorial, perceptivo e cognitivo. A nível neuro-sensorial envolve a transformação dos traços elementares da estimulação visual em primitivas visuais. A nível perceptivo, as primitivas são estruturadas seguindo diversos mecanismos conhecidos como Leis da Gestalt. Estas leis descrevem as condições de aparecimento de grupamentos e incluem os princípios básicos de: proximidade, similaridade, continuidade e conectividade, CYBIS (2003).

Segundo IIDA (2002), para o arranjo de um grupo de mostradores deve ser considerada a teoria do Gestalt, a qual auxilia o organismo a perceber um conjunto de elementos como uma forma completa, em que os componentes estão integrados entre si, de modo que não é possível decompô-las sem destruir o próprio conjunto.

A percepção auditiva: O sistema auditivo humano recebe as informações de fontes sonoras simultâneas de maneira seletiva. As representações acusticamente coerentes, denominados objetos ou "imagens" auditivas, são organizadas em processos perceptivos (organizadores) paralelos e seqüenciais. Os processos paralelos organizam os eventos sonoros segundo sua amplitude, frequência, forma espectral e posição. Os processos seqüenciais lidam com sucessões de eventos acústicos percebidos na forma de um fluxo, CYBIS (2003).

De acordo com IIDA (2002), apesar dos dispositivos visuais serem dominantes como meio de informação, os dispositivos auditivos também são freqüentemente utilizados, principalmente quando a visão já estiver sobrecarregada ou quando o usuário precisa receber uma informação sem necessidade de fixação visual.

A percepção da fala: A percepção da linguagem falada está organizada na forma de uma série de sucessivos processos de codificação. A nível neuro-sensorial ocorre a codificação neuronal dos estímulos fonéticos. A informação sobre a estrutura espectral

desses índices é extraída e estocada numa memória sensorial de curtíssimo termo. Isso permite a análise dos índices acústicos pertinentes que são confrontados com os traços fonéticos característicos de uma linguagem específica. Ocorre então a filtragem das variações fonéticas que não são características que isolam as unidades silábicas pertencentes aos idiomas dominados pelos indivíduos, CYBIS (2003).

A fala é um mecanismo para aliviar a sobrecarga dos dispositivos visuais, que permite a transmissão de uma grande quantidade de informações para o canal auditivo. A recente tecnologia de sintetização da voz tornou possível gerar mensagens faladas, automaticamente, em diversas situações, IIDA (2002).

C) A memória: pode ser entendida a partir de um modelo de níveis com memória sensorial, memória de curto termo (MCT) e a memória de longo termo (MLT).

Em sua versão original, a informação que é liberada pelo sistema perceptivo, é armazenada em um registro sensorial de capacidade limitada e altamente volátil. O registro sensorial da informação é conservado apenas por alguns décimos de segundos, sem nenhuma possibilidade de prolongamento. A parte do registro sensorial que é pertinente face o curso das ações dos usuários é selecionada para um tratamento mais elaborado, sendo armazenada em uma estrutura de memória denominada memória de curto termo -MCT- ou memória de trabalho – MT, CYBIS (2003).

Na MCT, a informação já é o resultado de uma interpretação, pode ser síntese de várias informações provenientes de diferentes registros sensoriais, mas não retém a totalidade das informações. Possui uma capacidade de armazenamento volátil e limitada e pode ser mantida por auto-repetição, mas é extremamente sensível às interferências de outras informações. A noção de MCT foi progressivamente abandonada dando lugar à memória de trabalho – MT. A diferença é que esta última é concebida como um sistema que realiza não só o armazenamento mas o tratamento das informações, SANTOS et al. (1997).

A partir da memória de trabalho, a informação pertinente é armazenada em registros permanentes, os esquemas, que representam a base de conhecimentos do indivíduo. A permanência da informação na memória de longo termo – MLT – não está sujeita a limitações de ordem temporal, o que não implica em uma acessibilidade

permanente. O esquecimento, nessa memória, é descrito como incapacidade de recuperação e é causado pelo aumento em número e semelhança dos conhecimentos declarativos (conceitos), e pela incompatibilidade entre os contextos de codificação e de recuperação dos conhecimentos procedurais (procedimentos), CYBIS (2003).

D) O raciocínio e o Aprendizado: é definido como uma inferência ou atividade mental de produção de novas informações a partir das existentes. Essas atividades possuem duas finalidades não exclusivas: a de buscar uma coerência entre as diferentes informações e a de decidir sobre escolhas de ações. A chegada de novos dados suscitam conceitos e hipóteses que estimulam o tratamento. A produção de conhecimentos pode ser feita a partir de regras gerais, cuja validade é definida pela lógica formal ou, a partir de regras heurísticas, que podem produzir resultados nem sempre eficazes.

De maneira geral, a aprendizagem pode se dar pela ação ou por um tutorial. A descoberta e a exploração caracterizam a aprendizagem pela ação. Nessas situações, os fatores importantes são o feedback, a identificação dos pontos críticos da situação, e dos índices que permitem evocar situações anteriores. A aprendizagem por tutorial refere-se às diversas formas de transmissão do saber de um instrutor, quando, é importante o papel que assumem os conhecimentos anteriores, como um quadro assimilador do novo conhecimento, CYBIS (2003).

E) O curso das ações: o curso das ações dos usuários para a realização de uma tarefa encadeia processos ou atividades cognitivas em três etapas principais: análise da situação, planificação e controle das ações.

A análise de uma situação inicia-se pela percepção orientada, sendo composta pelas etapas de ativação, observação, categorização e interpretação.

A planificação das ações está relacionada a elaboração de uma representação da situação, as próximas etapas de tratamentos cognitivos se referem a avaliação de quais são as possibilidades de ações, selecionar uma e planejar a sua realização.

A definição ou seleção de uma tarefa a ser realizada garante a alocação dos recursos cognitivos necessários para a sua planificação e para o seu controle. Esse processo de seleção é guiado por mecanismos motivacionais (motivação), envolvendo o produto de

três fatores: a importância da tarefa do ponto de vista das motivações do indivíduo, a esperança de sucesso nesta tarefa e o custo cognitivo para a sua realização. A importância é um parâmetro que evolui no tempo e depende também da urgência da tarefa. A esperança e sucesso depende não somente da frequência de sucessos anteriores, mas também da crença que tem o indivíduo de que o sucesso está sob o seu controle. A tarefa escolhida é a de custo cognitivo mais baixo, para a qual a força de intenção é a mais forte

A fase de planificação termina com a execução dos procedimentos, isto é, na realização da tarefa. Uma vez executadas, as ações são controladas e avaliadas em termos dos resultados obtidos.

2.2.1.5 A Participação do Usuário na Concepção das Interfaces

Trazer o usuário para a fase de concepção do produto é a maneira mais segura de garantir que a interface a ser desenvolvida atenda os requisitos explícitos e implícitos dos usuários e que, ao final, seja por eles aceita.

Segundo MAFRA (1999), a visão do usuário parece ser muito mais ampla e objetiva, quanto ao saber exatamente o que é pretendido nos projetos em termos de solucionar os problemas do que a visão do especialista.

De acordo com CYBIS (2000), existem três tipos básicos de envolvimento possíveis do usuário: Informativo; Consultivo e o Participativo.

Assim, pode-se buscar do usuário as informações necessárias para o projeto, através de técnicas de entrevistas, questionários ou da observação direta em seu trabalho. Em tal tipo de envolvimento o usuário é visto como fonte de dados importantes ao desenvolvimento do produto. Pode-se, também, levar ao usuário as decisões de projeto para que ele as verifique e emita uma opinião sobre elas. Nesse caso, caracteriza-se como um envolvimento consultivo em que o usuário é consultado sobre decisões de projeto. Esse envolvimento também pode ser realizado através de entrevistas, questionários e observação do usuário. Os objetos dessas atividades são as diferentes versões da interface produzidas pela equipe de projeto. É importante salientar que o usuário deve ser consultado. Ele pode

não possuir o conhecimento necessário para julgar aspectos técnicos da usabilidade de objetos de interação, por exemplo, mas tem o conhecimento que só ele possui sobre sua tarefa, CYBIS (2000).

O nível mais elevado de envolvimento ocorre quando o projetista transfere ao usuário o poder de decisão referente ao projeto. CYBIS (2000) sugere, para esse tipo de envolvimento, as técnicas de brainstorming ou de sessões de arranjo e organização, nas quais os usuários manifestam a sua perspectiva sobre determinados aspectos do sistema, como por exemplo, a organização modular ou o vocabulário da interface. Cabe ao projetista planejar e realizar as referidas atividades, para depois recolher e tratar adequadamente de seus resultados. Aplicam-se aqui as mesmas observações sobre que tipo de conhecimento deve amparar as decisões do usuário. É importante frisar que esse envolvimento se dá como uma combinação dos diferentes níveis. Consultá-lo sobre decisões de projeto e passar a ele o poder de tomar determinadas decisões é imprescindível.

2.2.1.6 Avaliações de Usabilidade

A norma ISO 9241, citado por CYBIS (2000), define a usabilidade como: “a capacidade que apresenta um sistema interativo de ser operado, de maneira eficaz, eficiente e agradável, em um determinado contexto de operação, para a realização das tarefas de seus usuários.”

A avaliação de usabilidade de um sistema interativo tem como objetivos gerais: validar a eficácia da interação com o sistema face a efetiva realização das tarefas por parte dos usuários; verificar a eficiência desta interação, face os recursos empregados (tempo, quantidade de incidentes, passos desnecessários, busca de ajuda, etc.) e obter indícios da satisfação ou insatisfação (efeito subjetivo) que ela possa trazer ao usuário, CYBIS (2000).

A usabilidade de um sistema está sempre associada as características de determinados tipos de usuários, tarefas, equipamentos e ambientes físicos. Assim, um problema de usabilidade pode se fazer sentir fortemente em determinados contextos de operação e ser menor ou mesmo imperceptível, em outros.

De acordo com CYBIS (2000), um problema de usabilidade ocorre em determinadas circunstâncias, quando determinada característica do sistema interativo, acaba por retardar, prejudicar ou mesmo inviabilizar a realização de uma tarefa, que aborrece, constrange ou até traumatiza a pessoa que usa o sistema interativo. Desse modo, um problema de usabilidade se revela durante a interação, atrapalhando o usuário e a realização de sua tarefa, mas tem sua origem em decisões de projeto equivocadas.

Um problema de usabilidade deve ser descrito a partir de informações sobre: o contexto de operação em que o problema pode ser encontrado; os efeitos possíveis sobre o usuário e sua tarefa, aí se inclui a frequência com que o problema/contexto se manifesta, CYBIS (2000).

O contexto de um problema de usabilidade é caracterizado por determinados tipos de usuários, que realiza determinadas tarefas, com determinados sistemas interativos e em determinados ambientes físicos, para os quais a usabilidade do sistema é diminuída, CYBIS (2000).

Os efeitos de um problema de usabilidade se fazem sentir diretamente sobre o usuário e indiretamente sobre sua tarefa. Assim, por exemplo, efeitos sobre o usuário como uma sobrecarga perceptiva (dificuldade de leitura), cognitiva (desorientação ou hesitação) ou física, (dificuldade de acionamento) podem levar a efeitos sobre sua tarefa como perda de tempo, falhas ou perda de dados, CYBIS (2000).

A descrição de um problema de usabilidade pode ser feita como sugerido por CYBIS (2000). O exemplo a ser apresentado foi adaptado para um problema de usabilidade em lavadora de roupas:

- Identificação do problema: Leds do painel de controle com baixa intensidade de luz.
- Descrição: Um usuário pode ter dificuldade para visualizar os leds devido a baixa intensidade de luz. Esta dificuldade pode ocorrer pela influência de dois

fatores: se o usuário apresentar problemas de visão e se a lavadora estiver instalada em local com alta luminosidade, como por exemplo, lavanderia aberta exposta ao sol.

- Tipo de usuário considerado: pessoas com ou sem problemas de acuidade visual.
- Tipo de equipamento considerado: conforme especificação de projeto.
- Tipo de tarefa considerado: freqüente.
- Efeito sobre o usuário: dificuldade de leitura, sobrecarga mental e acionamentos involuntários.
- Efeito sobre a tarefa: perda de tempo e taxa de erro elevada na execução da tarefa.
- Sugestão de melhoria: aumentar a intensidade luminosa dos leds do painel de controle.

Cabe ressaltar que nessa proposta de formato, os problemas de usabilidade serão identificados por sua origem no projeto do produto, e não por suas conseqüências durante a interação, CYBIS (2000).

Com base em algumas combinações entre a estrutura do problema, o tipo de usuário que ele prejudica e seus efeitos sobre a usabilidade das funções do sistema CYBIS (2000), pode-se propor um sistema de classificação, como uma barreira, um obstáculo ou um ruído.

- Barreira: refere-se a um aspecto da interface no qual o usuário esbarra sucessivas vezes e não aprende a suplantá-lo. Uma barreira voltará a se apresentar ao usuário na próxima realização da tarefa, o que compromete fortemente seu desempenho e fazendo com que ele desista de usar uma função do sistema. A presença de barreiras na interface implica em prejuízos definitivos, que dependendo da tarefa e usuário, podem inviabilizar economicamente o sistema;

- Obstáculo: refere-se a um aspecto da interface no qual o usuário esbarra e aprende a suplantá-lo. Em função do obstáculo, as próximas realizações da tarefa se darão à custa de uma perda de desempenho. A presença de um obstáculo implica na acumulação de prejuízos para os que operam e para os que adquiriram o sistema;

- Ruído: refere-se a um aspecto da interface que, sem consistir em barreira ou obstáculo ao usuário, causa uma diminuição de seu desempenho na tarefa. Em função de ruídos na interação, o usuário pode desenvolver uma má impressão do sistema (aspecto subjetivo).

A partir do tipo de tarefa em que o problema de usabilidade se manifesta, o mesmo pode ser classificado como principal ou secundário, CYBIS (2000).

- Principal: um aspecto da interface que compromete a realização de tarefas freqüentes ou importantes;

- Secundário: um aspecto da interface que compromete a realização de tarefas pouco freqüentes ou pouco importantes.

Com base no tipo de usuário a que afeta, um problema de usabilidade pode ser classificado como geral, inicial, avançado e especial, CYBIS (2000).

- Geral: um aspecto da interface que atrapalha qualquer tipo de usuário durante a realização de sua tarefa;

- Inicial: um aspecto da interface que atrapalha o usuário novato ou intermitente durante a realização de sua tarefa;

- Avançado: um aspecto da interface que atrapalha o usuário especialista durante a realização de sua tarefa;

- Especial: um aspecto da interface que atrapalha tipos de usuários especiais (portadores de deficiência) durante a realização de sua tarefa, mas que os outros são capazes de suplantar, sem prejuízos para sua tarefa.

Segundo CYBIS (2000) é importante citar a existência de duas categorias de problemas ortogonais em relação ao sistema de classificação proposto, que salientam os possíveis efeitos de uma revisão equivocada de projeto. Elas se referem ao falso e ao novo problema de usabilidade.

- Falso: refere-se a um aspecto da interface que, apesar de classificado como problema, na realidade não traz qualquer prejuízo ao usuário, nem a sua tarefa. Trata-se de um engano provocado pela falta de experiência do avaliador ou de uma deficiência em sua ferramenta de avaliação;

- Novo: um aspecto da interface que representa um obstáculo, devido a uma revisão de usabilidade equivocada.

A análise de causas e efeitos de um problema de usabilidade permite algumas conclusões sobre a severidade desse tipo de problema. Por exemplo, um problema verificável para qualquer tipo de usuário é, logicamente, mais prioritário que um outro que se verifique somente para alguns tipos de usuários (novato na operação, novato na tarefa, c/ problemas visuais, com idade avançada, etc.). Por seu lado, pode-se considerar também prioritário o problema de usabilidade que possa causar perda de tempo em tarefas com elevada frequência de realização ou aquele que cause falhas ou perda de dados em tarefas de elevada importância, CYBIS (2000).

2.2.1.6.1 Técnicas de Avaliação de Usabilidade

As avaliações de usabilidade visam identificar os problemas de usabilidade de interface e contribuir para sua eliminação. As avaliações permitem obter resultados como os relacionados a seguir: constatar, observar e registrar problemas efetivos de usabilidade durante a interação; diagnosticar as características do projeto que provavelmente atrapalhem a interação por estarem em desconformidade com padrões implícitos e explícitos de usabilidade; prever dificuldades de aprendizado na operação do sistema; prever os tempos de execução de tarefas programadas; conhecer a opinião do usuário em relação ao sistema; e, sugerir as ações de re-projeto mais evidentes face aos problemas de interação efetivos ou diagnosticados, CYBIS (2003).

Com base nesses resultados podemos distinguir três tipos de técnicas de avaliação ergonômica; as técnicas prospectivas, que buscam a opinião do usuário sobre a interação com o sistema, as técnicas preditivas ou diagnósticas, que buscam prever os erros de projeto de interfaces sem a participação direta de usuários e as técnicas objetivas ou empíricas, que buscam constatar os problemas a partir da observação do usuário interagindo com o sistema, CYBIS (2003).

A) Técnicas Prospectivas: É um tipo de técnica que está baseada na aplicação de questionários/entrevistas com o usuário para avaliar sua satisfação ou insatisfação em relação ao sistema e sua operação. Mostra-se bastante pertinente à medida em que é o usuário, a pessoa que melhor conhece o sistema, seus defeitos e qualidades em relação aos objetivos em suas tarefas. Nada mais natural em buscar suas opiniões para orientar revisões de projeto. Por outro lado, tal tipo de técnica pode ser empregada para aumentar a efetividade de avaliações analíticas, realizadas por especialistas que diagnosticam problemas de usabilidade. Apoiados pelas respostas de questionário de satisfação, eles podem centrar suas análises sobre os pontos problemáticos no sistema, apontados pelo usuário, CYBIS (2003).

B) Técnicas Preditivas ou Diagnósticas: Essas técnicas dispensam a participação direta de usuários nas avaliações, que se baseiam em verificar e inspecionar as versões intermediárias ou acabadas de sistema interativo, feitas pelos projetistas ou por especialistas em usabilidade. Elas podem ser classificadas como: Avaliações Analíticas; Heurísticas e Inspeções por checklists, CYBIS (2003).

As avaliações Analíticas envolvem a decomposição hierárquica da estrutura da tarefa para verificar as interações propostas. As técnicas de verificação conhecidas como avaliações heurísticas se baseiam nos conhecimentos ergonômicos e na experiência dos avaliadores que percorrem a interface ou seu projeto para identificar possíveis problemas de interação. As inspeções por checklists têm esse mesmo objetivo, mas dependem do conhecimento agregado à ferramenta de inspeção, uma vez que se destinam a pessoas sem uma formação específica em ergonomia.

Para o estudo da interface de produtos de lavanderia, serão adotadas as heurísticas, como avaliação das técnicas diagnósticas.

Uma avaliação Heurística representa um julgamento de valor sobre as qualidades ergonômicas de interface. Essa avaliação é realizada por especialistas em ergonomia, baseados em sua experiência e competência no assunto. Eles examinam o sistema interativo e diagnosticam os problemas ou as barreiras que os usuários provavelmente encontrarão durante a interação, CYBIS (2003).

As avaliações Heurísticas abordadas neste estudo enfocam os seguintes aspectos: usabilidade em geral e intuitividade (Inspeção Cognitiva).

- Avaliação Heurística de Usabilidade: nesse processo os avaliadores baseiam-se em regras comportamentais ou padrões de usabilidade gerais, próprios ou desenvolvidos por especialistas na área. É quando, pode ser citada o conjunto de heurísticas como os Critérios Ergonômicos, propostos por SCAPIN & BASTIEN , citado por CYBIS (2003).

As avaliações Heurísticas de usabilidade podem produzir ótimos resultados, em termos da rapidez de avaliação e da quantidade e importância de problemas diagnosticados. Entretanto, seus resultados dependem da competência dos avaliadores e das estratégias de avaliação empregadas. Estas podem ser subjetivas, exigindo um grupo razoável de avaliadores de usabilidade, de modo a identificar a maior parte dos problemas ergonômicos das interfaces, JEFFRIES et al., citado por CYBIS (2003).

Como qualquer atividade de avaliação, esse tipo de técnica é iniciada pela análise do contexto da avaliação, quando o responsável verifica, junto aos responsáveis pelo sistema, os recursos disponíveis e os objetivos da avaliação. Em função dessa análise podem ser alocados um número maior ou menor de avaliadores trabalhando em paralelo. Em função de se ter ou não acesso a usuários reais, questionários e entrevistas podem ser preparados, de modo a coletar informações sobre seu perfil e sobre o modo como utiliza o sistema.

Segundo CYBIS (2003), em relação a tipos especiais de interfaces ou aplicações, algumas vezes o avaliador deve procurar o conhecimento necessário para julgar as qualidades do sistema. A estratégia para a avaliação como foi visto é variável e vai depender do avaliador, do tipo de sistema, do tipo de interface, etc. A última etapa e a mais crítica, é a de redação do relatório de avaliação, que deixará os problemas identificados e as propostas de soluções sugeridas registradas. Sugere-se a adoção de um formato de descrição de problemas, como o apresentado anteriormente nesse capítulo. Ele permitirá esclarecer e priorizar os problemas de usabilidade.

- Inspeção Cognitiva da Intuitividade: Esse é um tipo de avaliação heurística, em que os especialistas enfocam especialmente os processos cognitivos que se

estabelecem, quando o usuário realiza a tarefa interativa pela primeira vez KIERAS & POLSON, citado por CYBIS (2003). Ela está baseada em um modelo de como se desenvolvem as ações cognitivas dos usuários. Assim, ela visa avaliar as condições que o sistema oferece para que o usuário faça um rápido aprendizado das funções e das regras de interação. A intuitividade é aspecto central na aplicação de uma inspeção cognitiva.

A validade dessa técnica está justamente em seu enfoque nos processos cognitivos. Para realizá-la o avaliador deve atentar para aquilo que o usuário conhece da tarefa e da operação de sistemas interativos. Deve também conhecer o caminho previsto para a realização das principais tarefas do usuário. De posse dessas informações ele passa a percorrer os caminhos previstos, aplicando para cada ação o seguinte checklist: O usuário tentará realizar a tarefa certa? Ao encontrar-se no passo inicial de determinada tarefa, o usuário, baseado no que lhe é apresentado, propor-se-á a realizar o objetivo previsto pelo projetista? Ele verá o objeto associado a essa tarefa? O objeto está suficientemente à vista do usuário? Ele reconhecerá o objeto como associado à tarefa? As denominações ou representações gráficas são representativas da tarefa e significativas para o usuário? Ele saberá operar o objeto? O nível de competência na operação do sistema é compatível com a forma de interação proposta? Ele compreenderá o feedback fornecido pelo sistema como um progresso na tarefa?

Segundo CYBIS (2003), a proposta dos autores dessa técnica é de que os próprios projetistas possam aplicá-la no desenvolvimento do sistema interativo.

C) Técnicas Objetivas: Esse tipo de técnica conta com a participação direta de usuários, refere-se basicamente aos ensaios de interação e às sessões com sistemas espíões.

Um ensaio de interação consiste de simulação de uso do sistema da qual participam pessoas representativas de sua população-alvo, tentando fazer tarefas típicas de suas atividades, com uma versão do sistema pretendido. Sua preparação requer um trabalho detalhado de reconhecimento do usuário-alvo e de sua tarefa típica para a composição dos cenários e scripts que serão aplicados durante a realização dos testes.

Para montagem e realização de um ensaio de interação, CYBIS (2003) pressupõe inicialmente uma etapa de análise preliminar para conhecer o sistema e seus

atributos ergonômicos. Os analistas devem tomar conhecimento dos fatos acerca do sistema e de seu contexto de desenvolvimento e realizam um pré-diagnóstico dos problemas ergonômicos de sua interface com o usuário. O resultado do pré-diagnóstico é um conjunto de hipóteses sobre problemas de usabilidade do sistema que serão posteriormente testadas durante os ensaios de interação.

Em seguida, para a realização dos ensaios, CYBIS (2003) sugere uma seqüência para a preparação dos ensaios: a primeira etapa consiste na obtenção da amostra de usuários que deles participarão. As outras atividades dessa etapa incluem a realização de ajustes nos cenários para adaptá-los aos usuários participantes da amostra, o planejamento dos ensaios, a sua realização, a análise e a interpretação dos dados obtidos.

- Obtenção da amostra de usuários: uma vez reconhecido o perfil do usuário, é necessário verificar, quem da amostra de usuários realiza efetivamente as tarefas que compõem os scripts para a avaliação. Seleciona-se pessoas voluntárias, certificando-se de que sejam usuários diretos, isto é, pessoas que realmente sejam responsáveis pelas atividades e as exerçam; sejam metade novatos, metade experientes no sistema que será avaliado. Os usuários iniciantes darão mais informações sobre a facilidade de aprendizagem e a simplicidade de utilização. Já os experientes darão mais informações sobre a organização das funções e a repartição das informações. A literatura sugere uma margem de 6 a 12 pessoas para atuarem nos ensaios de interação.

- Elaboração e ajustes nos scripts e cenários: para definir os scripts é necessário selecionar as tarefas envolvidas com os objetivos principais do sistema, as hipóteses levantadas no pré-diagnóstico e as funcionalidades mais freqüentes acionadas pelos usuários na utilização do sistema. Após a definição, para cada um dos participantes dos ensaios de interação deve ser realizada uma nova entrevista para buscar informações visando os ajustes nas variáveis dos scripts e dos cenários. Os scripts, com a descrição das tarefas a serem solicitadas ao usuário devem trazer termos e objetivos que lhe sejam familiares. Os cenários podem reproduzir, em laboratório, a familiaridade do ambiente doméstico de determinado usuário.

- Planejamento dos ensaios: a preparação dos ensaios envolve a tomada de decisão e a adoção de providências relativas ao local dos ensaios, equipamento para

registro dos acontecimentos, a escolha das técnicas de verbalização (consecutiva/simultânea) e a definição das estratégias de intervenção em caso de impasse. Deve-se, nesse particular, procurar sempre preservar o anonimato dos usuários.

- Realização dos ensaios: os ensaios de interação, que podem ser realizados no local de trabalho de cada usuário ou em laboratório, devem durar no máximo 1 hora. Deles devem participar além do usuário, 1 ou 2 ergonomistas observadores e 1 assistente técnico, responsável pelo funcionamento dos equipamentos. O desenrolar dos ensaios é controlado e dirigido pelos ergonomistas que devem planejar como proceder nos casos de interrupções, retomadas e encerramento precoce do teste. Além disso, eles devem realizar anotações em tempo real sobre o desempenho do usuário e dos erros e incidentes verificados. Dessas anotações devem constar indicações sobre o instante dos eventos perturbadores. Uma boa prática consiste na realização de um ensaio piloto para certificar-se de que tudo foi previsto.

- Análise e interpretação dos dados obtidos: depois da realização dos ensaios, a equipe de analistas deve rever todas as gravações buscando dados relevantes que comprovem ou não as hipóteses anteriormente estabelecidas. Além disso, muitas situações inesperadas de erros e recuperação da informação podem aparecer. Daí a importância dos ensaios, pois estes tipos de erros só tornam-se evidentes em situação real de uso. Os resultados dos ensaios de interação são relatados e comentados através do caderno de encargos ergonômicos que é entregue à equipe de projeto. No relatório são descritos os incidentes produzidos durante a interação, relacionando-os com um aspecto do sistema. Comentários sobre a prioridade dos problemas devem fazer parte do relatório.

2.2.1.7 A Sistematização do Desenvolvimento de Produtos

2.2.1.7.1 Atividade de Desenvolvimento de Produto

O adequado desenvolvimento de Projeto de Produtos é um passo importante para o êxito das empresas, pois as capacita em um tipo de conhecimento de grande valor que é saber "o que fazer", aliado ao "como fazer". Isso se torna essencial no caso dos produtos de base tecnológica, cujo principal insumo é a tecnologia agregada. São produtos que podem requerer um grande tempo de desenvolvimento e muitas vezes precisam penetrar em mercados restritos e de forte concorrência. Alguns deles podem, também, ter ciclos de vida bastante curto, que potencializa os riscos e exige uma maior preocupação no transcorrer do projeto, JÚNIOR & MELLO (1996).

A atividade de desenvolvimento de um novo produto não é simples e nem direta. Ela requer pesquisa, planejamento cuidadoso, controle meticoloso e, o uso de métodos sistemáticos. Os métodos sistemáticos de projeto exigem uma abordagem interdisciplinar, abrangendo estratégias de marketing, engenharia de métodos e a aplicação de conhecimentos sobre estética e estilo. Essa união entre ciências sociais, tecnologia e arte aplicada, não é uma tarefa fácil, mas a necessidade de inovação exige que ela seja implementada, BAXTER (1998).

O ajustamento das empresas a ambientes em que há forte concorrência e é crescente o grau de exigência dos consumidores, torna imprescindíveis a inovação e o investimento em tecnologia, sendo que o desenvolvimento de novos produtos faz parte de tal adaptação. Por outro lado, essa mesma dinâmica do mercado faz com que o desenvolvimento de produtos seja bastante arriscado, pois exige coordenação e análise de um conjunto amplo de informações e atividades inter-relacionadas, envolvendo desde a definição de requisitos do projeto, a engenharia de produto, até as estratégias de lançamento no mercado. O êxito de todo esse trabalho depende do êxito de cada uma das fases.

Um fator essencial na atividade de desenvolvimento do produto é a qualidade, em torná-lo mais competitivo. Nos tempos atuais, a busca da qualidade deixou de ser preocupação apenas das grandes empresas e passou a constituir-se em prioridade,

deixando de ser uma opção para ser uma necessidade, uma vez que o mercado está cada dia mais complexo e competitivo, BARTOLOMEU (1998).

A questão da qualidade do projeto do produto é discutida por CONSALTER (1996), ao afirmar que: “a vantagem competitiva reside em detalhes qualitativos do produto e do processo de projeto, e por trás disso está inserida uma série de procedimentos para a busca da qualidade. Sob este ponto de vista, a qualidade do projeto do produto para a competitividade não pode ser vista apenas a partir do resultado de custos ou de características técnicas e funcionais do produto, mas sim a partir das necessidades globais dos clientes.”

Um segmento da indústria em que essa situação está bem evidenciada é o de linha branca, pois com a abertura de mercado, as empresas precisam se ajustar rapidamente à nova realidade, mantendo a qualidade, reduzindo os custos e gerando novas tecnologias.

Embora a indústria mantenha o compromisso de crescer com novas oportunidades, o aumento da competição global e os ciclos de ruptura econômica dificultam a capacidade de companhias produtoras de eletrodomésticos gerarem faturamento ou lucros como haviam previsto, EVERY WHERE (1999).

Hoje, a maioria das companhias de eletrodomésticos busca ser competitiva, através da redução de custos, enquanto melhoram a produtividade e a qualidade em seus processos de fabricação. Outra forma de competição das empresas está na oferta de novas tecnologias e características dos produtos para os consumidores, EVERY WHERE (1999).

Segundo CLAUSING, citado por CONSALTER (1996), a diferença entre o êxito e o fracasso tem origem na receptividade das necessidades do cliente em relação ao produto, na viabilidade de conceitos consistentes, à viabilidade de execução do projeto, à robustez da função qualidade, à economia de produção, ao sucesso da integração, à eficácia do reaproveitamento e ao impacto estratégico. Portanto, são vários fatores que levam a qualidade total e que devem ser combinados na fase de projeto.

Dentre as etapas de um processo de desenvolvimento de produto (necessidades do cliente; especificação, conceituação e detalhamento do produto; manufatura e vendas); a fase de projeto conceitual é a mais representativa no ciclo de desenvolvimento do produto. BART & SCHNEBERGER citados por CONSALTER (1996)

mostram que é vantajoso dedicar-se à qualidade do produto na fase de projeto, pois a maior parcela (70%) dos custos do ciclo de vida do produto é reflexo somente da fase em que é absorvido apenas 5% do custo total de desenvolvimento do produto. Portanto, nessa fase, o esforço de incorporar qualidade ao produto tem menor custo e, com maior impacto competitivo.

É importante também incorporar qualidade nos primeiros estágios do projeto do produto, ou seja, na fase conceitual e, a rigor, quando os requisitos dos projetos estão sendo discutidos. A importância dessa colocação fica evidenciada pelo tempo de lançamento do produto, que admite uma redução de mais de 50% quando os problemas são identificados e resolvidos com certa antecedência, reduz os tempos de manufatura e de resposta às necessidades do consumidor e, portanto, gera competitividade.

Além disso, é importante considerar e evitar o “efeito escala” do aumento do custo de alteração do produto em relação aos seus estágios de desenvolvimento. O atraso na detecção de problemas representa um aumento do custo de alteração, que cresce em progressão geométrica de razão 10, como coloca BART & SCHNEBERGER, citado por CONSALTER, (1996).

Embora a preocupação com a qualidade deva ser maior na fase conceitual, nas demais fases do desenvolvimento do produto também é necessário agregar qualidade, para que a empresa se mantenha competitiva. Deve-se lembrar que a melhor maneira de medir a qualidade é verificar o grau de satisfação do consumidor.

2.2.1.7.2 Metodologias de Projeto de Produto

Segundo CAMAROTTO (1994), a utilização de métodos sistemáticos se justifica à medida em que a explicitação do processo contribua para que se criem soluções, levando em conta a experiência de um maior número de pessoas, inclusive pessoas não pertencentes à equipe do projeto; para que se possa produzir uma maior qualidade, e não só quantidade, de soluções; e para que se possa acelerar o tempo gasto no processo de criar e avaliar soluções.

A sistematização do processo é necessária, entre outros aspectos, pelo grau de complexidade dos projetos e da capacidade intuitiva dos projetistas.

O número de informações necessárias para a resolução de problemas de desenvolvimento de projeto aparecem tão velozmente que um projetista não consegue, isoladamente, coletá-las e utilizá-las. Aumentam o número de problemas, o ritmo e os tipos envolvidos.

O desenvolvimento de projeto de produtos/processos em engenharia, envolve conhecimentos, procedimentos e técnicas particulares das atividades ou tecnologias envolvidas em projetos multi-disciplinares como: mecânica, eletrônica, física, matemática, desenho, etc., além de conhecimentos do contexto em que o produto será utilizado.

Embora todas as atividades que envolvem o desenvolvimento de projetos possuam características comuns no seu desenvolvimento racional, nem sempre se pode utilizar com bons resultados uma determinada proposta ou modelo de desenvolvimento para aquela situação particular em que se necessita de um suporte metodológico.

Segundo CAMAROTTO (1994), muitos autores desenvolveram trabalhos referentes à metodologia de projeto, geralmente a partir de necessidades e experiências próprias de seus campos de trabalho. Por isso, encontramos propostas que se aplicam a diversos campos de atividades de projeto, dentre estas cita-se:

A metodologia de projeto de Christopher Alexander com métodos sistemáticos aplicados ao planejamento urbano; a coletânea de métodos e técnicas de diversas tendências visando difundir sua aplicação de acordo com a estrutura e o âmbito do projeto de Christopher Jones e Morris Asimov que propôs uma metodologia, considerando sua aplicação ao projeto de engenharia, CAMAROTTO (1994).

PUGH (1990) em seu livro, *Total Design – Integrated Methods for Successful Product Engineering* apresentou uma metodologia também voltada para projetos de engenharia, com foco na interatividade do processo.

A tendência dos autores é de proporem métodos e técnicas mais particulares, que possam ser usados na resolução de um problema específico, ao invés de processos mais generalizados para resolução de qualquer problema, CAMAROTTO (1994).

Entende-se por método científico, um processo de resolução de problemas de pesquisa. A metodologia enquanto estudo dos métodos de desenvolvimento de projeto, à semelhança do método científico, ocupa-se da solução de problemas específicos, diferenciando-se no modo de intervenção e nos resultados alcançados. Metodologia é o estudo de métodos, CAMAROTTO (1994).

Usa-se indistintamente o termo metodologia para significar método e, da mesma forma, utiliza-se método para se referir tanto a uma seqüência de etapas, constituindo um conjunto de métodos, ou a um processo específico, ou técnica empregada em determinada etapa do desenvolvimento do projeto, CAMAROTTO (1994).

Podemos conceituar metodologia, como um modelo do processo de desenvolvimento do projeto. É uma abstração dos procedimentos a que o projetista recorre durante o projeto para atingir seus objetivos, devendo “prever” os caminhos que o processo percorrerá. A metodologia deve prever com antecedência a sucessão de ações (quando fazer), o conteúdo das ações (o que fazer) e os procedimentos específicos das etapas (como fazer), CAMAROTTO (1994).

A intervenção metodológica no processo de desenvolvimento de projeto se justifica à medida que permite: explicitar a própria estrutura do processo de projeto; estruturar os problemas do projeto claramente; transmitir as informações entre membros das equipes; controlar o processo do projeto e estimular a criatividade.

O desenvolvimento de projeto de produtos é um processo de transformação de idéias e informações em representação bi ou tridimensionais. Isso significa que a atividade principal de transformação ocorre entre um estágio inicial de busca de informações, assimilação, análise e síntese; e um estágio conclusivo no qual as decisões

tomadas são organizadas num tipo de linguagem que possibilite a comunicação e a fabricação do produto. Podemos apontar uma série de características deste processo: uma divisão em atividades ou etapas para permitir sua concretização; a ordem cronológica de ocorrência das ações ou atividades; a dependência de ações em relação às outras; a caracterização de etapas distintas no processo; a existência de procedimentos comuns e de procedimentos específicos em cada uma das etapas e a iteração ou reprocessamento da etapa, CAMAROTTO (1994).

2.2.1.7.3 A Metodologia de Pugh para Projetos de Produto

A escolha de uma metodologia como referência se fez necessário para realização deste estudo de caso: “A Usabilidade no Desenvolvimento de Projeto de Novos Produtos – Um estudo de caso em Lavanderia”, visto que, o desenvolvimento de qualquer projeto sem um procedimento sistemático pode levar ao desenvolvimento de maus produtos e lançamentos tardios no mercado.

Tomando conhecimento das metodologias propostas por alguns autores e comparando-as àquela adotada pela empresa onde o estudo foi realizado, identificou-se que a metodologia proposta por PUGH (1990), em seu livro – *Total Design*, é a que mais se assemelha à metodologia de desenvolvimento de projeto já utilizada em empresas de linha branca.

A metodologia proposta por PUGH (1990), apresenta fases e ferramentas de auxílio ao projeto, semelhantes aos utilizados nesse segmento de indústria, e tem como característica semelhante a interatividade do processo.

Total Design é uma atividade sistematicamente necessária da identificação da necessidade do mercado/usuário, para a venda de um produto bem sucedido para satisfazer a necessidade do mercado – uma atividade que envolve produto, processo, pessoas e organização, PUGH (1990). É construída como tendo um núcleo central de

atividade, o *Design Core*, o qual é constituído de seis etapas, conforme apresentado no Quadro 2.2.

QUADRO 2.2: Resumo das Atividades realizadas nas etapas do *Design Core*

| ETAPA | ATIVIDADE |
|---|---|
| Necessidades do Mercado / Usuário e Demandas | <ul style="list-style-type: none"> • Levantamento de informações requeridas pela fase de investigação de mercado / necessidades dos usuários. • Análise das informações. |
| Especificação do Projeto | <ul style="list-style-type: none"> • Preparação da especificação do projeto, levando em consideração os elementos que compõem a especificação e as necessidades dos usuários. |
| Projeto Conceitual | <ul style="list-style-type: none"> • Geração de soluções para encontrar a necessidade declarada. • Avaliação dessas soluções para selecionar qual é a mais apropriada para combinar o PDS (Product Design Specification). |
| Detalhamento do Projeto | <ul style="list-style-type: none"> • Detalhamento dos subsistemas e componentes. |
| Manufatura | <ul style="list-style-type: none"> • Projeto para manufatura. |
| Venda | <ul style="list-style-type: none"> • Venda dos produtos manufaturados. |

2.2.1.7.3.1 Necessidades do Mercado/Usuários e Demandas

Todo desenvolvimento inicia ou deve iniciar-se com uma necessidade que, quando atendida ajuste-se em um mercado existente ou crie um mercado próprio. Nessa primeira fase do projeto, vários tipos de informações e análise são requeridas. É uma fase de investigação de mercado e necessidade de usuários para evitar que o produto falhe ao ser lançado no mercado.

Uma série de informações são requeridas, dentre essas cista-se: legislação; patentes, marcas de comércio, projeto registrado e direitos autorais; relatórios, procedimentos e livros de referência; fabricantes de produtos competitivos e análogos;

corpos representativos oficiais e privados; dados estatísticos; publicações de dados de mercado; e, aberturas preenchidas com fontes registradas. A figura 3.1 apresenta as áreas de pesquisa e análise das informações.

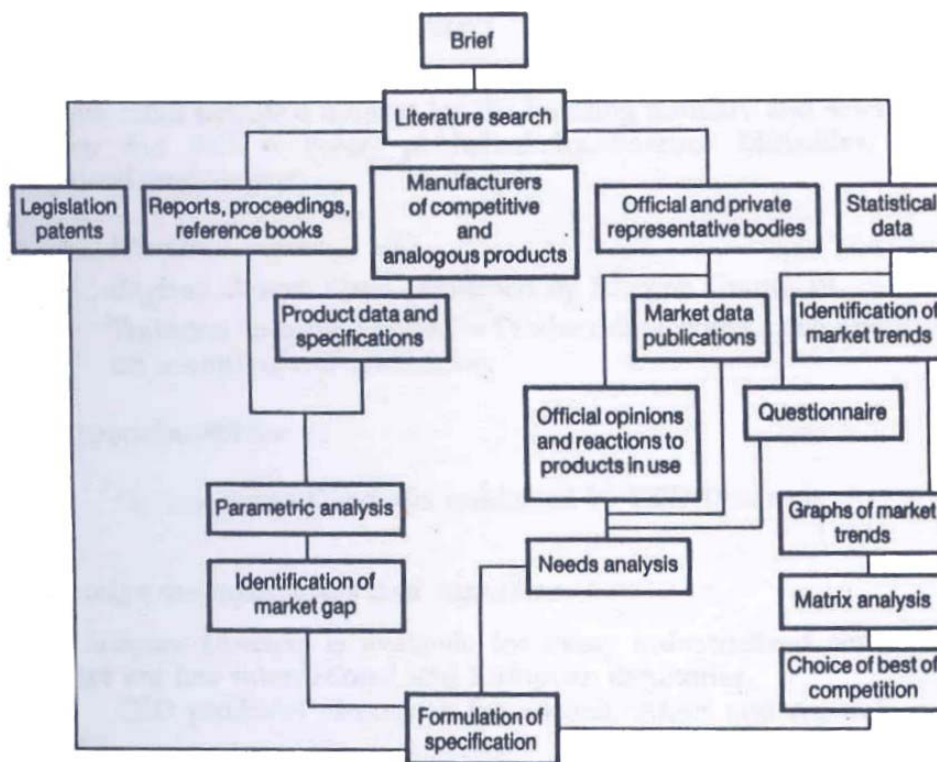


FIGURA 2.9 : Áreas de pesquisa e análise que são necessárias para produzir o PDS
(Especificação de Desenvolvimento de Produto)

Fonte: PUGH (1990)

As principais técnicas sugeridas para análise das informações são: Análise paramétrica, Análise de Necessidades e Análise de Matriz.

Análise Paramétrica: é uma forma de pesquisa de baixo custo que tem provado ser uma ferramenta poderosa para o Marketing e a Engenharia. É usado para identificar o posicionamento de um produto no mercado em relação ao competidor.

Análise de Necessidade: está relacionada com o estabelecimento das verdadeiras necessidades do cliente - a voz do cliente. Isto pode ser obtido por extensas pesquisas e relatórios de institutos representativos, publicações de dados de mercado,

relatórios que dão opiniões oficiais e reações aos produtos em uso e, também, por entrevistas estruturadas.

Análise de Matriz: Uma matriz é desenhada com todas as características dos produtos de competidores no eixo vertical e os tipos de modelos no eixo horizontal. A matriz é completada para mostrar em quais modelos as características estão incorporadas. Esses são somados, simplesmente, e então representados graficamente no lado direito da matriz.

Ao finalizar a identificação e análise das informações, segue-se para etapa seguinte, que é a especificação do Projeto.

2.2.1.7.3.2 Especificação do Projeto

Da declaração da necessidade – freqüentemente chamado de Brief - uma especificação de desenvolvimento de produto (PDS) deve ser formulada – para o produto a ser desenvolvido. Uma vez estabelecido, o PDS atua como um manto que envolvem todas as fases subseqüentes no *Design Core*. O PDS atua como o controle para a atividade de *Total Design*.

O PDS tende ser mais dinâmico que estático. Se durante o desenvolvimento de projeto, existir uma boa razão para mudar o PDS, o PDS deve ser alterado. Deve ser considerado como um evolutivo e compreensível documento escrito que, na conclusão da atividade de desenvolvimento deve ter sofrido evolução para armazenar as características do produto final.

O ponto inicial para qualquer atividade de projeto é de qualquer maneira: pesquisa de Marketing, análise competitiva, fonte de literatura, patentes – dos quais um compreensivo PDS deve ser construído. Os produtos japoneses são usados como exemplo, uma vez que os japoneses dão bastante atenção para a voz do consumidor que é incorporada no PDS para um trabalho sistemático. O PDS é conseqüentemente um

mecanismo de controle fundamental que permite o sucesso do projeto. O PDS contribui para que o desenvolvimento aconteça de maneira certa (sem intuição).

Até o final das atividades de desenvolvimento, o projeto de produto deve estar em equilíbrio com o PDS, embora o PDS tenha sido alterado durante o projeto. Os efeitos sobre uma fraca ou, a não existência das necessidades dos usuários no desenvolvimento, podem levar a resultados inadequados de PDSs. Sendo importante lembrar que, a ausência de um PDS resultará em projetos que quase sem dúvida falharão no mercado: pobres PDSs conduzem a projetos pobres; bons PDSs, necessariamente, não resultam nos melhores projetos, mas fazem pelo menos que aquela meta seja atingível.

PUGH (1990), ressalta que a maioria dos engenheiros pensam, principalmente, na performance do produto, no entanto, o conteúdo é composto por vários outros elementos: Performance; Meio Ambiente; Vida em Serviço (performance); Manutenção; Custo alvo do produto; Competição; Transporte (entrega); Embalagem; Quantidade; Facilidade de fabricação; Tamanho; Peso; Estética, Aparência e Acabamento; Materiais ; Vida útil do produto; Normas e especificações; Ergonomia; Cliente; Qualidade e Confiabilidade; Armazenamento; Processo; Escala de tempo; Testes; Segurança; Limitação da empresa; Limitação do mercado; Patentes, literatura e dados do produto; De acordo com a lei; Implicações políticas e sociais; Instalação; Documentação (instruções de uso); Venda / Distribuição.

Os elementos constituintes de um PDS (ver figura 2.10) são aplicáveis para todos os produtos, independente da tecnologia, sejam eles bombas ou plantas de processo.

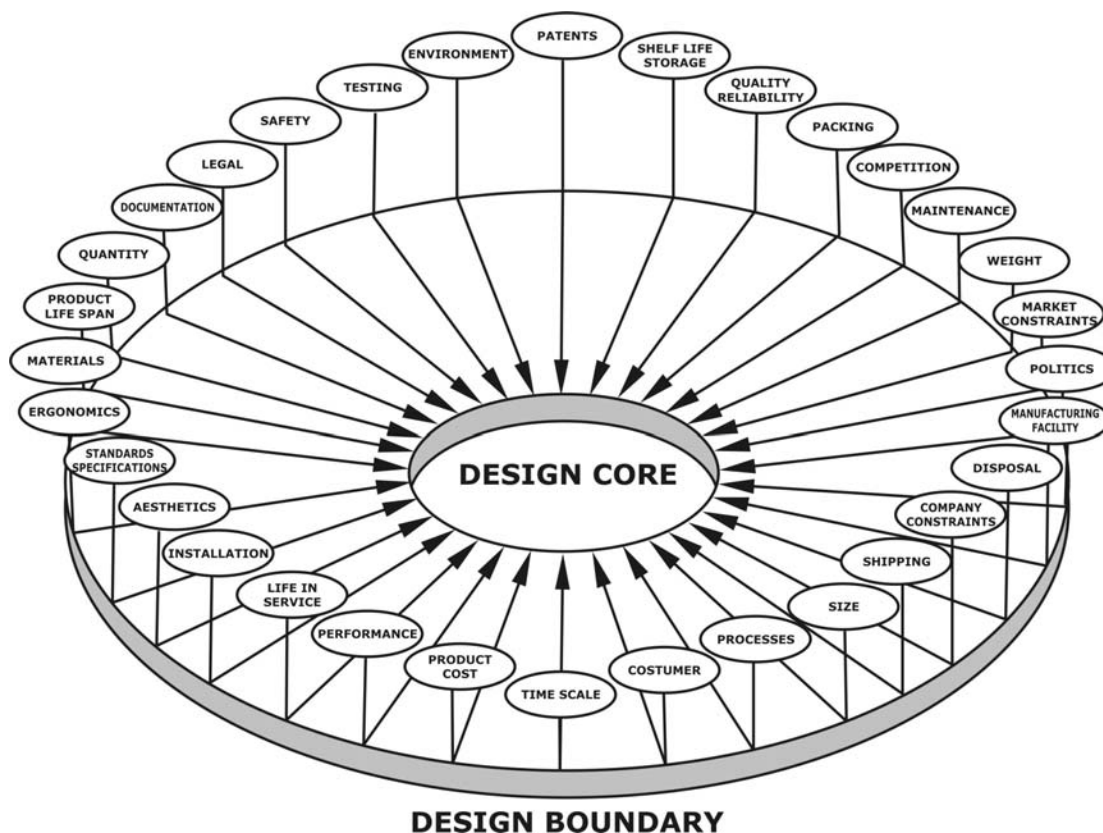


FIGURA 2.10: Elementos do PDS (Especificação de Desenvolvimento de Produto),
Fonte: PUGH (1990).

Os elementos são os principais gatilhos dos quais o PDS evoluirá. As informações nas quais eles são baseados deverão vir da fase de definição das necessidades dos usuários. Ao preparar um PDS, nenhum dos elementos deve ser cortado, mesmo que as informações geradas por eles comecem a sobrepôr e integrarem, devem ser mantidos.

Para preparar o PDS, PUGH (1990) apresenta algumas orientações para sua organização e clareza, pois o PDS é um documento de controle, que representa a especificação do que está se tentando alcançar e, é um documento do usuário, devendo estar escrito sucintamente e claramente. O PDS nunca deve ser escrito em forma de composição, mas sim, deve-se usar declarações curtas, afiadas sob os títulos, como apresentado na tabela 2.3.

QUADRO 2.3: Formato para Elaboração do *PDS*
(Especificação de Projeto de Produto)

| | | | | |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Produto: _____ | | | | |
| Data: _____ | | Questão: _____ | | |
| Performance: | Parâmetros | | | |
| | Melhor Competidor | Modelos Atuais | Intenção do Projeto | Classe Mundial (target) |
| Descrição | | | | |
| Segurança: | | | | |
| Descrição | | | | |

Fonte: PUGH (1990)

É útil permitir espaço para emendas e adições. Então, não aglomerar a página mas, de início, tentar quantificar parâmetros em cada área, por exemplo: peso. Os documentos devem estar sempre datados e os assuntos devem estar numerados; e, as correções dos documentos devem ser feitas claramente.

2.2.1.7.3.3 Projeto Conceitual

O projeto conceitual (*Conceptual Design*) é realizado dentro do envelope do PDS, e isto aplica a todas as fases sucessivas até o fim da atividade de projeto.

A fase conceptual do *Design Core* está principalmente preocupada com a geração de soluções para encontrar a necessidade declarada. É reconhecido que o projeto conceptual como tal pode ser aplicado ao produto todo, subsistema ou a nível de componente. Um projeto conceptual ou conceito pode ser definido como aquilo que representa o todo ou totalidade do artefato projetado. Representa a soma de todos os subsistemas e das partes dos componentes os quais vão fazer o sistema inteiro, ou igualmente, um subsistema ou os componentes, dependendo do nível dos quais se está trabalhando.

A fase conceitual se preocupa, principalmente, com as idéias e geração de soluções, a qual fragmenta-se essencialmente em dois principais componentes cíclicos:

a) A geração de soluções para encontrar a necessidade declarada: é preciso gerar soluções para satisfazer o PDS. Na prática, até mesmo com o produto mais simples, durante a formulação inicial das necessidades do usuário e elaboração do PDS, será altamente provável que já se tenham idéias de como o PDS poderá ser satisfeito. As idéias que vão surgindo e a maneira como elas acontecem devem ser registradas, mas, deve-se resistir à tentação em proceder sem um PDS. Seguir as fases de *Design Core*, sistematicamente, e com rigor crescente, é essencial no desenvolvimento de projeto.

É necessário tantas idéias quanto possível - soluções únicas normalmente são um desastre. Geralmente, os conceitos estão limitados à experiência e conhecimento. É importante trabalhar com idéias concretas, pois os conceitos devem ser possíveis de serem demonstrados. A maturidade de criação dos conceitos mudará com tempo, como também as percepções e habilidades desenvolvidas ao longo do tempo.

b) A avaliação das soluções para selecionar a que é mais apropriada para combinar o PDS. Para avaliar conceitos, efetivamente, um consenso de critérios é necessário. Os critérios são deduzidos dos elementos do PDS. Essa fase é melhor quando

realizada em grupo. Critérios devem ser declarados e concordados pelo grupo antes de formar uma matriz de avaliação, devendo sempre ser escritos. Experiência obtida em cima de muitos projetos conduz à conclusão de que, geralmente, o uso de matrizes pode ser a melhor maneira de estruturar ou representar um procedimento de avaliação. Nisso elas dão estrutura e controlam o processo. Uma faceta comum das matrizes é a avaliação de soluções alternativas contra os critérios que foram identificados como sendo significantes, com o propósito específico de mostrar essas alternativas que melhor satisfazem os critérios. O tipo de matriz recorrido aqui não é uma matriz matemática; simplesmente é um formato para expressar as idéias e os critérios para a avaliação dessas idéias em uma moda visível de maneira amigável.

O método utiliza uma columna da matriz para expressar os critérios para seleção no eixo vertical e o eixo horizontal é usado para expressar os conceitos, como apresentado na tabela 2.11.












| Concept Criteria |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| A | + | - | + | - | + | - | D | - | + | + | + |
| B | + | S | + | S | - | - | | + | - | + | - |
| C | - | + | - | - | S | S | A | + | S | - | - |
| D | - | + | + | - | S | + | | S | - | - | S |
| E | + | - | + | - | S | + | T | S | + | + | + |
| F | - | - | S | + | + | - | | + | - | + | S |
| $\Sigma+$ | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | U | 3 | 2 | 4 | 2 |
| $\Sigma-$ | 3 | 3 | 1 | 4 | 1 | 3 | | 1 | 3 | 2 | 2 |
| ΣS | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | M | | 1 | 0 | 2 |

Figura 2.11: Exemplo de Matriz de Avaliação

Fonte: PUGH (1990)

Uma legenda pode ser usada para considerar cada conceito / critérios para referência escolhida:

+ (mais): significando melhor que, menos que, menos propenso para, mais fácil que, etc., relativo à referência.

- (menos): significando pior que, mais caro que, mais difícil desenvolver que, mais complexo que, mais propenso para, mais duro que, etc., relativo à referência.

S (igual): significando igual a referência. É usado quando qualquer dúvida existe sobre se um conceito é melhor ou pior que a referência.

Uma vantagem desse método, é que dificulta para as pessoas emitirem de forma impositiva suas próprias idéias. O método também tenta eliminar as características ruins de alguns conceitos aparentemente pouco aceitáveis em relação ao conceito semelhante, forçando o aparecimento de conceitos novos. Como o método é interativo, a repetição contínua se expande alternadamente e contrai a matriz, fazendo com que os melhores conceitos possam emergir, para que haja convergência entre eles, até que seja convergido para o melhor conceito possível.

O estabelecimento do procedimento descrito tem sido necessário e desejável por várias razões, sendo as principais: a insuficiência de aproximações existentes para produzir melhores soluções efetivas e provadas; os constrangimentos para criatividade ou imposições através de outros métodos de seleção; o desejo para formalizar e estabelecer um procedimento que não só trabalha efetivamente em prática, mas que pode ser demonstrado como tal, e também por ser didático; um procedimento que trabalha, independente de produto ou tecnologia; e, a necessidade para evitar a falsa confiança que muitos métodos dão ao usuário.

Usando tal procedimento muitas vezes, se estabelecem produtos novos ou melhorados e, minimiza constrangimentos para pensamentos criativos, e a dificuldade fundamental de falta de convergência para a melhor solução é evitada, uma vez que esta ferramenta pode ordenar idéias a qualquer nível, quer dizer, sistema, subsistema ou componente.

2.2.1.7.3.4 Detalhamento do Projeto

É preciso expandir os conceitos em mais detalhe para melhor entendê-los e classificá-los em aproximação tecnológica e entender as idéias conceituais básicas e assim assegurar compatibilidade de engenharia.

O detalhamento do projeto está mais relacionado ao projeto dos subsistemas e componentes que vão compor o projeto inteiro. O conceito escolhido incorpora tudo desses componentes, independente se estamos falando de edifícios, tornos mecânicos, torradeiras, pontes, fita digital ou software. Os componentes podem ser circuitos integrados, resistores, cabos, postes, vigas concretas reforçadas, armações de janelas, mobília de porta, etc. Dependendo da natureza do produto a ser considerado, os conceitos precisam ser detalhados.

Todos os produtos apresentam componentes (os detalhes) os quais, para maior ou menor grau, serão definidos em forma global na fase conceitual, mas poderão variar consideravelmente em detalhes devido às possibilidades de métodos alternativos de fabricação, forma detalhada, etc.

Durante o detalhamento de componentes do projeto, é preciso aproveitar o conhecimento de materiais, técnicas de análise, situação tecnológica, ambiente do componente, quantidade, vida útil, sobrecarga, carregamento, atração estética, etc. Ao tentar compilar os fatores necessários durante o desenvolvimento de componente, começa-se a listar todos os constrangimentos que precisam ser considerados de forma que o próprio componente ajuste corretamente na situação e ambiente do produto. Sendo necessário também levar em conta o interfaceamento dos componentes adjacentes e seu efeito em geral, ao preparar o detalhamento de projeto. Isto será útil para preparar a especificação de projeto do componente CDS (Component Design Specification).

Durante o desenvolvimento de um componente, o contexto do mesmo se torna essencial para o seu desenvolvimento. O contexto do componente é definido pelo CDS - se alguns elementos essenciais são perdidos, é provável que a qualidade do produto seja reduzida e, bem como a satisfação do cliente / usuário, o que é mais importante.

Em projeto de componente, a ênfase dentro do CDS é dada para o desempenho daquele componente dentro do sistema projetado e para o constrangimento local, com outros fatores levados em conta, para permitir alcançar o desempenho com satisfação. Elementos típicos de CDS são: desempenho; constrangimento local; ambiente; testes; armazenamento; qualidade, confiabilidade, vida útil; manutenção; peso; facilidade industrial; processo; custo de componente; ergonomia ; segurança; padrões; estética;

quantidade e materiais. Entretanto, a ênfase sempre será dada ao Desempenho local; Ambiente local e Constrangimento local.

É importante lembrar que, uma redução do número de partes em uma linha de produção não só simplifica e reduz o custo de produção, como também economia de material comprado, ao armazená-lo e no controle de operações, contribuindo diretamente na redução da despesa geral de uma companhia.

2.2.1.7.3.5 Projeto de Manufatura

Projeto e manufatura, particularmente no mundo ocidental, durante anos têm sido dividido em funções quase separadas, que acontecem como atividades consecutivas dentro do *Design Core* (ou nas atividades de projetos). Obviamente, um projeto tem que existir antes de poder ser feito, mas a confusão e a ineficiência não são resultados do fato de um produto ser fabricado depois de ser projetado; mas, pelo fato da manufatura ou a engenharia de processo não terem sido, envolvidos no processo até que os projetistas finalizem suas atividades. Por conseguinte, o projeto do processo industrial permanecia em atraso enquanto o projeto estava sendo definido, resultando em tempos de ciclo muito longos, desde o início até a comercialização do produto. A falta de um envolvimento cedo dos engenheiros de manufatura e de suas interações com o projeto do produto ou com o time de projeto tem ocasionado principalmente, maus produtos e lançamentos tardios no mercado.

Para evitar esse cisma, ou pelo menos gerar uma continuidade no pensar e na ação contínua, o Design Core é mostrado como uma atividade contínua, diferentemente da maneira tradicional de criar projeto, em que um processo de desenvolvimento estruturado fica concluído com a produção de instruções para sua fabricação.

Engenharia simultânea é o modo moderno de expressar a atividade em paralelo de um projeto simultâneo do produto e seu processo de fabricação. Se o projeto de produto e projeto de processo são pensados como atividades consecutivas distintas,

então haverá demoras inevitáveis para trazer novos produtos para o mercado. Essas demoras podem ser evitadas se as atividades são levadas em paralelo.

Projetar para manufatura está diretamente relacionado a projetar para custo. Essa declaração aplica a todos os tipos de produtos, sejam eles mecânicos, elétricos ou eletrônicos. Tal necessidade para considerar o projeto para manufatura (DFM – Design for Manufacture) tem como objetivo principal: minimizar componentes e custos de produção; minimizar ciclos de desenvolvimento e habilitar a fabricação de produtos de alta-qualidade.

O DFM tem dois elementos chaves:

a) projeto para montagem (DFA – Design for Assembly) : o projeto para montagem é baseado na seleção do método de montagem e projeto para montagem manual; montagem automática de alta velocidade e, montagem robótica, que estão baseados nos parâmetros que influenciam a eficiência de montagem e conseqüentemente o custo.

b) projeto para produtividade de peças (DFP) : Projetar para produtividade de peças é mais difícil e muito mais diverso que projetar para montagem. Há diferentes tipos de processos de produção para fabricar peças, e as informações devem estar disponíveis para cada tipo. Algumas empresas utilizam sistemas de computadores que através de pré-formulações obtêm estudos de custos e rendimentos industriais, os quais auxiliam os times de projeto.

2.2.1.7.3.6 Vendas

Há dois aspectos importantes a serem considerados na comercialização de produtos:

a) Estabelecer a natureza e características do produto a ser feito por meio de pesquisa de mercado, fixando as necessidades de usuários.

b) O marketing do produto final - distribuição, serviço de manutenção e etc., que são todas as atividades do marketing ou atividade de venda.

A fase de vendas do *Design Core* completa as atividades principais de *Total Design*. É uma fase que difere de acordo com o produto: um produto grande que é fabricado de uma única vez, como uma central elétrica nuclear; um produto fabricado em pequenos/médios grupos de quantidades de 10-100 unidades, como um pacote de força hidráulica para operações de mineração; ou, um produto produzido em massa, como um televisor produzido em quantidade superior a 100.000 unidades. Cada caso irá requerer uma organização diferente, suporte de logística diferente e uma aproximação diferente para o negócio, e cada tipo afetará a operação de *Design Core* de maneiras diferentes.

a) Produtos Grandes – Fabricados uma única Vez: O produto é vendido no início da atividade de projeto com base em documentos de registro, capacidade da companhia e detalhamento de propostas para o novo produto, pelo menos a nível conceitual global. Aqui, a característica essencial é que o time de projeto normalmente está em contato direto com o usuário final; assim, um ciclo de avaliação sempre está presente e o usuário precisa estar constantemente à vista e participando da revisão. Nesse tipo de situação, a fase de necessidades de mercado/usuário e a fase de vendas são sinônimas.

B) Produtos Fabricados em Pequenos/Médios Grupos: Muitos produtos são produzidos de pequenas para médias quantidades de 10-100 unidades. Há muito mais companhias interessadas em fabricar a esses níveis em vez de um único produto grande ou em massa, que tendem a permanecer com companhias muito grandes, por necessitar de muitos e importantes recursos. Exemplos desses produtos poderiam ser: bombas e válvulas para a água, óleo e gás industriais, etc.

Para esse tipo de produto é possível que o projeto seja vendido (conceitualmente) para um usuário final com uma especificação negociada. Assim, a avaliação e a comunicação entre o time de projeto e o usuário final fica muito mais tênue; conseqüentemente, há necessidade de um processo de projeto formal. Uma avaliação da venda do produto para a etapa de necessidade de mercado/usuário é essencial.

No caso do produto grande único, existem relações íntimas, contudo sem procedimentos de projeto formais e um processo de rigor de *Total Design*, mas podendo acontecer erros ainda. Isto é até mesmo mais crítico no caso de pequenos/médios grupos de produtos. A volta de comunicação, é até mais longa e menos provável de ser fechada sem esforço formal por parte do time de projeto, o que significa que são aumentadas as chances de produzir o produto errado com os atributos errados sem processo sistemático formal. É sempre preciso fechar a volta de venda para necessidade de mercado / usuário, adotando-se procedimentos formais de projeto. Assim, avaliação formalizada é uma necessidade.

C) Produtos Fabricados em Massa: Com produtos produzidos em massa, como canetas, carros, bicicletas e outros, o potencial para separação do time de projeto do usuário final é maior. Em tais casos, é absolutamente essencial para sobrevivência dos produtos que procedimentos sejam formalizados, sistematizados e completos.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 A Empresa

O desenvolvimento da metodologia para concepção e avaliação de interface de produtos de lavanderia aconteceu na Multibrás S.A. Eletrodomésticos. A empresa foi criada em maio de 1994, como resultado da fusão e integração da Brastemp, Consul e Semer, empresas do grupo Brasmotor. A Multibrás S.A. Eletrodomésticos tornou-se a maior indústria da linha branca na América Latina. Hoje, é subsidiária da Whirlpool Corporation, maior fabricante de eletrodomésticos mundial, e representa a América Latina.

A Multibrás é a única empresa do Brasil que fabrica, com as marcas Brastemp e Consul, todos os produtos de linha branca. Com a marca Brastemp oferece também eletrodomésticos portáteis como: batedeiras, cafeteiras, liquidificadores e multiprocessadores. Atua em patamares internacionais de qualidade e de produtividade, de acordo com as exigências do mercado global.

A empresa emprega, hoje, cerca de 6 mil pessoas em suas unidades localizadas em São Paulo; Rio Claro, interior de São Paulo; Joinville, no estado de Santa Catarina; Manaus, no estado do Amazonas; Buenos Aires, na Argentina; e Santiago, no Chile.

Desde 1995, todas as unidades são certificadas de acordo com o padrão internacional ISO 9000, que atesta a qualidade de seus produtos e serviços. Além do mercado brasileiro, a Multibrás atende aos mercados de 70 países em cinco continentes, HISTÓRICO DA MULTIBRÁS (2003).

A unidade da Multibrás onde o estudo foi desenvolvido, é a Unidade de Lavanderia situada na cidade de Rio Claro. Inaugurada em julho de 1990, foi fruto da parceria com a Whirlpool. O objetivo era implantar uma fábrica com tecnologia moderna e super atualizada, assim como a nova lavadora que entraria em linha, a Mondial. Para dar conta da produção de lavadoras que crescia a cada dia, a Unidade passou por vários ciclos

de expansão, ganhando uma nova linha de montagem para a criação das lavadoras Consul, em 1999.

Considerada uma das mais modernas do setor e centro de competência da Whirlpool para os projetos de lavadoras do Brasil, México, China e Índia, a Unidade Rio Claro tem como missão ser exemplo de modernidade e inovação.

Atualmente produz lavadoras da marca Brastemp e Consul e lavalouças da marca Brastemp, HISTÓRICO DA MULTIBRÁS (2003).

3.2 O Produto

O produto escolhido para desenvolver a metodologia proposta foi a lavadora de roupas, que tem como finalidade exercer uma ação mecânica sobre a roupa. Ela bate e esfrega a roupa, imitando o trabalho de uma lavadeira que esfrega a roupa no rio.

Apesar de numerosas tentativas, ainda não foram descobertos produtos de lavagem capazes de eliminar a totalidade das sujeiras fixadas sobre a roupa, sem ação mecânica, o que leva a lavadora de roupa a ocupar um papel fundamental na tarefa de limpeza dos vestuários, LEVER (1984).

3.2.1 Características das Lavadoras de Roupa

As lavadoras automáticas de uso doméstico, basicamente, se dividem em dois grupos: a de abertura frontal e a de abertura superior.

As lavadoras de abertura frontal – eixo horizontal, o sistema de lavagem é por tombamento. Esse tipo de sistema consiste em montar um tambor interno perfurado, rotativo dentro de um tambor fixo. O tambor interno é denominado “cesto” e permite que a solução de lavagem passe dele para o tambor fixo e vice-versa. No interior do cesto existem pás que, com o seu movimento rotatório, levam a roupa até a uma certa altura,

deixando-a cair novamente na solução de lavagem. Nesse movimento, existem fricções de roupa contra roupa, e roupa contra tambor, e a queda da peça na solução de lavagem. Essa ação conjunta de esfregar e bater a roupa denomina-se Ação Mecânica.

As lavadoras de abertura superior – eixo vertical, o sistema de lavagem pode se dar por agitação ou turbilhonamento, muito conhecido como *impeller*. Tal sistema consiste, também, em montar um tambor interno perfurado, rotativo, dentro de um tambor fixo. No entanto, as pás são substituídas por um agitador ou *impeller* que ficam posicionadas no eixo vertical da lavadora e, que transferem a energia mecânica do motor para a água da lavagem e para as roupas. O sistema de lavagem de abertura superior é o sistema utilizado nos produtos fabricados pela empresa Multibrás.

Ambos os grupos de lavadoras, abertura frontal e superior, têm como finalidade provocar, sem intervenção manual direta, um trabalho mecânico que visa: causar fricção, aumentar a velocidade de passagem da água com detergente através das fibras e facilitar a formação de emulsão e dispersões. O fator mecânico, combinado com os demais fatores – químico, temperatura e tempo – removem a sujeira dos tecidos.

3.2.2 Padrões Usuais de Painéis de Controle Utilizados em Lavadoras de Roupa

Os Painéis de Controle são objetos de interação que oferecem ao usuário um cenário adequado em termos dos diferentes tipos de mostradores e controles necessários para a realização de sua ação ou tarefa.

Considerando o mercado atual de lavadoras, dois modelos usuais de painel de controle, que possibilitam a interação usuário-produto, são oferecidos ao consumidor: painel de controle eletromecânico e o painel de controle eletrônico.

- Painel de Controle eletromecânico: nesse modelo, o controle é feito através de temporização, muito conhecido como Minuteria. A interface com o usuário acontece através de botões rotativos e de pressionar. Algumas funções, como por exemplo, ajustar o nível de água, acontece de maneira mecânica.

- Controle eletrônico: esse tipo de controle é popularmente conhecido como “Digital”. A interface com o usuário é totalmente eletrônica, possuindo teclas, displays e leds. A combinação das funções selecionadas ficarão memorizadas e quando ativadas, o controlador eletrônico passa a acionar os componentes elétricos do sistema, de acordo com a seqüência predefinida, e que monitora todas as ações que a máquina está programada para realizar.

O primeiro modelo, o de painel de controle eletromecânico é o mais difundido e utilizado nos produtos para lavar roupas e quando comparado ao eletrônico não permite muitas possibilidades nas combinações de programação, como também não permite monitoramento do sistema. Exige mais atenção do usuário para selecionar as funções porque está mais suscetível a erros, devido a não precisão do sistema, no entanto, os painéis são mais simples devido às limitações nas combinações de programação.

O segundo modelo, o de controle eletrônico, vem se difundindo rapidamente no segmento de linha branca. Um dos principais motivos que levam à migração do modelo eletromecânico para o eletrônico são as infinitas possibilidades de combinações que esse modelo permite além do monitoramento do produto. Isso possibilita que as empresas ofereçam produtos que apresentem um número maior de recursos e, posteriormente, maior satisfação do usuário, no que diz respeito à expectativa de uso, uma vez que as necessidades são diversas e específicas a cada usuário. No entanto, é preciso levar em consideração que, por se tratar de uma tecnologia “inovadora” para o público-alvo de lavadora, geralmente donas-de-casas, ainda percebe-se que é um tipo de painel que causa impacto ao usuário, uma vez que já estão acostumadas com painéis de controle eletromecânico.

Uma tendência no mercado de lavadoras de roupas é a automatização e a oferta de um grande volume de funções nos produtos. Com isso, muitas vezes, a interface desses produtos têm se tornado mais complexas. O mesmo problema tem acontecido com outros produtos. NORMAN (1990), aponta tal problema fazendo referência aos telefones atuais: “Por que os sistemas de telefone modernos são tão difíceis de se aprender e de usar? Basicamente, o problema é que os sistemas têm mais características e menos feedbacks.”

Para evitar esse tipo de problemas nos projetos de lavadoras de roupas, o painel de controle deve ser concebido de forma a que a interface seja simples e agradável, concebida através da lógica do usuário, de maneira que os mesmos possam tirar proveito dos benefícios recebidos, sem se sentirem inibidos ao interagirem com o produto, tamanha a dificuldade para realizar a tarefa.

3.3 O Histórico do Produto – Lavadora de Roupas

Na história da lavanderia é possível perceber que a atividade de lavar roupas sempre foi uma tarefa árdua para a dona-de-casa. No início do século XIX, o equipamento para lavanderia consistia em um ou dois recipientes (tipo balde) de madeira (depois aço galvanizado). A mulher usava um recipiente para lavar as roupas e o outro para enxaguar – ambos eram usados para deixá-las de molho. Além do recipiente havia uma tábua de lavar roupa com uma superfície ondulada na qual a mulher as esfregava com suas mãos. Vários baldes de madeira (depois de metal) eram usados para transferir a água e as roupas aos recipientes, que eram usados para deixá-la em molho, e para ferver a água a ser usada na lavagem. O auxílio à lavagem, realizada pela dona-de-casa consistia em várias barras de sabão feitos de gordura, goma, e às vezes azulante. Outros equipamentos incluíam um fio para secagem, um método para aquecer água, e uma vara (tipo cabo de vassoura) para mexer, transferir e agitar as roupas. Se a família era “bem de vida”, poderia ter um cômodo pequeno até mesmo na parte externa e ao fundo da casa, para armazenar os equipamentos e executar os vários procedimentos para lavar roupa, WHIRLPOOL (1975).

Uma das primeiras invenções de lavadora foi registrada na Inglaterra no ano de 1780. No entanto, a maioria das patentes de lavadora foram emitidas durante o século XIX e estavam baseadas nos vários métodos de fricção de lavar: esfregar, bater e arrastar as roupas em uma solução de água e sabão. Isso era feito mecanicamente, com o operador que geralmente exercia a força. Depois os novos desenvolvimentos usaram outras fontes de forças para guiar a lavadora, WHIRLPOOL (1975).

A primeira variação dos antigos princípios foi uma máquina que usava um tambor rotativo, que com intermitência, invertia a direção das peças a serem lavadas. Isso forçava as roupas a cair e movimentarem-se na água ensaboada. Outros avanços estavam sendo feitos, como um equipamento que extraía o excesso de água das roupas através de dois rolos, conhecido como *wringer*. O resultado dessa invenção, usando rolos de borracha e uma braçadeira em arranjo para prendê-los no lado de um recipiente de lavagem ou mesa, ganhou popularidade ao término do século XIX, WHIRLPOOL (1975).

Já no início do século XX, o desenvolvimento de um modelo utilizando a energia elétrica ofereceu à dona-de-casa as primeiras possibilidades de ser ver emancipada do dia de lavagem, pois a água das roupas era eliminada por força centrífuga, não precisando de sua intervenção. Esse método, continua sendo o mesmo usado nas lavadoras automáticas de hoje, WHIRLPOOL (1975).

Howard Snyder em 1922 projetou um agitador que era guiado por um cabo até o fundo do recipiente. Isso desenvolvia correntes de água que movimentavam e lavavam as roupas. Variações desse dispositivo são usadas na maioria das lavadoras nos dias atuais, WHIRLPOOL (1975).

A depressão econômica dos anos de 1930 reduziu a velocidade e o crescimento da indústria, mas foram responsáveis pelo começo do investimento em pesquisa que, finalmente, desenvolveu a lavadora automática. Uma lavadora automática, com abertura para carregamento dianteiro, lançada em 1937.

À maior parte da primeira metade do século XX pertence a lavadora de *Wringer* (Figura 3.1).



FIGURA 3.1: Máquina de lavar roupas com secagem por rolos, da Upton, oferecida na década de 20, pelo catálogo da Sears.

A segunda guerra mundial (1942-45), parou toda a produção de lavadora. Porém, uma máquina de lavar completamente automática estava sendo preparada, e após a guerra, a maioria dos fabricantes de lavadora retomaram a produção da máquina de Wringer. Em 1947 outro conceito de lavadora automática foi introduzido, agora mais aceito pelos americanos. Era uma top-loading, com ação por agitador, uma única-velocidade, um único-ciclo automático. Oferecia água quente ou morna, com enxágüe em água morna (Figura 3.2).

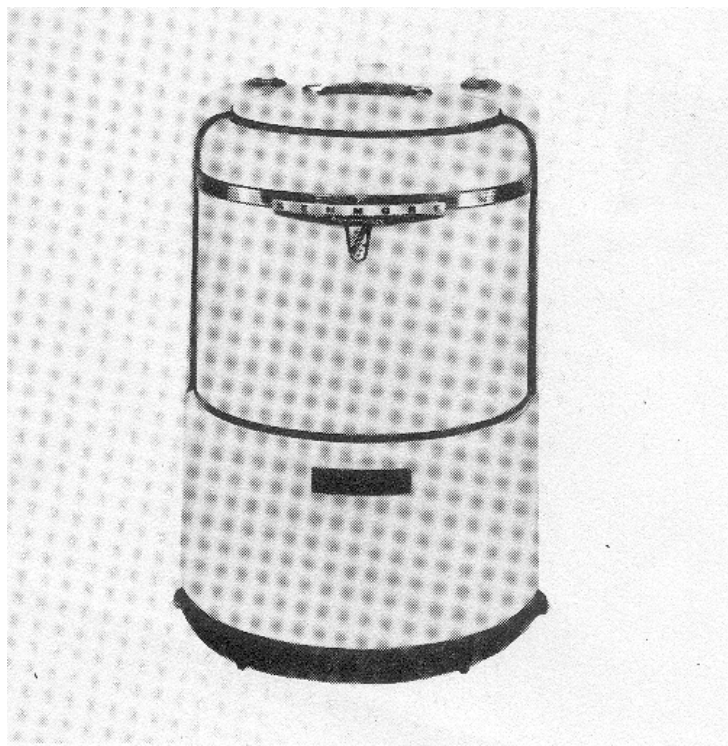


FIGURA 3.2: Lavadora Kenmore, produzida no final da década de 40, pela Whirlpool.

As primeiras lavadoras chegaram ao Brasil no final da década de 50, uma delas com a associação entre a Brasmotor e a norte-americana Whirlpool Corporation. Essa sociedade se concretizou no ano de 1958 com a criação da Multibrás Indústria de Aparelhos Domésticos Ltda, sendo a lavadora automática Brastemp um dos primeiros produtos resultantes dessa parceria. A fábrica I, localizada em São Bernardo do Campo, sofreu uma série de ampliações e alterações para produzir os novos eletrodomésticos, resultantes da associação com a Whirlpool, CDM - MULTIBRÁS (2002).

A primeira lavadora fabricada pela Brastemp foi denominada de super automática, seguida dos modelos “Princezinha” (Figura 3.3), modelo 305, e da lavadora Regina. Todas lavavam 4 quilos de roupa seca e as operações eram totalmente automáticas CDM - MULTIBRÁS (2002).



FIGURA 3.3: Lavadora Princezinha.

A conquista do mercado não foi uma tarefa fácil para a empresa. Quando falamos da década de sessenta, é possível imaginar as mudanças que começavam a transformar a vida das pessoas, seu dia a dia, os hábitos e os costumes. Mas, não podemos esquecer que essas mudanças ocorreram de forma gradativa. Portanto, inserir um novo produto na vida da dona de casa demandou muito trabalho, CDM - MULTIBRÁS (2002).

No início dos anos 60, os eletrodomésticos eram novidade para a maioria das donas-de-casa brasileiras. Na maior parte das regiões do país, o habitual era lavar a

roupa no tanque ou até mesmo no rio. O eletrodoméstico mais popular na época era a geladeira. No caso do fogão, o mais comum era o fogão a carvão, onde as mulheres “ferviam as roupas” nos caldeirões, para depois alvejá-las ao sol. As lavadeiras tinham o hábito de “socar e bater” as roupas no rio, e depois torcer, em busca de um branco perfeito, CDM - MULTIBRÁS (2002).

Na tarefa de conquistar uma fatia do mercado, a Brastemp teve que concorrer com a líder de vendas de lavadoras de roupas da época, a Bendix, fabricante de máquinas de lavar a vácuo e também com a Westinghouse. No ano de 1964, a Brastemp lança as primeiras lavadoras Plenomática, Filtromática e Super Filtromática. Todas essas funcionavam automaticamente e apresentavam as novidades do cesto porcelanizado, os pés autoniveláveis, o novo filtro com cerdas de nylon (Magic Mix), sifão retentor e agitador multicêntrico, CDM - MULTIBRÁS (2002).

Essas novas lavadoras trabalhavam sozinhas. O relógio executava, automaticamente, todas as operações: lavar, enxaguar, centrifugar, repetir as operações. Podia-se ainda interromper qualquer operação, permitindo assim a realização do “molho”. No início da década de 70 essas lavadoras vão ser lançadas nas cores amarela e azul, além do tradicional branco. Esses modelos vão ser produzidos até o final da década de setenta, CDM - MULTIBRÁS (2002).

No ano de 1977 a Brastemp lança sua nova linha de lavadoras de roupa, 3 novos modelos, totalizando 15 itens distintos, em modelos, cores e voltagens: a Especial, a Luxo e a Super Luxo, totalmente automáticas. Em 1980, lança a lavadora Minimática, “a lavadora que cabe em qualquer cantinho”, que embora sendo também automática, não realizava a operação de centrifugação. A máquina, de dimensões e custo reduzidos em relação as existentes, foi destinada para segmentos que dispunham de pouco espaço físico em suas casas, permitindo à Brastemp aumentar sua faixa de mercado, o que não era possível com sua linha Luxo de lavadoras, CDM - MULTIBRÁS (2002).

Na parte superior de cada uma dessas máquinas, encontra-se o painel de controle que foi dimensionado para oferecer através dos detalhes, os itens importantes para melhorar a estética da lavadora. No painel encontra-se o interruptor horário, também denominado de regulógio. No modelo luxo, além do regulógio, encontra-se o seletor de

nível de água. No modelo super luxo, além do regulógi e do seletor de nível de água, encontramos o seletor de temperatura. Nos três modelos, o botão do interruptor horário tinha como finalidade acionar o funcionamento, posicionando-o na operação desejada, permitindo parar a máquina em qualquer operação, CDM - MULTIBRÁS (2002).

No ano de 1980, a Brastemp, pensando no consumidor mais exigente e também no mercado externo, lançou sua Linha Prata e a Cozinha Completa Brastemp, com todos os produtos. Já no final dessa década, a Brastemp, empenhada no contínuo aprimoramento tecnológico e no desenvolvimento de um “design” funcional em seus produtos, inclui na sua linha de lavanderia, o gabinete estruturado nas lavadoras e lança novo grafismo nos painéis, mantendo-os atualizados em relação às tendências do mercado, CDM - MULTIBRÁS (2002).

Em setembro de 1990, a Brastemp lançou a lavadora Mondial (Figura 3.4), que era produzida na Unidade Rio Claro da Multibrás, inaugurada em julho do mesmo ano. Compacta, vendia o conceito de praticidade. No início da produção a fábrica fazia 20 mil lavadoras por mês. Tanto a lavadora quanto a nova unidade representaram novidades para o mercado: a fábrica foi planejada para que a produção fosse mais rápida e econômica e com um produto de maior qualidade. Esse modelo apresentou uma inovação no material utilizado em sua construção, a tampa, que era em aço, passou a ser em plástico polipropileno (pp) e o cesto da lavadora fabricados com o aço inox produzido pela Acesita. Essa lavadora é menor que a antiga lavadora Luxo da Brastemp. Ela pesa 40 quilos, menos que a metade do peso da lavadora antiga. A versão Baby Mondial é menor ainda, mas também lava 4 quilos de roupa. O cesto da lavadora antiga era de aço comum. O da lavadora Mondial é de aço Inox e por isso não enferruja, CDM - MULTIBRÁS (2002).

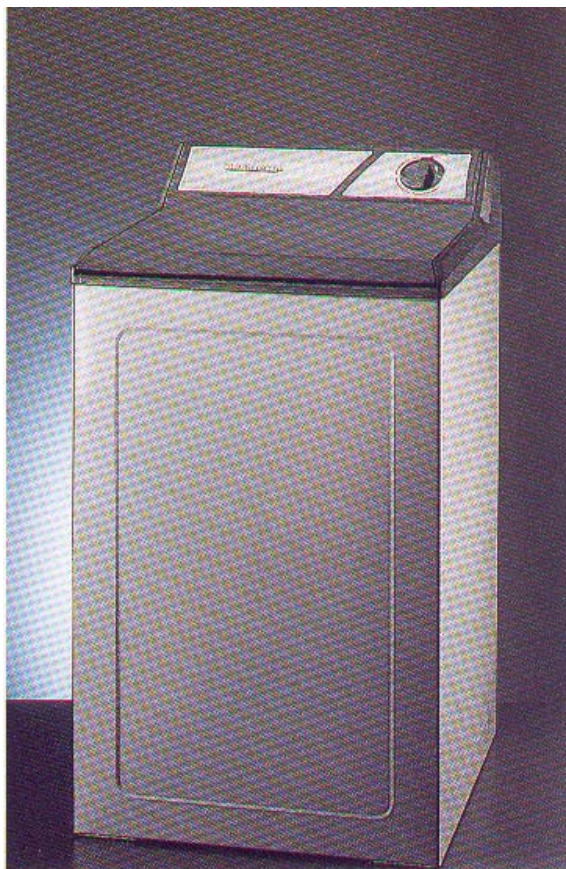


FIGURA 3.4: Lavadora Mondial.

Linha Clean: a palavra Clean, de origem inglesa, ganhou o mundo como sinônimo de produtos de cores suaves, aparência leve e agradável. Em abril de 1993 a Brastemp anunciou a criação da Linha Clean (Figura 3.5). Os designers pretendiam livrar a cozinha das formas duras e pesadas. O primeiro lançamento da linha foi o refrigerador Duplex 320. Características: todos os produtos da linha seguem o padrão das formas arredondadas. O conceito Clean une funcionalidade, melhor aproveitamento dos espaços, simplicidade no manuseio, cores suaves e formas leves, que tornam o produto harmônico e sofisticado, CDM - MULTIBRÁS (2002).

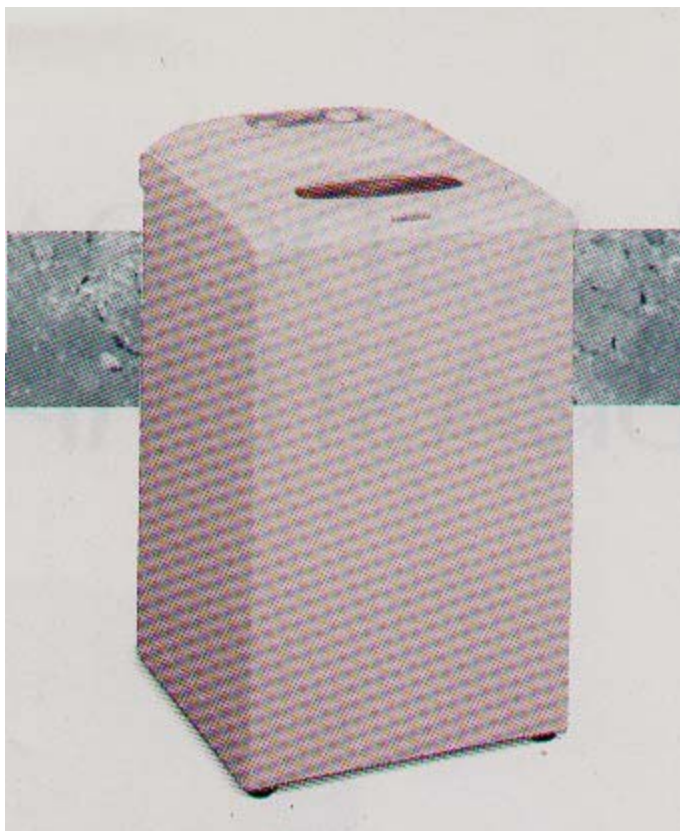


FIGURA 3.5: Lavadora Clean.

Em 1996, a Multibrás lança a lavadora Semi-automática Essencial, da marca Consul, ampliando sua linha de produtos. A lavadora fabricada pela unidade Rio Claro traz novo painel e também grafismos mais modernos. Principais características do produto: lavagem por turbilhonamento de água, capacidade para lavar até 4 kg de roupas, timer que proporciona desligamento automático, filtro removível, CDM - MULTIBRÁS (2002).

Em Agosto de 1997, chegou, às lojas, a nova lavadora auto aquecimento Brastemp da Linha Clean. A primeira e única no Brasil com sistema de abertura superior da tampa e auto-aquecimento. A tecnologia inovadora garantiu maior poder de limpeza pelo uso da água quente, que promovia a remoção com mais facilidade da sujeira difícil e das manchas de gordura. Este produto possuía nove programas e quatro ciclos de lavagem e capacidade para lavar até 5 kg de roupas, CDM - MULTIBRÁS (2002).

Em novembro de 1997, a Brastemp lançou no mercado dois produtos fabricados pela empresa Whirlpool, que são a lavadora e a secadora a gás. A lavadora lava

até 9 kg de roupa , com 4 ciclos de lavagem, possui 16 diferentes programas para diferentes tipos de sujeira e tecido. A campanha de lançamento da lavadora e da secadora da Brastemp dizia: “essa dupla pega no pesado”, CDM - MULTIBRÁS (2002).

Em 1998, lança a linha de lavadoras Eletrônicas (Figura 3.6) com tecnologia e design diferenciados, modelos BWQ22B,BWR22C, BWQ24 e BWF24, a única linha de lavadoras com abertura superior da tampa que tem multidispenser, para distribuir automaticamente os insumos; pés antiderrapantes e reguláveis; painel de comando eletrônico, o qual oferece maiores possibilidades de programação; agitador dual action; tampa de vidro temperado; auto aquecimento, CDM - MULTIBRÁS (2002).



FIGURA 3.6: Lavadora Auto-aquecimento.

Em julho de 1999, a Multibrás inaugurou em Rio Claro a nova linha de lavadoras Consul (Figura 3.7), lançando um modelo de lavadora automática com duas capacidades: CWC22 – 5,0 kg de roupa seca e CWC24 – 7,0 kg de roupa seca. Com o

slogan: “Consul, Amiga da Gente”. Esses modelos são comercializados com base na simplicidade de operação, CDM - MULTIBRÁS (2002).



FIGURA 3.7: Lavadora Consul.

O último lançamento da Multibrás foi com a nova lavadora Brastemp, em 2001, Lavadora Brastemp Intelligent Tira Manchas (Figura 3.8), tendo como destaque a introdução de três ciclos especiais: Tira Manchas que, através da tecnologia Catalyst, elimina manchas e sujeiras de punhos e colarinhos sem precisar esfregar à mão; Ciclo

Rápido,30 minutos, lava em metade do tempo normal; ciclo Lã/Extra Delicado, CDM - MULTIBRÁS (2002).



FIGURA 3.8: Lavadora Intelligent Tira Manchas.

O desenvolvimento de novos produtos e o lançamento deles no mercado ficaram cada vez mais intensos na década de 90. Com a concorrência cada vez mais acirrada é preciso, além de inovar, oferecer produtos com qualidade superior, para manter o “foco no consumidor”.

Até a metade da década de 90, para operar as lavadoras era necessário, simplesmente, posicionar o seletor no local escolhido para iniciar a lavagem, e/ou apertar um ou dois botões para selecionar algumas funções complementares. Com a evolução tecnológica, foi possível oferecer mais possibilidades de uso ao consumidor, entre elas várias opções para a composição do ciclo de lavagem e automatização do processo. Em contrapartida, aumentou-se o volume de informações, tanto no próprio painel de controle como nos manuais do consumidor, onde as instruções de uso e segurança lhe são apresentadas, aumentando também a complexidade das interações com o produto. Daí, a necessidade de investir em pesquisas que orientem a equipe de projeto no desenvolvimento dos novos produtos para se ter a certeza de que não somente irão atender às expectativas dos seus usuários, no que diz respeito à performance apresentada quanto ao cuidado com as roupas, quanto no que diz respeito à qualidade da usabilidade da interface.

3.4 Análise da Atividade de Lavar Roupas

Ao analisar a atividade de lavar roupas é importante ter a consciência de que essa é uma das tarefas envolvidas no processamento das roupas, responsável pelo cuidado e conservação das mesmas, e que por sua vez está inserida no conjunto das atividades domésticas. Para muitos trabalhadores domésticos, torna-se uma atividade complexa, árdua, contínua e peculiar a cada indivíduo ou família. É uma atividade que inclui uma série de outras tarefas: reunir as roupas, prepará-las para lavagem (retirar manchas e sujeiras localizadas), lavar, secar, passar, dobrar, distribuir e estocá-las em seus devidos lugares. Envolve, ainda, a limpeza do local de trabalho e do produto utilizado para lavar as roupas.

Segundo (BIFANO, 1999), a atividade de Lavar Roupas pressupõe, também, um complexo de atividades cercadas de emoções e concepções ideológicas: demonstração de carinho, dedicação e amor, por meio do cuidado com as roupas pessoais de todos os membros da família, bem como a conservação e manutenção da higienização

do lar, por parte da mulher, a quem a função de “cuidar das roupas” é delegada no âmbito das atividades domésticas.

Cabe ao ergonomista e à equipe de projeto, em primeira instância: identificar as condicionantes do trabalho; captar as percepções dos usuários acerca dos problemas na execução da tarefa; e, entender as variabilidade dos fatores extrínsecos ao processamento das roupas, que poderão influenciar diretamente nas prioridades estabelecidas na hora do processo de tomada de decisão para a realização da tarefa.

Num segundo momento, deve-se analisar as condições reais de execução e das condutas do usuário no trabalho. Observar e compreender o modo operativo desenvolvido pelos usuários de lavadoras de roupas no momento do processamento das roupas, irão auxiliar o grupo de projeto na conversão das necessidades não atendidas, como também na identificação e conversão das necessidades ainda não articuladas, o que garantirá o sucesso de um novo produto de lavanderia.

Justifica-se, assim, que, a atividade de lavar roupa seja analisada além dos espelhos dos laboratórios com situações controladas, mas no ambiente real de trabalho, onde as características ambientais poderão influenciar na execução da tarefa. É uma oportunidade de identificar as interferências alheias à tarefa, que podem induzir situações de erro e dificuldade na interação com o produto. Essa forma de acompanhamento permite aumentar a capacidade dos projetistas e ergonomistas de desenvolverem produtos mais adequados à realidade do usuário, de forma que os artefatos tornem-se, realmente, um meio de trabalho que o auxilie a realizar a tarefa de lavar roupas, propiciando mais comodidade a ele, através da diminuição do esforço físico e mental e da economia de tempo. É uma comodidade e conseqüente melhoria na qualidade de vida que se amplia, ainda mais, na mesma proporção que cresce o grau de conhecimento que os projetistas terão da realidade do usuário.

O Quadro 3.1 apresenta um fluxo simplificado das tarefas que envolvem a atividade de lavar roupas:

QUADRO 3.1: Fluxo das Tarefas de Lavar Roupas

| REUNIR | PREPARAR | LAVAR | SECAR | PASSAR / DOBRAR | DISTRIBUIR |
|---|--|--|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Identificar necessidade para limpeza das roupas • Reunir as roupas sujas • Tirar roupas das camas/ travesseiros • Carregar o cesto de roupa suja | <ul style="list-style-type: none"> • Identificar as manchas • Ler a etiqueta da roupa • Selecionar o método de lavar • Separar as roupas • Priorizar as roupas • Peças para lavar à mão • Preparar as roupas - bolsos, - cintos, etc. • Realizar pré-tratamento nas roupas | <ul style="list-style-type: none"> • Verificar / limpar lavadora • Selecionar as funções da lavadora • Selecionar, dosar os produtos • Adicionar os produtos • Adicionar as roupas • Ligar a máquina • Monitorar a lavagem • Remover as roupas • Inspecionar e selecionar | <ul style="list-style-type: none"> • Selecionar o método de secagem: <ul style="list-style-type: none"> - máquina de secar, - racks, - varal. • Verificar/ limpar secadora • Selecionar funções • Adicionar roupas • Iniciar a secadora • Monitorar a secagem • Remover as roupas • Inspecionar e separar | <ul style="list-style-type: none"> • Inspecionar rugas • Passar a roupa • Pendurar / dobrar • Empilhar | <ul style="list-style-type: none"> • Pegar a roupa seca • Carregar as roupas • Separar • Estocar |

Fonte: WHIRLPOOL (2002) (modificado)

3.5 O MODELO PROPOSTO E SUA APLICAÇÃO

A metodologia proposta para sistematização do processo de desenvolvimento da usabilidade de interface no projeto de produtos de lavanderia tem como ferramenta suporte a metodologia *Total Design*, sugerida por PUGH (1990).

Total Design é a metodologia de projeto de produtos que mais se assemelha às que já são utilizadas em empresas de linha branca. A metodologia apresenta fases de processos e ferramentas de auxílio ao projeto, semelhantes aos da empresa na qual o estudo foi realizado, e tem como característica principal a interatividade do processo.

A Figura 3.9 ilustra a estrutura de projeto sugerida pelo autor, onde mostra que *Total Design* é construído com base num núcleo central de atividade - o *Design Core*, composto por seis etapas: Marketing, Especificação, Conceituação do projeto, Detalhamento do projeto, Manufatura e Vendas.

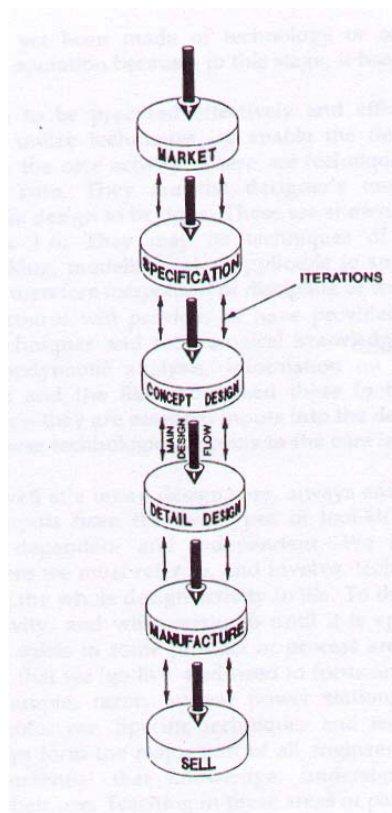


FIGURA 3.9 - *Design Core*
Fonte: PUGH (1990)

Esta atividade que é designada como *Design Core* tem como principal fluxo de desenvolvimento a própria interatividade do processo. Por exemplo, é possível ter alcançado até o detalhamento de projeto de um produto quando um novo conceito emerge para ir ao encontro do PDS. Se esse parece ser uma solução altamente atraente para atender o PDS, e o tempo permite, é preciso retornar para o estágio conceitual e possivelmente recriar a solução. Em todos os estágios, a atividade de *Design Core* é operada interativamente. Então, o principal fluxo de desenvolvimento pode, e é, frequentemente reverso em qualquer ponto na atividade. Mas, quando se opera dentro do *Design Core* rigorosamente e sistematicamente, a interação desnecessária será minimizada. Interações ocorrem por causa da troca de circunstâncias (por exemplo, troca de objetivos). As interações no *Design Core* são descritas pelas setas na vertical com duas cabeças.

Para construção do modelo para o desenvolvimento da usabilidade de interfaces, foi necessário identificar as principais etapas que compõem o ciclo de projeto de produto da empresa em que a metodologia foi desenvolvida e correlacioná-las à metodologia suporte, sugerida por PUGH (1990). Com isto, verificou-se que a seqüência dos processos são bem semelhantes, o que os difere é o número das etapas de cada processo. Na metodologia de PUGH (1990), as atividades estão divididas em seis etapas, enquanto que na metodologia utilizada pela Multibrás SA Eletrodomésticos, as mesmas atividades estão divididas em apenas quatro etapas. O Quadro 3.2 apresenta o comparativo:

QUADRO 3.2: Comparativo de Etapas das Metodologias de Projeto

| FASES DA METODOLOGIA (PUGH) | FASES DA METODOLOGIA (EMPRESA) |
|--|---|
| Mercado | Idealização |
| Especificação | Conceituação |
| Conceituação de Projeto | |
| Detalhamento de Projeto | Conversão |
| Manufatura | Execução |
| Vendas | |

3.6 Sistematização do Desenvolvimento da Usabilidade nos Projetos de Lavadoras de Roupas

A necessidade de sistematizar o processo de desenvolvimento da Usabilidade de Interface de Produto nasceu do pressuposto de que existe uma estrutura de desenvolvimento de projeto comum para o todo, a qual exige uma abstração para solução de um determinado problema em específico, neste caso, o desenvolvimento da Usabilidade de Interface do Produto.

O histórico de projetos de produtos da empresa mostrou que a usabilidade de interface era concebida muitas vezes pela lógica de funcionamento dos projetistas e de maneira não sistêmica. Isto quer dizer que os critérios de concepção e os métodos de validação eram feitos conforme as habilidades e consciência que os projetistas possuíam a cerca do problema. Assim, geravam-se desperdícios ao desenvolver idéias ou soluções equivocadas; aumentava-se o tempo de projeto e/ou liberavam-se produtos no mercado que tendiam a fracassar ou a criar insatisfações por parte dos usuários, uma vez que a lógica de funcionamento do produto não era condizente à uma lógica já preestabelecida de uso.

A sistematização do desenvolvimento da usabilidade de interface inserida ao ciclo de projeto de produto é a maneira mais adequada para se minimizar os riscos de gerar soluções equivocadas de interface; analisar e validar tardiamente os conceitos das soluções propostas e de colocar no mercado produtos de difícil manuseio por terem baixa qualidade da usabilidade de interfaces.

O modelo proposto, para a sistematização das atividades da usabilidade de interfaces, quando inserida no processo de desenvolvimento deve ser iniciado na fase de Market e somente encerrar-se na fase de Venda. Para cada fase do projeto há uma atividade prevista para o desenvolvimento da usabilidade de interface.

O Quadro 3.3 mostra o modelo simplificado para a concepção e avaliação da usabilidade de interface:

QUADRO 3.3: Fluxo das Atividades de Concepção e Avaliação de Interfaces no Projeto de Produto



3.6.1 Desdobramento das Atividades

O desdobramento das atividades para conceber, avaliar e validar a usabilidade de interface do produto de linha branca, especificamente lavadora de roupa, estão vinculadas às fases do projeto, seguindo a seqüência do projeto de produto.

3.6.1.1 Fase 1: Mercado

É uma fase de investigação de mercado e das necessidades dos consumidores, a fim de desenvolver novos mercados e aumentar a competitividade nos já existentes. Esta fase, de identificação das necessidades, planejamento e estratégia de negócios, geralmente, é realizada pela área de Marketing, que analisa a demanda do mercado.

É importante ressaltar que Marketing tem os olhos voltados para o consumidor, enquanto “comprador”, o que restringe a análise de demanda apenas para as necessidades de consumidor, pois não necessariamente o consumidor é o usuário, por isso pode não ter as mesmas expectativas.

Partindo do referido pressuposto, torna-se importante inserir nessa fase de investigação, a análise da atividade do consumidor, enquanto usuário. Portanto, propõe-se o uso da Análise Ergonômica do Trabalho, que prevê a análise ergonômica da atividade do usuário, enquanto etapa do desenvolvimento da referida metodologia.

As seqüências para análise iniciam-se, então, com a análise da demanda; análise da tarefa; análise da atividade; diagnóstico e recomendações ergonômicas explicitadas no caderno de encargos.

Na fase de análise de demanda é feita a identificação dos problemas dos usuários em relação à tarefa de lavar roupa.

Para compreender a demanda, é importante conhecer o perfil dos futuros usuários do produto a ser desenvolvido: sexo, idade, grau de escolaridade, tipo de trabalho

que realiza; o tempo de experiência com a tarefa; os meios que utiliza para realizar a tarefa; hábitos e costumes; bem como, conhecer o ambiente no qual o novo produto será inserido. É necessário, também, conhecer os aspectos técnicos, econômicos e sociais do ambiente de trabalho como o tempo para desenvolvimento das atividades, o investimento disponibilizado e os objetivos do projeto. Estas informações serão importantes para situar os problemas formulados pela demanda, dentro do contexto da situação de trabalho a ser analisada.

Ao final da análise, o ergonomista deverá ter reunido dados acerca da situação analisada, englobando a população dos usuários, as condições físicas do local onde a tarefa é realizada, a população de usuários envolvida e a situação de trabalho. Um quadro semelhante ao Quadro 3.4 pode ser elaborado.

QUADRO 3.4: Dados a serem levantados na Análise da Demanda.

| CATEGORIA | DADOS |
|---------------------------------------|--|
| Empresa | Setor de Atividade. |
| | Importância sócio-econômica. |
| | Objetivos a curto, médio e a longo prazo. |
| | Modo de gestão pessoal |
| Projeto de Produto | Estrutura e funcionamento do processo global de desenvolvimento de projetos. |
| | Interações e inter-relações entre os sub-sistemas. |
| População de usuários | Idade |
| | Sexo |
| | Grau de escolaridade |
| | Condições econômicas |
| | Ocupação |
| | Experiência com a tarefa |
| | Hábitos e costumes |
| | Condições ambientais de trabalho |
| Condições organizacionais do trabalho | |
| Indicadores de Satisfação | Satisfação com as condições de realização da tarefa / situação de trabalho. |

A análise da demanda é uma análise global. Ela indica para o prosseguimento do estudo quais as situações que deverão ser priorizadas.

O próximo passo é analisar a tarefa. A análise da tarefa é o estudo daquilo que o usuário deve realizar e as condições ambientais, técnicas e de organização. Realiza-se, então, uma descrição o mais precisa possível da situação, com observações e medidas sistemáticas das variáveis acima mencionadas.

Assim, dois tipos de instrumentos são fundamentais. Um primeiro, visando conhecer a tarefa prescrita e as condicionantes para a sua realização. Outro, que visa captar a percepção dos usuários acerca dos problemas na execução da tarefa.

A confrontação entre a percepção dos usuários, as variáveis identificadas pelos ergonomistas e a revisão da literatura, possibilita ao final desta etapa estabelecer quais tarefas deverão ser analisadas com maior profundidade. O que se concretiza na etapa de análise da atividade.

A análise da atividade é o que o usuário, efetivamente, realiza para executar a tarefa. É a análise das condições reais de execução e das condutas do usuário no trabalho. Assim como na fase anterior, deve-se proceder a uma descrição o mais detalhada possível das atividades de trabalho. Medidas devem ser realizadas, sobre as pessoas que trabalham (medidas fisiológicas do esforço), ou, sobre as atividades desenvolvidas (variação dos modos e dos tempos operativos), sejam, ainda, sobre o meio ambiente (dimensões do espaço e do local de trabalho, níveis de iluminação, temperatura). Em geral são avaliadas as posturas, ações, gestos, comunicações, direção do olhar, movimentos, verbalizações, raciocínios, estratégias, resolução de problemas, modos operativos, enfim, tudo que possa ser observado ou inferido da conduta do usuário. Tal descrição é obtida a partir da interação com os usuários, em visitas a domicílios, entrevistas pessoais ou coletivas.

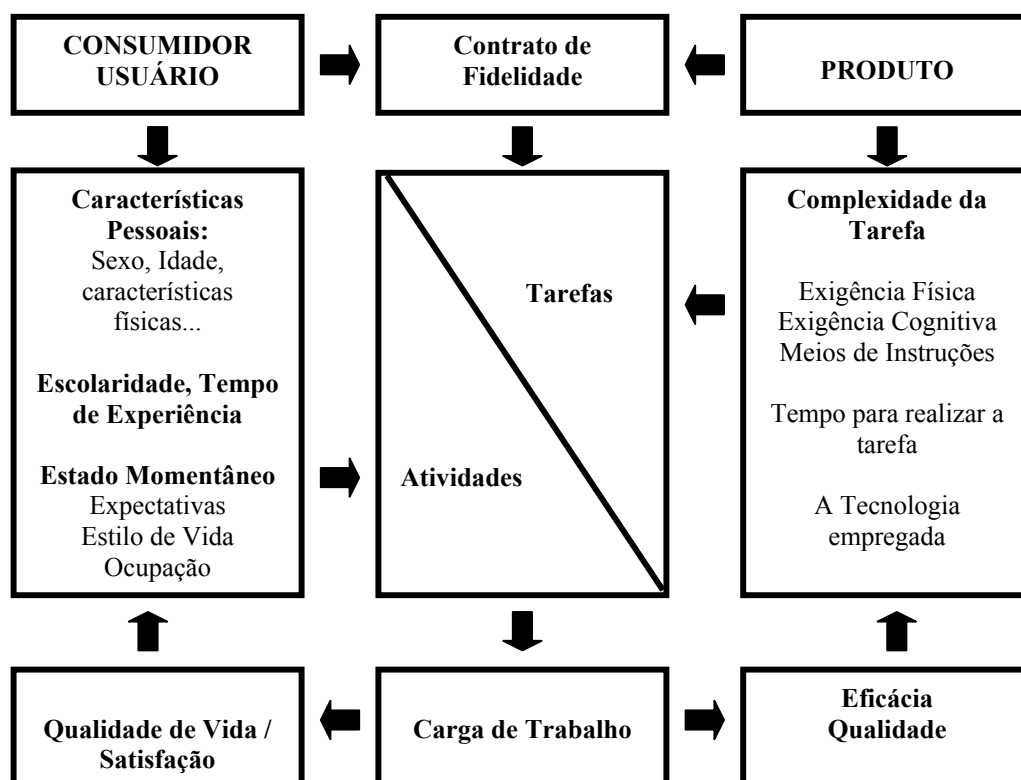
Os resultados dessas entrevistas devem ser retornados aos mesmos, realizando o que se chama em ergonomia de auto-confrontação, para verificar se a descrição realizada pelo analista corresponde à representação que os usuários possuem da atividade de trabalho.

Os dados colhidos devem ser confrontados com os conhecimentos científicos, e com as diferentes interpretações identificadas acerca da situação de trabalho

em estudo. Ao final da análise da atividade, os analistas refinam as hipóteses explicativas da carga de trabalho, validando ou negando as hipóteses anteriores, a fim de encaminhá-los para uma discussão ampla entre os atores envolvidos no estudo.

A análise da atividade é encerrada com a formulação de uma explicação global para a atividade de trabalho, para a qual, utiliza-se o Modelo Integrador da Atividade de trabalho. Para a análise da atividade do usuário pode-se construir o Modelo Integrador, como apresentado no Quadro 3.5:

QUADRO 3.5: Modelo Integrador da Atividade do Usuário



A etapa de síntese da análise ergonômica do usuário inicia-se com o diagnóstico da situação de trabalho que fundamentará o caderno de encargos de recomendações ergonômicas. Os dados levantados nas análises anteriores servirão, pois como argumentos a serem confrontados e integrados numa síntese que reflita os aspectos determinantes da situação de trabalho.

As conclusões de uma análise ergonômica apresentadas na forma de hipóteses para a ação devem conduzir e orientar modificações para melhorar as condições de trabalho em específico e da situação de trabalho, em termos mais gerais, atuando sobre os pontos críticos que foram evidenciados.

Torna-se necessário no caderno de encargo registrar e recomendar, não somente as melhorias sobre os pontos críticos, mas evidenciar, também, as condições que são percebidas pelos usuários como positivas.

Em um projeto de produto desenvolvido pela Multibrás, que teve como objetivo principal, ocupar um espaço de mercado deixado entre lavadoras semi-automáticas e automáticas, foram identificadas junto ao público-alvo as principais demandas:

a) Principais Pontos de Melhoria:

- Torcer a roupa manualmente:

"depois que bateu as calças eu não torço por que é muito pesada eu deixo escorrendo a água pra depois eu estender."

- Monitorar o produto.

"Ele é pequenininho e cabe em qualquer lugar, ele é levinho também...se ele ligasse e desligasse sozinho seria bem melhor."

b) Condições a serem Mantidas:

- Simplicidade dos comandos do painel.

"É esse tanquinho é fácil né é só girar e já liga"

- Performance que a lavadora semi-automática oferece.

"O bom do tanquinho é que ele tira toda a sujeira da roupa"

3.6.1.2 Fase 2 : Especificação

Da declaração da necessidade dos consumidores/usuários, deve-se formular a especificação preliminar da interface do produto a ser desenvolvida.

Para a elaboração do PDS, deve-se definir e priorizar todos os requisitos que atendem às necessidades dos usuários do produto, conforme apontado nas pesquisas de mercado, análise da atividade dos usuários e aos índices de reclamação de campos.

A ferramenta do QFD- Quality Function Deployment (Desdobramento da Função Qualidade), auxilia a equipe do projeto na tradução dos desejos dos consumidores, expressos em frases, como: “Limpar bem a roupa” , “Enxaguar bem”, “Fazer todo o Serviço” , “Ter agilidade - processo rápido” , “Ter Presença” , “Ser prática”, etc..

A principal atividade da concepção da usabilidade de interface na fase de especificação do projeto é gerar a especificação preliminar da interface do produto que deve estar alinhada aos requisitos priorizados pela voz do consumidor.

Nesse mesmo projeto, uma dos requisitos solicitados pelos consumidores era ter um produto que fosse “Fácil de Usar”. Essa qualidade exigida, foi desdobrada até alcançar uma especificação preliminar de interface:

- Qual o número de funções exigidas?
- Qual o tipo de controle de painel mais adequado?
- Qual o torque de giro aceitável no comando?
- Qual a força aceitável para pressionar um botão?

Com esses parâmetros, elabora-se a especificação preliminar da interface.

3.6.1.3 Fase 3: Projeto Conceitual

A fase conceitual está principalmente preocupada com a geração de soluções para atender a necessidade declarada, a fim de cumprir fielmente os requisitos de projeto. Tais requisitos podem ser aplicados ao produto todo, subsistema ou componente. Essa fase, fragmenta-se essencialmente em dois principais componentes cíclicos: a geração de soluções para encontrar a necessidade declarada e, a avaliação das soluções encontradas para selecionar a que é mais apropriada para combinar com o PDS.

A atividade de gerar de soluções tem como objetivo criar propostas de interface do produto. Para melhor aproveitamento e riqueza dessa fase, sugere-se que a geração de propostas seja feita com o time de projeto. No caso de lavanderia, é recomendável a participação da área de *Marketing*, Design Industrial e subsistemas (lavagem, controles, manufatura, usabilidade) responsáveis pelo projeto. Essa atividade é realizada com base na especificação e é guiada pela voz do consumidor.

Nessa fase o time de projeto deve explorar algumas técnicas que auxiliam a enriquecer o trabalho, sendo elas o *Benchmarking* de produtos/tecnologia e o *Brainstorming*.

O *Benchmarking* de produtos e tecnologias é uma técnica bastante usual na empresa. Seu principal objetivo é conhecer o que já está disponível no mercado, o que é utilizado e identificar as tendências e tecnologias aplicadas à interface de produtos de lavanderias, bem como, analisar a capacidade competitiva do produto da empresa em relação aos concorrentes. Produtos de outras categorias, também, poderão ser analisados, os quais poderão mostrar tendências tecnológicas. Um *benchmarking* bem elaborado pode não só trazer boas idéias para o time de projeto, como também soluções para redução de custo. Ele poderá enriquecer a próxima etapa que é o *Brainstorming*.

O *Brainstorming* é uma técnica que auxilia na geração de idéias. Essa técnica tem como objetivo estimular o grupo a produzir idéias, interpretações ou soluções para problemas existentes de maneira rápida e direta. O grupo deve ter entre 4 e 12 pessoas

e, para cada grupo deve-se ter um coordenador, um animador e um responsável pelas anotações (ou gravações).

Algumas regras devem fazer parte do *Brainstorming*: não é permitido críticas; as idéias são livres e não devem se restringir a um único assunto; deve-se exprimir o maior número possível de sugestões e soluções; e, não há direitos de autores.

O Brainstorming deve encerrar-se com uma “Tarefa para Casa”. Cada solução proposta deve ser analisada pontualmente pelos integrantes do grupo, cada qual na sua área específica de conhecimento. O intuito é preparar o grupo para a próxima etapa. Alguns critérios a serem analisados pelo grupo: a proposta é factível?; existe tecnologia disponível?; o projeto absorve o custo do conceito?; o conceito possui lógica de uso adequada ao usuário?; é possível o desenvolvimento do conceito dentro do cronograma estabelecido para o projeto? O conceito tem condições de cumprir os princípios de qualidade e vida útil?.

Para avaliar e selecionar os conceitos efetivamente, um conjunto de critérios são necessários. Os critérios são deduzidos dos elementos do PDS, e se torna melhor, quando realizada em grupo. Critérios devem ser declarados, concordados e registrados pelo grupo antes de formar uma matriz de avaliação que oriente na seleção do conceito mais adequado.

Para seleção de uma proposta de interface do ponto de vista ergonômico, é preciso avaliá-las antes de iniciar a matriz, porque o critério ergonômico será um daqueles que irá compor a matriz de avaliação.

Nesse momento de conceituação, quando ainda as propostas estão esboçadas em desenhos e descritivos, sem a confecção de protótipos, o uso de algumas técnicas de avaliação de usabilidade irá ajudar o analista a identificar os benefícios e problemas de cada proposta. Os resultados irão suportar a elaboração e análise da matriz a ser construída, como também podem levar o analista a descartar algumas propostas já no início.

As técnicas mais adequadas para avaliação da Usabilidade nessa fase de projeto são:

a) Técnicas Preditivas ou Diagnósticas, que buscam prever os erros de projeto de interfaces sem a participação do usuário. Baseiam-se em verificações e

inspeções de versões intermediárias ou acabadas de interfaces de produtos, feitas pelos projetistas ou por especialistas em usabilidade. A avaliação heurística é a recomendada para esse primeiro momento, uma vez que representa um julgamento de valor sobre as qualidades ergonômicas das interfaces. Os analistas examinam a interface e diagnosticam os problemas ou as barreiras que os usuários provavelmente encontrarão durante a interação.

Essa avaliação foi aplicada em um projeto de controle eletrônico, utilizando-se dos critérios ergonômicos, os quais auxiliaram a identificar previamente, alguns problemas que os usuários poderiam encontrar ao interagir com o painel de controle. Um exemplo do critério “Feedback” é apresentado no Quadro 3.6:

QUADRO 3.6: Avaliação Heurística: Critério Ergonômico – Feedback

| CRITÉRIO FEEDBACK | |
|---|------------------|
| Perguntas | Respostas |
| A) O sistema oferece feedback para todas as ações dos usuários? | |
| B) O sistema apresenta feedback da opção selecionada em diferentes comandos? | |
| C) O tipo de feedback que o sistema oferece para situações distintas estão adequados? | |
| D) O sistema oferece feedback às solicitações rapidamente? | |

b) Técnicas Objetivas: As técnicas objetivas, que contam com a participação direta de usuários, referem-se basicamente aos ensaios de interação e às sessões com sistemas de câmeras de vídeo. Um ensaio de interação vai consistir nesse momento de uma simulação de uso do sistema interativo da qual participam usuários de uma população-alvo, que simula tarefas típicas de suas atividades, ao interagir com as propostas de interface pretendidas.

No laboratório de Usabilidade da Multibrás, os ensaios de interação nessa etapa do projeto são realizados com “Interfaces Virtuais”, simuladas por *softwares* em telas de computador *touch-screen*, já que nessa fase não há protótipos funcionais disponíveis. Sempre que possível, é importante introduzir essa avaliação nesse momento do projeto, porque é uma oportunidade de trazer o consumidor para a fase de conceituação do projeto e verificar prematuramente se suas necessidades estão sendo convertidas, adequadamente, conforme suas expectativas, bem como, a facilidade de interação do usuário com a nova interface gerada. Essa avaliação permite confrontar e validar os resultados obtidos na avaliação heurística.

Com as avaliações objetivas, o analista é capaz de elaborar um quadro de respostas, conforme apresentado no Quadro 3.7:

QUADRO 3.7: Identificação de Problema de Usabilidade

| PROBLEMA DE USABILIDADE - NÚMERO 1 | |
|---|--|
| Identificação do problema: | |
| Descrição: | |
| Tipo de usuário considerado: | |
| Tipo de equipamento considerado: | |
| Efeito sobre o usuário: | |
| Efeito sobre a tarefa: | |
| Sugestão de melhoria: | |
| CLASSIFICAÇÃO DO PROBLEMA | |
| Nível de dificuldade do problema: (Ruído / Obstáculo / Barreira) | |
| Quanto ao tipo de tarefa a que afeta: (Principal / Secundário) | |
| Quanto ao tipo de usuário a que afeta: (Geral / Inicial / Avançado / Especial) | |

Uma vez finalizada a etapa de avaliação das propostas e constatadas aquelas com menor e/ou maior probabilidade de erros e dificuldades de interação, prossegue-se para a próxima etapa da construção da matriz de avaliação. Essa é uma ferramenta que auxilia o grupo de projeto na avaliação das propostas, conduzindo-o na tomada de decisão para seleção da mais adequada, que deve ser aplicada após as avaliações recomendadas anteriormente, porque os resultados obtidos tornam-se critérios de avaliação.

3.6.1.4 Fase 4 : Detalhamento do Projeto

O detalhamento do projeto está mais relacionado aos subsistemas e componentes que vão compor o projeto inteiro. É preciso expandir os conceitos em mais detalhe para melhor entendê-los e classificá-los em aproximação tecnológica e entender as idéias conceituais básicas. Só assim pode-se assegurar a compatibilidade de engenharia. O detalhamento de projeto será útil para preparar a especificação de projeto do componente (CDS).

Cabe ao analista expandir e detalhar a interface do sistema, para que o *software* e o *hardware* sejam desenvolvidos. Portanto é gerada uma especificação detalhada com a lógica de funcionamento da interface, como por exemplo: o número de teclas; número de leds indicadores; o número de funções; tipo de feedback; o agrupamento e disposição das funções; a lógica de uso, etc. Em seguida, esse documento é entregue ao subsistema responsável pela projeto da interface física.

Após o detalhamento dos subsistemas e componentes e o desenho, obtém-se os primeiros protótipos que são resultados do projeto. Os protótipos auxiliam o time a verificar se o que está sendo convertido está realmente de acordo com o que foi conceituado.

Com os primeiros protótipos disponíveis são feitas a avaliação e validação junto aos usuários. É importante ressaltar que essa etapa ainda fica restringida às

avaliações em laboratório, isso porque os protótipos são em números reduzidos, muitas vezes, um único produto. Mas é de suma importância a participação dos futuros usuários, pois é o momento de fazer os ajustes de projeto, de forma a adequá-lo melhor a eles.

Solicitam-se os protótipos com as especificações do projeto: Com eles em mãos, a próxima tarefa é validar a interface junto aos usuários. As técnicas de avaliação, Objetivas, Ensaios de Interação, devem ser utilizadas para ajustes e validação de interface.

Essa avaliação tem como principais objetivos, avaliar a usabilidade da interface do sistema interativo, já que neste momento se faz uso do protótipo funcional, bem como confrontar se o que está sendo entregue ao consumidor vai realmente de encontro às qualidades exigidas por eles.

Se a usabilidade da interface está atendendo à especificação do projeto e foi validada junto aos consumidores, segue-se para a próxima atividade. Caso o resultado seja negativo, gera-se um relatório com as recomendações de melhoria, avaliam-se novamente as soluções, atualiza-se a especificação de interface, e valida novamente com os usuários.

Utiliza-se essa fase de avaliações com protótipos para verificar a eficiência dos manuais de instruções. Essa pode ser combinada à avaliação da interface ou realiza-se uma específica para esse fim.

3.6.1.5 Fase 5 : Manufatura

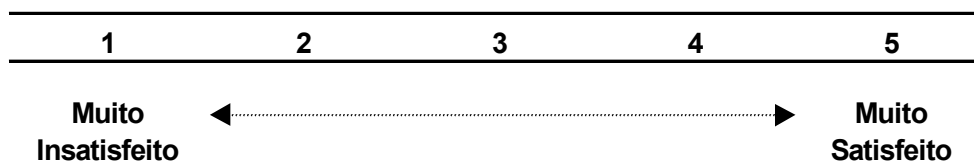
Essa etapa inicia-se quando a manufatura começa a liberar os primeiros produtos fabricados para testar a linha de montagem. Esses testes de montagem são chamados de Corrida Piloto. Um número razoável de produtos são produzidos nesse momento, os quais tornam-se amostras em versões finais.

Essas amostras são enviadas para campo, para residências de usuários que caracterizam o público-alvo. Inicia-se então um processo de avaliação do produto em condições reais de uso.

Com os produtos disponíveis em versão final, um grupo de consumidores deve ser criteriosamente selecionado, para que a usabilidade do produto seja avaliada e validada em condições reais de uso. É a atividade, também, conhecida como Teste de Campo, a qual exige uma amostragem representativa para que a mesma possa validar o conceito.

É uma análise essencial para fazer ajustes finais na interface do produto, bem como validá-la nas condições reais de uso. Através de questionário, é possível também, medir a satisfação do usuário com a interface do produto. Para isso pode-se fazer uso da escala de Likert, citada por REICH & ADCOCK (1976), em que o usuário é solicitado a assinalar com qual das cinco categorias, sua satisfação com a usabilidade da interface está melhor representada. O algarismo acima de cada resposta representa o peso que lhe é atribuído, conforme apresentado no Quadro 3.8.

QUADRO 3.8: Avaliação de Satisfação, utilizando a escala de Likert



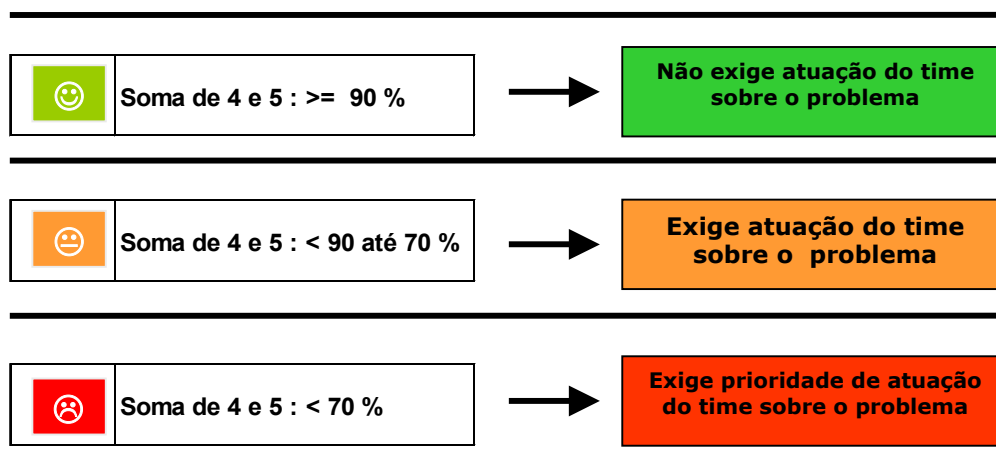
Fonte: REICH & ADCOCK (1976) (adaptado)

Junto à escala de Likert, uma régua adicional pode ser criada para auxiliar a equipe de projeto na tomada das ações de melhoria. A régua pode ser feita em consenso com o grupo de projeto.

Em um projeto de produto realizado na Multibrás, definiu-se a seguinte régua para priorização das ações: quando a soma das categorias 4 e 5 era igual ou maior que 90% dos usuários, compreendia-se que os usuários estavam satisfeitos com o produto, e portanto, o projeto atendia às expectativas dos mesmos. No entanto, quando a soma das categorias 4 e 5, encontrava-se em uma faixa menor que 90% até 70% dos usuários, entendia-se que a equipe de projeto necessitava tomar uma ação sobre o problema. E por último, quando a soma das categorias 4 e 5 era inferior a 70% dos usuários, compreendia-

se que o grupo de projeto precisava priorizar a ação sobre o problema, a fim de solucioná-lo imediatamente. De acordo com Quadro 3.9:

QUADRO 3.9: Régua para Priorização das Ações



Se a usabilidade da interface for validada pelos consumidores, segue-se para a próxima atividade. Caso contrário, gera-se um relatório com recomendações de melhoria.

Implementadas as melhorias, faz-se uma próxima análise em campo, até que a proposta seja validada pelos consumidores. Somente após sua validação, o produto encontra-se apto a ser lançado no mercado.

Para finalizar essa etapa elabora-se um relatório que deve conter todo o histórico do processo de desenvolvimento/análise da usabilidade, bem como os riscos identificados e as melhores práticas adotadas. Este relatório serve de histórico para os próximos projetos.

3.6.1.6 Fase 6: Vendas

Essa fase está voltada para a venda dos produtos. As informações obtidas do campo, referentes à utilização do produto pelos consumidores e sua aceitação, serão utilizadas para os próximos projetos. Uma boa prática é acompanhar as chamadas dos Centros de Atendimento – 0800/ 0300 - das empresas, que freqüentemente recebem sugestões e/ou reclamações de consumidores referentes aos produtos adquiridos.

4 CONCLUSÃO

A proposta deste trabalho foi a de buscar entender a problemática existente no processo de desenvolvimento da usabilidade de interface em projeto de lavadora de roupa doméstica; a partir dessa compreensão, propor uma melhoria na metodologia. Portanto, houve uma maior dedicação para estudar e identificar os principais critérios para a concepção da usabilidade de interface e técnicas para sua avaliação, a fim de se criar um embasamento teórico que suportasse melhorias no processo e indicasse soluções para os problemas existentes.

Através do estudo de caso realizado na empresa Multibrás S. A. Eletrodomésticos foi possível identificar as etapas dos processos de desenvolvimento de produto e as atividades realizadas pelas equipes de projeto em cada etapa.

Apesar da empresa possuir um processo de desenvolvimento de novos produtos, contendo as atividades macro a serem realizadas, esse processo não especificava as atividades de concepção da usabilidade de interface e a ordem na qual deveriam acontecer. Com isso, a usabilidade vinha sendo desenvolvida durante muito tempo pela equipe de projeto de forma não sistêmica, pois não definia as atividades a serem realizadas em cada etapa do projeto e envolvia a participação do usuário somente na fase final do projeto. Tal participação ocorria nos testes de campo com os produtos produzidos na corrida piloto, na fase final do processo de desenvolvimento. Assim, elevava-se o risco de colocar no mercado produtos com baixa qualidade de usabilidade, pois, quando identificada alguma dificuldade de uso, ou um problema de interface, a possibilidade de tomar uma ação corretiva era restrita já que os moldes já estavam ferramentados e os softwares finalizados. Logo, não havia tempo hábil para alterações.

Com o modelo proposto, foi possível sistematizar o processo de desenvolvimento da usabilidade de interface em projetos de produtos de lavanderia, a fim de minimizar pontos críticos em seu desenvolvimento, os quais prejudicavam a qualidade da usabilidade de novos produtos. Essa sistematização foi possibilitada através de uma seqüência lógica criada para atividades a serem realizadas, as quais obedeceram as etapas

do desenvolvimento de projeto: Mercado, Especificação, Conceituação, Detalhamento do Projeto, Manufatura e Vendas.

O maior ganho para os projetos com o modelo proposto foi possibilitar o envolvimento do usuário desde o início do desenvolvimento da usabilidade de interface. Primeiro, na fase de Mercado, em que é possível compreender as atividades realizadas pelos usuários, bem como suas principais demandas; segundo, na fase de concepção do produto, quando o usuário participa da elaboração da interface, em que as técnicas preditivas e objetivas realizadas em laboratório mostraram-se bastante eficientes para identificar problemas de interfaces. Com isso, tornou-se possível identificar problemas de usabilidade muito cedo, antes mesmo dos moldes serem ferramentados ou fechada uma especificação de projeto, o que possibilitou tomar ações corretivas de melhoria e evitar custos futuros à organização. As interfaces deixaram de ser concebidas unicamente pela visão do projetista quanto a sua lógica de funcionamento, mas passou a ser concebida pela lógica de utilização, tendo o ponto de vista do usuário. Logo, o modelo proposto veio a confirmar as pressupostos levantados.

O modelo descrito que segue a estrutura de desenvolvimento de produto apresentada por PUGH (1990) tem como características principais o trabalho com equipes multidisciplinares e a interatividade do processo. Essas duas características também contribuíram para o fortalecimento do modelo. Aquela, por permitir que diferentes especialidades se unam para gerar soluções mais consistentes, bem como permite a troca de experiência que favorece o amadurecimento profissional do grupo. Esta, interatividade do processo, permite retornar a uma fase anterior sempre que necessário. Muitas vezes, o projeto sofre alterações em sua especificação para atender a uma nova necessidade de mercado ou a uma estratégia da empresa. Nesse momento não se leva em consideração a fase na qual o projeto se encontra, mas, sim, se há tempo hábil para a mudança. Com isso, alguns ajustes nas atividades do modelo proposto são feitos para auxiliar a equipe de projeto nas tomadas de decisões. Geralmente, os ajustes implicam em restringir as avaliações em técnicas heurísticas e não envolvem o usuário na re-concepção do projeto.

Cada desenvolvimento de produto apesar de seguir uma mesma seqüência de atividades possui suas particularidades. O modelo precisa ser flexível a ponto de atendê-

las. Um exemplo comum é que nem todos os projetos têm condições de disponibilizar protótipos no momento ideal ou em condições adequadas para análise de usabilidade. Isso pode acontecer pelo fato do projeto não contar com a tecnologia disponível ou por não haver verba suficiente para prototipagem. É o momento em que é preciso identificar as técnicas de avaliações mais adequadas às condições do projeto, uma vez que os líderes de projetos, quase sempre, necessitam de respostas rápidas. As dificuldades devem ser relatadas e levadas em consideração, pois podem prejudicar o desenvolvimento da usabilidade.

A introdução de técnicas de avaliação ao modelo proposto, apesar de já ter possibilitado ao projeto de produtos melhorias em suas qualidades ergonômicas (facilidade de aprendizagem, facilidade de uso e de adequação do produto à tarefa de lavar roupa conforme necessidade dos usuários), não eliminam o desafio da busca constante por técnicas que auxiliem na melhor compreensão das necessidades dos consumidores e na conversão mais eficaz das necessidades dos usuários em especificação de projeto.

O estudo não tem como pretensão encerrar-se com a proposição de um modelo estático, mas sim, dinâmico, por acreditar que irá evoluir com as experiências vivenciadas no processo. Cada projeto com suas particularidades exige uma adaptação e por conseguinte uma melhoria no processo. O modelo está aberto para estas futuras melhorias e adaptações.

Sugestão: O estudo limitou-se à aplicação de partes do processo em diferentes projetos de lavadoras de roupas que estavam acontecendo simultaneamente, devido à limitação de tempo para sua realização. Com isso, não foi possível obter o resultado total da aplicação do método em um processo de projeto de produto, mas, apenas em parte dele. Portanto, sugere-se que a aplicação do processo seja feita do início ao fim em um único projeto, para se poder quantificar as melhorias que o processo trouxe para a empresa, bem como, os pontos em que o processo adotado precisa ser aperfeiçoado.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAÃO, J.. **Metodologia em Ergonomia: Ergonomia, Modelo, Métodos e Técnicas.** Segundo Congresso Latino Americano e Sexto Seminário Brasileiro de Ergonomia. 1993. Universidade de Brasília. Brasília. 25 páginas.

BARTOLOMEU, T.A. **Identificação e Avaliação dos Principais Fatores que Determinam a Qualidade de Uma Lavanderia Hospitalar:** um estudo de caso no setor de processamento de roupas do hospital universitário da UFSC. Florianópolis, 1998. 114 páginas. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). UFSC. Engenharia de Produção.

BAXTER, M. **Projeto de Produto:** guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. 1ª edição. São Paulo, Afiliada, 1998. 261 páginas.

BIFANO, A.C.S. **Estudo da Prática Situada – Uma Contribuição Metodológica para Avaliação e Concepção de Produtos.** Belo Horizonte. 1999. 157 páginas. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). UFMG.

CAMAROTTO, J.A. **Estudo Comparativo de Autores Clássicos sobre Metodologias de Projeto de Engenharia.** São Paulo. 1994. 43 páginas. Trabalho Programado de Doutorado USP.

CDM – MULTIBRÁS. **Histórico da Lavadora de Roupas Brastemp: 1959 a 2001.** São Paulo: Multibrás. 2002. 10 páginas.

CONSALTER, L.A. **Fatores e Procedimentos Determinantes da Qualidade do Projeto de Produtos Visando a Competitividade.** Gestão & Produção. São Carlos. vol.3, n.1, páginas. 70-85, 1996.

CHAILLOUX, K. **Ergonomia e Produto “Grande Público” – Um Encontro Promissor.** “Performances Humaines & Techniques”. Abril.1992.

CYBIS, W.A . **Ergonomia de Interfaces Homem-Computador:** Apostila.
[http// www.labiutil.inf.ufsc.br/](http://www.labiutil.inf.ufsc.br/) , 2000.

CYBIS, W.A . **Engenharia da Usabilidade: Uma Abordagem Ergonômica:** Apostila.
[http// www.labiutil.inf.ufsc.br/](http://www.labiutil.inf.ufsc.br/) , 2003.

DEJOURS, C. **O Fator Humano.** 3ª Edição. Rio de Janeiro: FGV, 2002.104 páginas.

EVERYWHERE. **Concorrência à Distância: Um novo caminho para Whirlpool.**
Revista Everywhere. São Paulo. Vol. 1, nº1, 1998.

GERVINI, Maria E.I. **Higienização das Roupas: de conceitos básicos à aplicação prática.** 1ª Edição. Pelotas: Universitária / UFPel.1995. 212 páginas.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o trabalho ao Homem.** 4º edição. Porto Alegre: Bookman..1998.338 páginas.

GUÉRIN, F., LAVILLE, A., DANIELLOU, F., DURAFFOURG, J., KERGUELEN, A .
Compreender o Trabalho Para Depois Transforma-lo. 1ª edição. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 2001. 200 páginas.

GRUPO ERGO & AÇÃO. **Caderno1: Fundamentos da Ergonomia.** Apostila. São Carlos: UFSCAR. 2003. 25 páginas.

HISTÓRICO DA MULTIBRÁS – [http//www.multibras.com.br](http://www.multibras.com.br)

IEA. **The Discipline of Ergonomics** – <http://WWW.iea.cc/ergonomics>. 2000.

HIDA, I. **Ergonomia – Projeto e Produção**. 8ª edição. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 2002. 465 páginas.

Informe Publicitário Brastemp. **Que Tal Passar a Limpo a Tecnologia da sua Casa?** CASA CLAUDIA. São Paulo. Nº 5, Páginas 79-90. Maio de 1998.

ISO/IEC Guide 37(1995). **Instructions for use of products of consumer interest**.

JÚNIOR, D.S & MELO,R. **Experiências em Desenvolvimento de Produtos em Empresas Pioneiras do Pólo Tecnológico de São Carlos**. Gestão & Produção. São Carlos. Vol.3, n.1, páginas 86-99, 1996.

KOTLER, P. **Administração de Marketing: Análise, Planejamento, Implementação e Controle**. 4ª edição. Atlas, São Paulo,1994. 676 páginas.

LABIUTIL. [http// www.labiutil.inf.ufsc.br/](http://www.labiutil.inf.ufsc.br/) critérios ergonômicos. 2002.

LAVILLE, A. **Ergonomia**. 1ª Edição. São Paulo: E.D.U.S.P e E.P.U. 1977. 101 páginas.

LEVER INDUSTRIAL. **Qualidade e Tecnologia na Lavagem das Roupas**. São Paulo: Lever Industrial. Edição especial. 1984.

MAFRA, S.C.T. **Elaboração de Check Lista para Desenvolvimento de Projetos Eficientes de Cozinhas a Partir de Mapas Mentais e Escala Likert**. Florianópolis. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção).UFSC.

MATIAS, M. **Checklist: Uma Ferramenta de Suporte à Avaliação Ergonômica de Interfaces**. Florianópolis. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção).UFSC.

NORMAN, D. A. **The Design of Every Day Things**. Previously published as the psychology at the human – computer interface. New York: Basic Books, 1990. 275 páginas.

PEDROSO, M.C. **Uma Metodologia de Análise Estratégica da Tecnologia**. São Carlos. Gestão & Produção, vol.6, n.1, páginas 61-76, 1999.

PUGH, S. **Total Design – Integrated Methods for Successful Product Engineering**. 1º edição. Addison Wesley Publishing Company. 1990. 277 páginas.

REICH, B., ADCOCK, C. **Valores, Atitudes e Mudanças de Comportamento**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Zahar Editores.1976. 160 páginas.

SANTOS, N.D., DUTRA, A.R.A, RIGHI,C.A.R., FIALHO,F.A.P. **Antropotecnologia : A Ergonomia dos Sistemas de Produção**. 1ª edição. Curitiba: Gênese. 1997. 353 páginas.

WHIRLPOOL CORPORATION. **Automatic Washers: Operation, Diagnosis, Servicing**: Apostila. Benton Harbor: Whirlpool. 1975.

In: **Cosumer Immersion Program**: Apostila. Benton Harbor: Whirlpool. 2002.

WISNER, A. **A Inteligência no Trabalho**: Textos selecionados de ergonomia. São Paulo: Fundacentro, 1994.