

## **7 METODOLOGIA ERGONÔMICA APLICADA AO DESIGN DE PRODUTOS**

### 7.1 A interface da Ergonomia com o Design de produtos

Segundo documento da CID (Corporate Industrial Design, Philips, apud MORAES, 1993:365), a 'usabilidade' dos produtos sempre foi importante, mas agora se tornou crítica em muitas áreas de produto. Para o design de produtos de alta qualidade, deve-se colocar maior ênfase na adequação das características do produto aos requisitos e às capacidades físicas, perceptuais e cognitivas dos consumidores e usuários e no atendimento às demandas em relação ao trabalho e às tarefas que os usuários pretendem realizar.

Mais atenção, portanto, deve-se dar à integração da ergonomia ao projeto de produto. A ergonomia traz para o processo de projeto um enfoque mais sistemático para a análise, a especificação e avaliação dos requisitos de usabilidade. A ergonomia traz técnicas e conhecimentos que aumentam a habilidade do designer para projetar interfaces com usuário bem sucedidas. (CID - Corporate Industrial Design, PHILIPS apud MORAES, 1993:365)

Para Blaich (apud MORAES, 1993:364), a ergonomia é uma parte integrante do projeto e da projeção, sempre que há o envolvimento usuário-produto. Um projeto de produto apropriado requer interação com a prática da ergonomia.

Ele diz que a maioria dos produtos, principalmente os mais complexos, possui atributos que são críticos para a sua utilização, com sucesso, pelos usuários. Estes atributos devem ser sistematicamente identificados, medidos em termos de requisitos de desempenho humano e, sempre que possível, os resultados destes estudos devem ser incorporados ao projeto de produtos. A ergonomia tem a capacidade de fazer isto. Dito de maneira mais simples, a ergonomia ajuda a reduzir as suposições e aumenta o nível de confiabilidade das decisões de projeto no que se refere à consideração de importantes fatores dos usuários.

Blaich ainda afirma que não existe uma melhor etapa para a introdução da ergonomia no processo de desenvolvimento do projeto, pois esta pode contribuir em todos os estágios.

Cushman e Rosenberg (apud MORAES, 1993:364) ressaltam que a ergonomia aplicada ao desenvolvimento de produtos é uma tecnologia que visa criar produtos que funcionem bem em termos humanos. Seu foco é o usuário do produto, e seu principal objetivo é assegurar que os produtos sejam fáceis de usar, fáceis de aprender, produtivos e seguros.

Blaich ainda explicita também que a conceituação do produto envolve a análise da alocação de funções entre o usuário e o produto em termos de capacidades e limitações do usuário e dos objetivos gerais e específicos do usuário. O objetivo principal é assegurar que as necessidades dos usuários e os atributos do produto se amalgamam. (apud MORAES, 1983)

Mais ainda, a especificação do produto assegura que importantes requisitos de uso sejam incorporados às especificações para produtos. Isto pode envolver a realização de estudos para o provimento dos dados/informações relevantes.

Numa situação ideal, a Ergonomia deve ser aplicada desde as etapas iniciais do projeto [...]. Estas devem sempre incluir o ser humano como um de seus componentes. [...] as características do usuário devem ser consideradas conjuntamente com as características ou restrições das partes mecânicas ou ambientais, para se ajustarem mutuamente uns aos outros. (IIDA, 1990:9).

Na opinião de Iida (1990), quando se trata da concepção de produtos para o ser humano, o requisito mais importante, sobre o qual não se deve fazer concessões, é o da segurança do usuário, pois não há nada que pague os sofrimentos, as mutilações e o sacrifício causados ao ser humano. Por isso é de fundamental importância no ato projetual considerar-se, em primeiro lugar, os fatores humanos, e para tal é necessário um profundo conhecimento das características físicas e psicológicas do ser humano.

Para Palmer (1976:7), antes de se considerar, detalhadamente, os vários fatores que relacionam o ser humano com seu trabalho, é necessário compreender a parte desempenhada pelo próprio ser humano. Em qualquer atividade, um ser humano recebe e processa informações, decide e realiza ações. A primeira função, receptora, ocorre em grande parte através dos sentidos (olhos e ouvidos), mas as informações também podem ser transmitidas através da cinestesia. Estas informações são transmitidas pelo sistema nervoso até o mecanismo central do cérebro e da medula espinhal, onde são processadas, podendo resultar daí uma decisão. Este processamento pode envolver a integração da informação que está sendo recebida com a informação que já está armazenada no cérebro, e as decisões podem variar de reações automáticas até aquelas que envolvem um alto grau de raciocínio ou lógica. Tendo recebido e processado a informação, o indivíduo realizará ações como resultados da decisão e o fará através de seu mecanismo, o que, usualmente, envolve atividade muscular baseada na estrutura esquelética do corpo.

Para que tal atividade ocorra de forma satisfatória e que a eficiência seja máxima, um sistema homem-máquina deve ser planejado como um todo, com o ser humano completando a máquina, sendo a máquina todas as ajudas materiais que o ser humano utiliza no seu trabalho, englobando produto, equipamento ou ambiente conforme dito por Lida (1990), e esta completando o ser humano, como por exemplo:

[...] para poder enxergar, o indivíduo deve dispor de luz, a qual deve ser de qualidade adequada às necessidades da tarefa. O desempenho pode ser afetado até mesmo pela cor do ambiente. O trabalho deve ser organizado de tal forma que o usuário possa manter o interesse e a eficiência a níveis máximos de modo que suas capacidades sejam totalmente utilizadas (PALMER, 1976:8).

Palmer (1976:9) afirma que esses são os elementos mais importantes para planejar um produto, equipamento, ou ambiente bem sucedido, e quem quer que resolva estudar uma determinada situação de trabalho tem que levá-los em consideração. “Quando o produto que se pretende construir vai ser usado pelo ser humano, ele deve, na

medida do possível, ser planejado levando-se em conta a unidade homem-máquina” (PALMER, 1976:8). Por exemplo, se um produto, equipamento ou ambiente não atenderem aos fatores humanos e tornarem-se de difícil operação, conseqüentemente, além dos usuais, outros mecanismos humanos serão necessários para executar a tarefa, e o custo decorrente resulta em perda de eficiência. Um produto, equipamento, ou ambiente planejado visando à eficiência da tarefa, partindo-se dos fatores humanos, “[...] terá um rendimento maior que os que sejam planejados sem levar em consideração tais fatores” (PALMER, 1976:9).

Segundo Palmer (1976:10), uma vez decidido o papel do ser humano num sistema, o equipamento deve ser planejado de forma que seja dada a máxima oportunidade de funcionamento eficiente. Ele precisa trabalhar nas melhores condições, e sua atividade deve ser organizada com o devido respeito às exigências que a tarefa impõe. É também importante, continua ele, saber quem irá operar o equipamento na maior parte do tempo, o universo para o qual o equipamento será planejado deve estar muito bem definido, de modo a que sejam determinados o espaço, as dimensões e os limites de alcance dos usuários que constituem esse universo.

Moraes (1993:363) ressalta que há necessidade de contar com a ergonomia em todas as etapas do projeto, desde a delimitação do problema, passando pela conceituação do produto, recomendações, especificações, até a avaliação. Por outro lado, deve-se ter claro que à ergonomia não cabe apenas se restringir ao diagnóstico do problema e à definição de *guidelines*. Ao ergonomista cumpre participar da projeção, avaliação de alternativas e detalhamento de produtos, ambientes, sistemas e programas.

Cushman e Rosenberg (apud MORAES, 1993:364) afirmam que, quando se aplica a tecnologia ergonômica durante o projeto de produto, por ocasião do processo de desenvolvimento, tem-se o incremento da usabilidade dos produtos, do desempenho usuário-produto, da satisfação do usuário e da segurança do produto.

Moraes (1993) diz que para o design de interfaces com usuários de produtos de alta qualidade, deve-se colocar maior ênfase na adequação das características do produto

aos requisitos e às capacidades físicas, perceptuais e cognitivas dos consumidores e usuários e no atendimento às demandas em relação ao trabalho e tarefas que os usuários pretendem realizar.

Mais atenção [...] deve-se dar à integração da ergonomia ao projeto do produto. A ergonomia traz ao processo de projeto um enfoque mais sistemático para a análise, a especificação e avaliação dos requisitos de usabilidade. A ergonomia traz técnicas e conhecimentos que aumentam a habilidade do designer para projetar interfaces com usuário bem sucedidas (CID - Corporate Industrial Design, PHILIPS, apud MORAES, 1992:38).

Portanto, o ergonomista analisa a situação real de interação homem-máquina e lança mão dos conhecimentos que as ciências biológicas, sociais e humanas – psicologia, psicossociologia, sociologia, fisiologia, biomecânica – pesquisam para melhor entender o comportamento humano e avaliar os custos humanos envolvidos no trabalho em epidemiologia, psicopatologia, medicina do trabalho.

A partir desses dados os ergonomistas propõem recomendações para estações/postos de trabalho, produtos, sistemas e programas. A ergonomia, então, passa a ter como interfaces principais as tecnologias de desenvolvimento de projeto. Deste modo,

[...] propicia-se a consideração das capacidades e limites humanos quando da definição dos requisitos projetuais. A adequação às características humanas – físicas, psíquicas e cognitivas – apresenta-se como um parâmetro fundamental para a definição de componentes interfaciais – antropométricos, biomecânicos, informacionais, movimentacionais. Esta passagem das ciências para as tecnologias compreende o principal aspecto da metodologia ergonômica que conjuga técnicas de pesquisa, de desenvolvimento e de avaliação (MORAES, 1993:366).

O objeto da ergonomia, seja qual for a sua linha de atuação, ou as estratégias e os métodos que utiliza, é o ser humano no seu trabalho, trabalhando, realizando a sua tarefa cotidiana, executando as suas atividades do dia-a-dia. Este trabalho real e concreto compreende o trabalhador, operador ou usuário no seu local de trabalho,

enquanto executa sua tarefa, ressalta Moraes (1993).

A autora afirma que a singularidade da ergonomia está justamente na sua práxis, que integra o estudo das características físicas e psíquicas do ser humano, as avaliações tecnológicas do sistema produtivo, a análise da tarefa, com a apreciação, o diagnóstico, a projeção, a avaliação e a implantação de sistemas homens-máquinas. O ergonomista, junto com engenheiros, arquitetos, desenhistas industriais, analistas e programadores de sistema, organizadores do trabalho, propõem mudanças e inovações, sempre a partir de variáveis fisiológicas, psicológicas e cognitivas humanas e segundo critérios que privilegiam o ser humano.

Dessa forma, o atendimento aos requisitos ergonômicos possibilita maximizar o conforto, a satisfação e o bem-estar, garantir a segurança, minimizar constrangimentos, custos humanos e carga cognitiva, psíquica e física do usuário, e otimizar o desempenho da tarefa, o rendimento do trabalho e a produtividade do sistema homem-máquina.

## 7.2 Etapas da intervenção ergonômica no Design de produtos

A Ergonomia busca, através de seus métodos e técnicas, o levantamento de dados, de forma a subsidiar o designer no desenvolvimento de produtos. Moraes (2004) ressalta que, por ser a ergonomia uma disciplina de desenvolvimento recente, os métodos contam mais que os resultados, o que parece paradoxal, já que a ergonomia pretende estar totalmente orientada para a aplicação à melhoria do trabalho concreto no que se refere a instrumentos, máquinas, oficinas, departamentos de controle. Sem dúvida, o paradoxo é apenas aparente. Os problemas concretos que a ergonomia enfrenta são precisamente problemas complexos e, quase sempre, novos e distintos do que foi tratado até então. As soluções adotadas em um caso particular não podem, salvo raras exceções, ser adotadas em outro caso, ainda que similar ao primeiro. Conseqüentemente, a qualidade dos métodos no estudo e solução de cada problema constitui a única garantia de eficácia dos resultados.

Moraes afirma que se garante uma melhor adequação às necessidades do usuário, a partir da problematização ergonômica, da sistematização do sistema homem-máquina e da análise da tarefa. Cumpre observar que a ergonomia, através dos métodos e técnicas de observação sistemática e registro comportamental das atividades do usuário operador, quando da análise da tarefa, provê uma efetiva análise de uso (MORAES, 1993:365).

Quaresma (2001:28) ressalta que os métodos e técnicas da ergonomia são muito úteis para um projeto, para se ter o conhecimento de todo o sistema em que o produto está inserido. A Análise da Tarefa, como uma das técnicas principais utilizadas na ergonomia, é usada para a definição dos requisitos de projeto e da execução da tarefa em si. A autora cita Pheasant (1996) para apresentar a importância da análise da tarefa:

A análise da tarefa é na verdade a tentativa formal ou semiformal para definir e determinar o que o usuário/operador fará com o produto/sistema/ambiente em questão. Isso é definido em termos do conceito final da tarefa, as operações físicas que o usuário irá executar, a informação - análise dos requisitos, de exigências, os constrangimentos ambientais que podem existir, entre outras coisas. Uma efetiva análise da tarefa deixa claro todos os requisitos do projeto, estabelecendo o critério que precisa ser conhecido, indicando as prováveis áreas de incompatibilidade, entre outras coisas (QUARESMA, 2001:28).

A Análise da Tarefa, continua Quaresma, utiliza técnicas específicas, como observações sistemáticas, registros comportamentais das posturas assumidas (de frequência, duração e seqüência), entrevistas, questionários, técnicas de tomada de informações, de acionamento, de deslocamento e de comunicações, para ajudar o designer na coleta de informações e, posteriormente, definir os requisitos de projeto e possibilitar a tomada de decisões sobre as soluções projetuais. Deve-se enfatizar que esta análise é feita em situação real de trabalho/uso e não, como julgam alguns, a partir da imaginação pelos projetistas do que faria um hipotético usuário ao utilizar o produto.

Segundo Moraes et al., (2000:49), uma intervenção ergonômica no design de produtos pode ser dividida nas seguintes grandes etapas:

- Apreciação ergonômica;
- Diagnose ergonômica;
- Projetação ergonômica;
- Avaliação, validação e/ou testes ergonômicos;
- Detalhamento ergonômico e otimização.

Moraes et al. (2000:49) conceitua cada uma das etapas citadas as quais se seguem.

### ***Apreciação Ergonômica***

A apreciação ergonômica é uma fase exploratória que compreende o mapeamento dos problemas ergonômicos. Consiste na sistematização do sistema homem-tarefa-máquina e na delimitação dos problemas ergonômicos – posturais, informacionais, acionais, cognitivos, comunicacionais, interacionais, de deslocamento, movimentacionais, operacionais, espaciais, físico-ambientais, biológicos. Fazem-se observações no local de trabalho e entrevistas com supervisores e trabalhadores.

Realizam-se registros fotográficos e em vídeo. Esta etapa termina com o parecer ergonômico, que compreende a apresentação ilustrada dos problemas, a modelagem e as disfunções do sistema homem-tarefa-máquina. Conclui-se com: a hierarquização dos problemas, a partir dos custos humanos do trabalho, segundo a gravidade e a urgência; a priorização dos postos a serem diagnosticados e modificados; sugestões preliminares de melhoria, e predições que se relacionam à provável causa do problema a ser focado na etapa da diagnose.



## ***Diagnose Ergonômica***

A diagnose ergonômica permite aprofundar os problemas priorizados e testar predições. De acordo com o recorte da pesquisa ou conforme a explicitação da demanda pelo decisor, fazem-se a análise macroergonômica e/ou a análise da tarefa dos sistemas homem-tarefa-máquina. Consideram-se a ambiência tecnológica, o ambiente físico e o ambiente organizacional da tarefa. É o momento das observações sistemáticas das atividades da tarefa, dos registros de comportamento, em situação real de trabalho. Realizam-se gravações em vídeo, entrevistas estruturadas, verbalizações e aplicam-se questionários e escalas de avaliação.

Registram-se frequências, seqüências e/ou duração de posturas assumidas, tomadas de informações, acionamentos, comunicações e/ou deslocamentos. Os níveis, amplitude e profundidade dos levantamentos de dados e das análises dependem das prioridades definidas, dos prazos disponíveis e dos recursos orçamentários. Esta etapa se encerra com o diagnóstico ergonômico, que compreende a confirmação ou a refutação de predições e/ou hipóteses. Conclui-se com: o quadro da revisão da literatura, as recomendações ergonômicas em termos de ambiente, arranjo e conformação de postos de trabalho, seus subsistemas e componentes, programação da tarefa – enriquecimento, pausas etc.

## ***Projeção Ergonômica***

A projeção ergonômica trata de adaptar as estações de trabalho, equipamentos e ferramentas às características físicas, psíquicas e cognitivas do trabalhador/operador/usuário/consumidor/manutenidor/instrutor. Compreende o detalhamento do arranjo e da conformação das interfaces, dos subsistemas e componentes instrumentais, informacionais, acionais, comunicacionais, interacionais, instrucionais, movimentacionais, espaciais e físico-ambientais. Termina com o projeto ergonômico: conceito do projeto, sua configuração,

conformação, perfil e dimensionamento, considerando espaços, estações de trabalho, subsistemas de transporte e de manipulação, telas e ambientes; mudanças na organização do trabalho e na operacionalização da tarefa.

### ***Avaliação, Validação e/ou Testes Ergonômicos***

A avaliação, validação e/ou testes ergonômicos tratam de retornar aos usuários/operadores/usuários/consumidores/manutenidores/instrutores os argumentos, as propostas e alternativas projetuais. Compreende simulações e avaliações através de modelos de testes. As técnicas de conclave objetivam conseguir a participação dos usuários/trabalhadores nas decisões relativas às soluções a serem implementadas, detalhadas e implantadas. Para fundamentar escolhas, realizam-se, também, testes e experimentos com variáveis controladas.

### ***Detalhamento Ergonômico e Otimização***

O detalhamento e a otimização ergonômica compreendem a revisão do projeto, após sua avaliação pelo contratante e validação pelos operadores, conforme as opções do decisor, segundo as restrições de custo, as prioridades tecnológicas da empresa solicitante, a capacidade instalada do implementador e as soluções técnicas disponíveis. Termina com as especificações ergonômicas para os subsistemas e componentes interfaciais, instrumentais, informacionais, acionais, comunicacionais, interacionais, instrucionais, movimentacionais, espaciais e físico-ambientais.

Durante as etapas citadas, o especialista trabalha paralelamente e junto com os outros técnicos, quando:

- do levantamento, análise e síntese de dados;
- da geração, seleção e desenvolvimento de alternativas;
- da avaliação e teste de modelos;

- o detalhamento de subsistemas e componentes.

Propiciam-se, desse modo, soluções inovadoras e uma melhor adequação dos produtos às características físicas, psíquicas e cognitivas humanas.

Nas Figuras 7.1a, 7.1b e 7.1c Moraes et al. (2000), apresentam de forma mais detalhada as etapas de intervenção ergonômica no design de produtos.

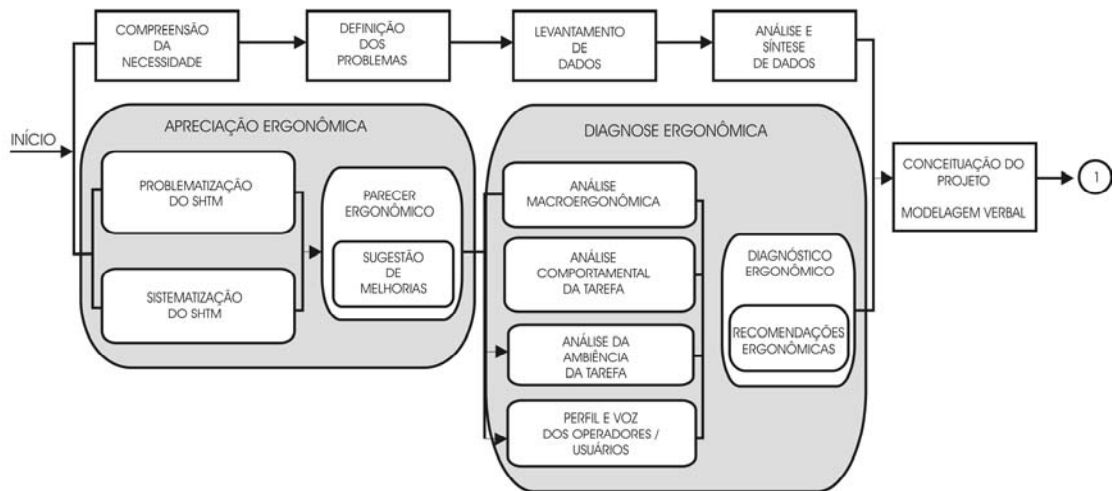


Figura 7.1a – Fluxograma da metodologia ergonômica para desenvolvimento de projetos.  
Fonte: Moraes et al. (2000).

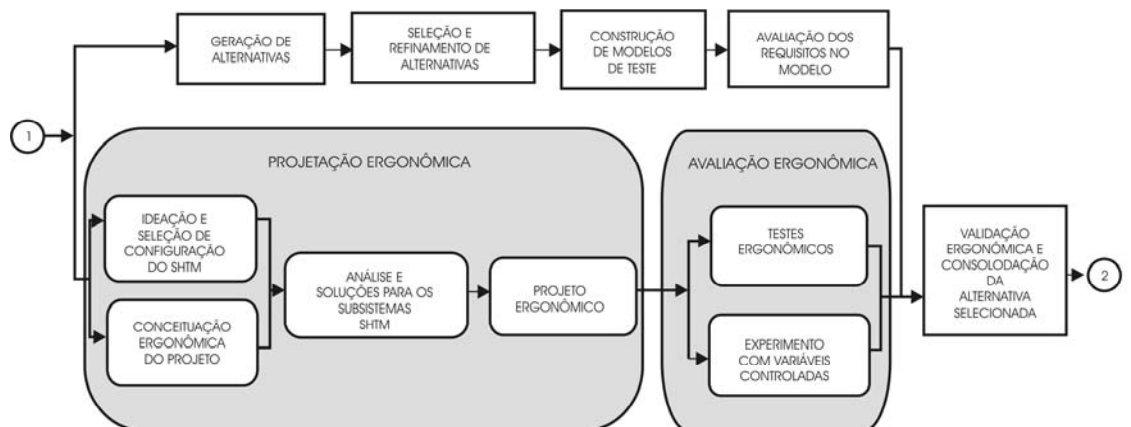


Figura 7.1b – Fluxograma da metodologia ergonômica para desenvolvimento de projetos.  
Fonte: Moraes et al. (2000).

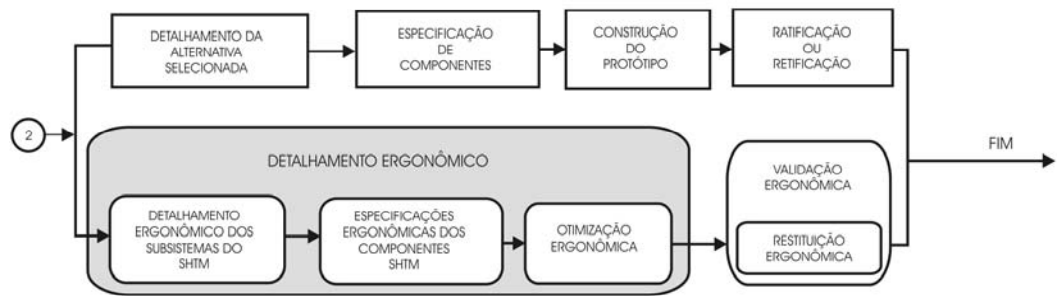


Figura 7.1c – Fluxograma da metodologia ergonômica para desenvolvimento de projetos.  
Fonte: Moraes et al. (2000).

Na apreciação ergonômica, é realizada a problematização para a categorização dos problemas encontrados na interface do produto com o usuário a qual se baseia nas categorias de problemas relacionadas a seguir. (MORAES, 1993:368):

Interficiais: configuração, morfologia, arranjo físico, dimensões, alcances de máquinas, equipamentos, consoles, bancadas, painéis e mobiliários.

Instrumentais: configuração, conformação, arranjo físico e topologia, priorização, ordenação, padronização, compatibilização e consistência, localização de painéis de supervisão (sinóticos, mostradores) e/ou comandos.

Informacionais: visibilidade, legibilidade, compreensibilidade e quantidade de informação, priorização e ordenação, padronização, compatibilização e consistência, arranjo físico, topologia e localização de componentes sígnicos – caracteres alfanuméricos e símbolos iconográficos – de sistemas de sinalização de segurança ou de orientação, de painéis sinóticos, telas de monitores de vídeo e mostradores, de manuais operacionais e apoios instrucionais.

Acionais: priorização e ordenação, padronização, compatibilização e consistência, arranjo físico, topologia e localização, configuração, conformação, apreensibilidade, dimensões, movimentação e resistência de comandos manuais e pediosos.

Comunicacionais: articulação e padronização de mensagens verbais por alto-falantes, microfones e telefonia; priorização e ordenação, arranjo físico, localização, configuração, conformação e dimensões de equipamentos de comunicação oral.

Cognitivos: compreensibilidade, consistência da lógica de codificação e representação, compatibilização de repertórios, significação das mensagens; processamento de informações, coerência dos estímulos, das instruções e das ações e decisões envolvidas na tarefa, compatibilidade entre a quantidade de informações, complexidade e/ou riscos envolvidos na tarefa; navegação de acordo com as estratégias do usuário de resolução de problemas; qualificação, competência e proficiência do operador.

Movimentacionais: limites de peso para levantamento e transporte manual de cargas, segundo a distância horizontal da carga em relação à região lombar da coluna vertebral, o curso vertical do levantamento ou abaixamento da carga, a origem e o destino da carga, conformação da carga e frequência de manipulação da carga.

Espaciais/arquiteturais: aeração, insolação e iluminação do ambiente; isolamento acústico e térmico; áreas de circulação e *layout* de instalação das estações de trabalho; ambiência gráfica, cores do ambiente e dos elementos arquiteturais.

Físico-ambientais: iluminação, ruído, temperatura, vibração, radiação, pressão, dentro dos limites da higiene e segurança do trabalho, e considerando as especificidades da tarefa.

Químico-ambientais: toxicidade, vapores e aerodispersóides; agentes biológicos (microorganismos: bactérias, fungos e vírus), que respeitem padrões de assepsia, higiene e saúde.

Securitários: controle de riscos e acidentes através de atividades preventivas, pela manutenção de máquinas e equipamentos, pela utilização de dispositivos de proteção coletiva e, em último caso, pelo uso de equipamentos de proteção individual

adequados, pela supervisão constante da instalação dos dutos, alarmes e da planta industrial em geral.

Operacionais: programação da tarefa, interações formais e informais, ritmo, repetitividade, autonomia, pausas, supervisão, precisão e tolerância das atividades da tarefa, controles de qualidade.

Organizacionais: parcelamento, isolamento, participação, gestão, avaliação, jornada, horário, turnos e escalas de trabalho, seleção e treinamento para o trabalho.

Instrucionais: programas de treinamento, procedimentos de execução da tarefa; reciclagens e avaliações.

Urbanos: planejamento e projeto do espaço da cidade, sinalização urbana e de transporte, terminais rodoviários, ferroviários e metroviários, áreas de circulação e integração, áreas de repouso e de lazer, sistemas públicos de informação.

Na metodologia centrada no usuário, apresentada por Soares (2000:2), ele mostra também a necessidade da construção de modelos realísticos adequados ao atendimento das especificações e objetivos definidos para eles, e observa que, nas fases anteriores, podem-se utilizar também modelos não funcionais e *mock-ups* para a avaliação das melhores alternativas. Um resumo da sua metodologia é apresentado na Figura 7.2.

Quaresma (2001:28) também recomenda que, após o projeto conformado e dimensionado, devem-se construir, sempre, modelos volumétricos e/ou protótipos para testar com uma amostra de usuários. Deste modo, verifica-se se os requisitos estabelecidos anteriormente estão sendo atendidos no projeto (avaliação e validação do projeto). O processo termina com mais testes e avaliações, feitos com os consumidores do produto, quando o produto já está no mercado, para serem feitas futuras modificações.

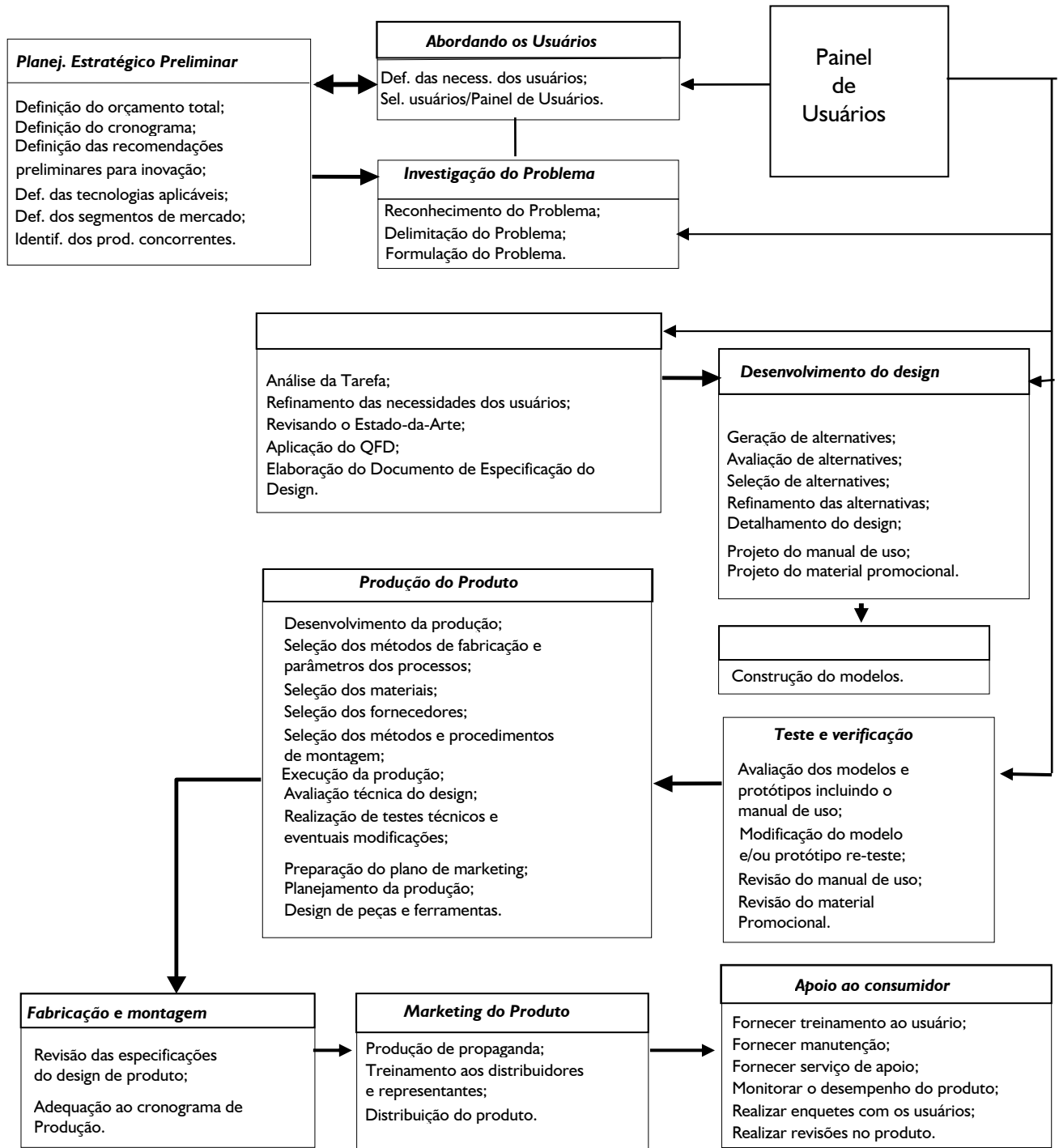


Figura 7.2 - Método de design centrado no usuário  
 Fonte: Soares (2000:3).