



**SISTEMA COMPUTACIONAL PARA A OBTENÇÃO DAS
ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO DE PRODUTOS INDUSTRIAIS.
ESTUDO DE CASO.**

Antonio Jorge Hernández Fonseca, Dr. Eng.

Departamento de Engenharia Mecânica - Centro Tecnológico - Universidade Federal do Pará -
Campus Universitário – Guamá – CEP. 66075.900-Belém-Pará

Prof. Celso Augusto Coelho, M. Eng.

Departamento de Engenharia Mecânica - Centro Tecnológico - Universidade Federal do Pará -
Campus Universitário – Guamá – CEP. 66075.900-Belém-Pará.

Leonardo M. B. Lima, Ms. Eng.

Departamento de Engenharia Mecânica - Centro Tecnológico - Universidade Federal de Santa
Catarina - Campus Universitário Trindade – Florianópolis, SC.

***Resumo.** O trabalho apresenta um sistema computacional elaborado visando a obtenção das Especificações de Projeto de Produtos Industriais, aplicado num caso real. O projeto de uma Cadeira Escolar foi escolhido como estudo de caso. Essa aplicação mostra a efetividade da metodologia implícita no sistema computacional desenvolvido numa plataforma DELPHI, com possibilidades de utilização em qualquer tipo de projeto de produto industrial.*

Palavras –chave: Metodologia de Projeto, Processo de Projeto, Sistema Computacional

1. PROJETO DE UMA CADEIRA ESCOLAR. ANÁLISE DO PROBLEMA DE PROJETO

O problema de projeto é simples, trata-se de projetar uma cadeira escolar para ser usada nos meios universitários. A informação adicional foi levantada pela equipe de projeto.

Foi usado o sistema computacional, SEPI – Sistema de Apoio à Obtenção das Especificações de Projeto de Produtos Industriais, contido em (Fonseca, 2000), visando executar integralmente o trabalho de Projeto Informacional. O SEPI dispõe de várias interfaces de entrada, que são utilizadas para alimentar os dados e interagir com o mesmo.

Independentemente do uso de sistema computacional, é preciso uma análise detalhada da informação que deve ser levantada no início do projeto. Para a cadeira escolar, foram precisas visitas aos fabricantes, visando levantar dados dos sistemas produtivos, assim como visitas aos sistemas de comercialização destes produtos, para conhecer elementos de mercado. Não existe sistema computacional que substitua o conhecimento direto do tipo de produto que vai ser projetado. Após o conhecimento desses elementos indispensáveis sobre a cadeira escolar, utilizou-se o SEPI. Na Fig. (1), tem-se a interface através da qual se abre um novo arquivo, neste caso, para o projeto da cadeira escolar, e se fornece um código para armazenar e recuperar este projeto.

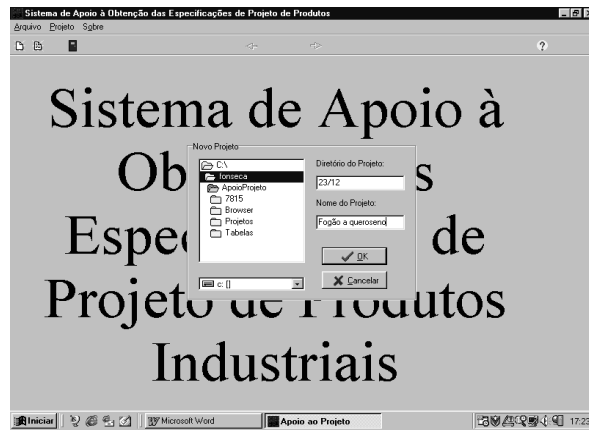


Figura 1. Interface para abertura de novo arquivo.
 Na Fig. (2), além dos dados anteriores, é fornecido o problema de projeto, como recebido.

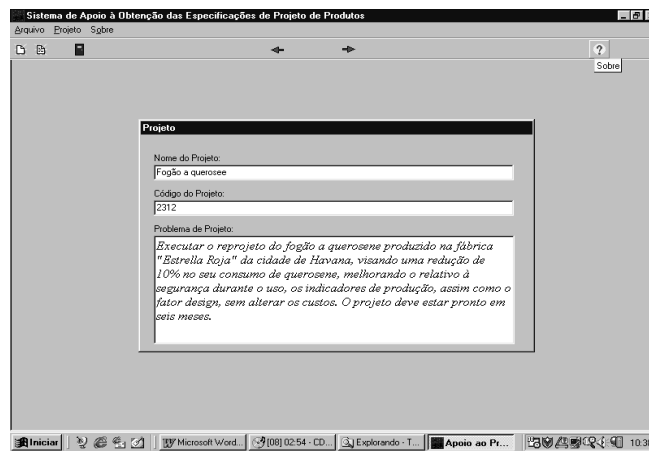


Figura 2. É fornecido ao sistema o Problema de Projeto tal como recebido.

Em seguida e numa outra interface, Fig. (3), alimenta-se o sistema com os seguintes dados : tipo de produto, tipo de projeto e tipo de produção, que prepara os algoritmos a serem usados pelo sistema, para propostas posteriores. Os dados fornecidos são, parcialmente, resultados das pesquisas de campo realizadas, assim como das decisões tomadas pela equipe de projeto.

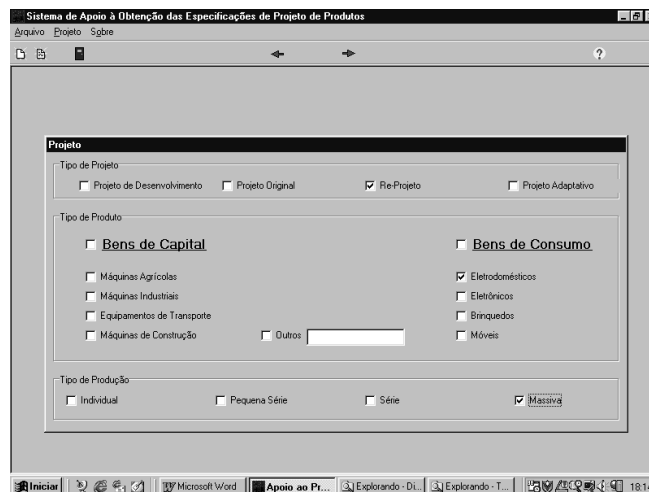


Figura 3. É fornecido ao sistema dados importantes: tipo de projeto, produto e produção.

O sistema propõe, então, uma lista de endereços eletrônicos, onde podem ser procuradas informações sobre patentes, fabricantes de produtos similares e tecnologias de produção com possibilidades de utilização para produzir o produto sob análise. A interface aparece na Fig. (4). O sistema apoia o usuário projetista, através de um "browser", que é acionado clicando duplamente sobre o endereço selecionado, indo diretamente ao "site" correspondente.

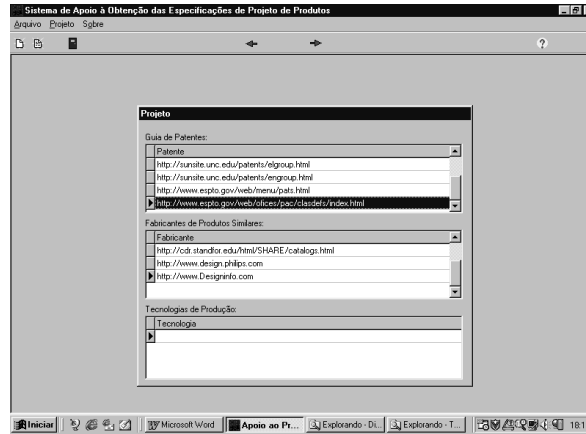


Figura 4, O sistema fornece sites para procura de informação sobre o produto.

A interface onde devem ser, finalmente, concentradas as informações resultantes desta primeira etapa, que inclui a seleção dos produtos concorrentes, aparece na Fig. (5).

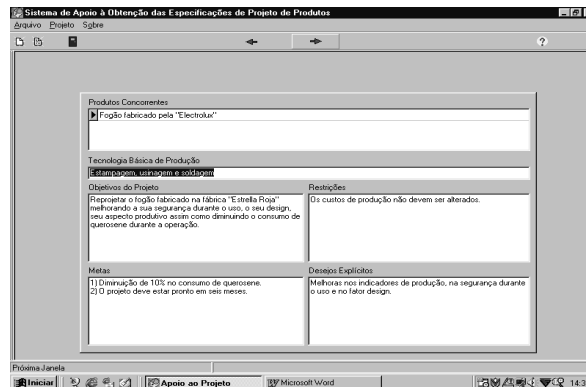


Figura 5. Interface resumo com os dados do projeto.

2. DEFINIR CICLO DE VIDA E ATRIBUTOS DO PRODUTO.

O sistema computacional propõe, na interface da Fig.(6), uma lista de fases do ciclo de vida para este tipo de produto, assim como uma lista de atributos básicos do produto.

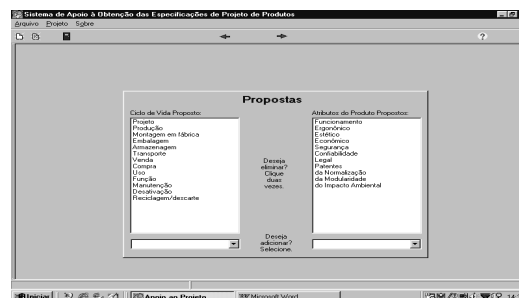


Figura 6. O sistema propõe fases do ciclo de vida e atributos do produto.

3. DEFINIÇÃO DAS NECESSIDADES DO PROJETO.

O sistema computacional fornece, na continuação, a matriz de apoio ao levantamento das necessidades de projeto, preparando as linhas da matriz com as fases do ciclo de vida e as colunas com os atributos básicos do produto definidos antes, facilitando o trabalho do projeto.

Na Fig. (7), mostra-se uma parte da matriz preenchida através do sistema computacional. O sistema fornece, também, um resumo dos requisitos de usuário levantados pela equipe de projeto, que aparece na Fig. (8) e que permite uma edição, eliminação ou adição dos mesmos.

The screenshot shows a software window titled 'Sistema de Apoio à Obtenção das Especificações de Projeto de Produtos'. Inside, there is a table titled 'Definição dos Requisitos do Usuário'. The table has columns for 'Ergonômico', 'Estético', 'Econômico', 'Segurança', 'Confiabilidade', 'Legal', and 'Pa'. The first row contains the text 'Facilitar a montagem' under 'Ergonômico' and 'Ter mínimo de partes' under 'Econômico'. Below this, there are several empty rows. At the bottom of the window, there is a navigation bar with tabs for 'Montagem em fábrica', 'Embalagem', 'Armazenagem', 'Transporte', 'Venda', 'Compra', 'Uso', 'Função', 'Manutenção', and 'Desativ'. The Windows taskbar at the bottom shows 'Iniciar', 'Apoyo ao Projeto', and 'Microsoft Word'.

Figura 7. Matriz de apoio à definição das necessidades.

The screenshot shows a software window titled 'Sistema de Apoio à Obtenção das Especificações de Projeto de Produtos'. Inside, there is a summary of user requirements organized into a grid of boxes, each representing a lifecycle phase. Each box contains a list of requirements with checkboxes. The phases and their requirements are: 'Projeto' (empty), 'Produção' (Ter iguais gabaritos, Ter normas da fábrica, Ter iguais materiais), 'Montagem em fábrica' (Facilitar a montagem, Ter mínimo de partes, Ter mínimo de partes), 'Embalagem' (Ter embalagem padrão), 'Armazenagem' (Ter volume mínimo), 'Transporte' (Ter volume mínimo), 'Venda' (Seja leve), 'Compra' (Ter boa aparência), 'Uso' (Seja facilitado o uso, Seja mais seguro), 'Função' (Seja mais eficiente, Seja mais seguro, Seja mais confortável), 'Manutenção' (Ter mínimo de partes, Ter peças iguais ao anterior), and 'Desativação' (Facilitar a desmontagem). The Windows taskbar at the bottom shows 'Iniciar', 'Apoyo ao Projeto', and 'Microsoft Word'.

Figura 8. Resumo dos requisitos de usuário em cada fase do ciclo de vida.

4. CONVERSÃO DAS NECESSIDADES EM REQUISITOS DO USUÁRIO.

Para a cadeira escolar sob análise, existe uma função principal e várias funções secundárias. As definições formam parte do trabalho da fase seguinte do processo de projeto, denominada Projeto Conceitual, que escapa aos objetivos desta fase. Contudo, nessa fase, poderia surgir uma outra função pouco usual ou recomendada, dentre as necessidades levantadas. Abaixo segue a lista de requisitos de usuário definidos para a cadeira escolar:

- Não seja dura.
- Ter porta material.
- Ter mesa mais larga.
- Ter porta material na mesa.
- Ter mesa inclinada.
- Não ter cantos vivos.
- Ter medidas ergonôm.
- Ter estrutura leve.
- Ter formas anatômicas.
- Não ter ressaltos.
- Ter encosto maior.
- Ter cor agradável.
- Ser de fácil soldagem.
- Ser pintada sem desp.
- Ser facilmente transportada.

Ser facilmente armazenado. Ter fácil montagem. Ter fácil manutenção.
 Ter mínimo tempo de produção. Ter mínimo custo de produção. Ter estrutura mais resistente.

5. CONVERSÃO DOS REQUISITOS DE USUÁRIO EM REQUISITOS DE PROJETO.

Esta etapa se apoia numa outra matriz, denominada matriz de conversão dos requisitos de usuário em requisitos de projeto. A interface é mostrada na Fig. (9).

Req. do Usuário / Características	Geométricos	Material	Cor	Peso ou massa	Forças
Ter iguais gabaritos	Peças similares	Aço, cobre			
Ter normas da fábrica					
Ter iguais materiais		Aço, cobre			
Facilitar a montagem	Peças similares				
Ter mínimo de partes	Eliminar pernas				
Ter mínimo de parafusos					
Ter embalagem padrão					

Figura 9. Matriz de apoio à conversão dos req. de usuário em req. de projeto.

A lista final dos requisitos de projeto definidos com ajuda desta matriz é:

Usar formas ergonômicas; Madeira e tubo de aço; Dispor porta material na cadeira e na mesa;
 Aumentar a área útil da mesa; Aumentar o encosto; Inclinarmesa;
 Eliminar cantos vivos ressalt; Reduzir peças; Evitar cores vivos;
 Reduzir juntas complexas; Formas encaixáveis; Que possa ser empilhável;
 Usar fixadores padrões; Usar peças similares; Fazer estrutura rígida;

O sistema computacional fornece uma outra interface, que se mostra na Fig. (10), que contém o resumo dos requisitos de projeto definidos, visando eliminar repetições, ou até para introduzir, antes do trabalho com a casa da qualidade, outros requisitos de projeto que a equipe de projeto entenda devam formar parte da lista final.

Geométricos	Material	Cor
<input checked="" type="checkbox"/> Peças iguais	<input checked="" type="checkbox"/> Aço, cobre	<input checked="" type="checkbox"/> Branco
<input checked="" type="checkbox"/> Peças similares		
<input checked="" type="checkbox"/> Eliminar pernas		
<input checked="" type="checkbox"/> Reduzir altura		
Peso ou massa	Forças	Cinética
<input checked="" type="checkbox"/> Reduzir peças		
Tipo Energia	Fluxo	Sinais
Estabilidade	Qualidade	
	<input checked="" type="checkbox"/> Ter as normas da fábrica	

Fig. 10.- Resumo dos requisitos de projeto definidos.

6. AVALIAR REQUISITOS DE USUÁRIO VS. REQUISITOS DE PROJETO.

A etapa seguinte é a da casa da qualidade. O SEPI fornece uma interface computacional para a casa da qualidade, onde aparecem convenientemente alocados os requisitos de usuário definidos nas linhas e os requisitos de projeto nas colunas, além de colocar os concorrentes definidos durante a pesquisa informativa, na matriz secundária, fornecendo todo o subsídio para o trabalho operativo e de hierarquização típico da casa da qualidade, conforme Fig. (11).

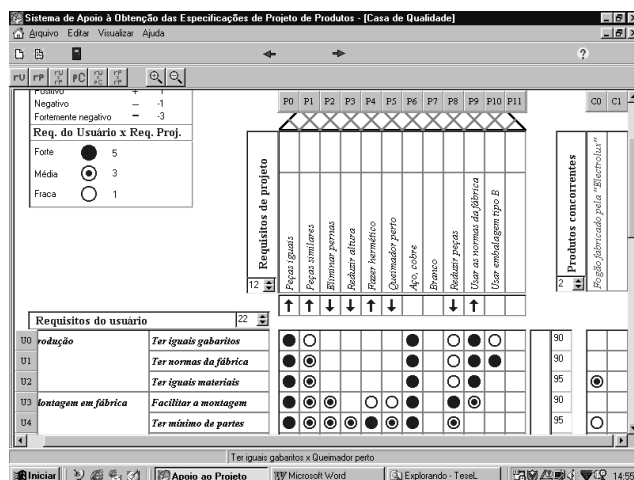


Figura 11. Casa da qualidade da Cadeira Escolar.

O sistema computacional desenvolvido, fornece duas hierarquizações diferentes dos requisitos de projeto: uma primeira hierarquização, levando em conta somente as avaliações da matriz principal da casa da qualidade; uma segunda hierarquização que introduz, às avaliações da matriz principal, os critérios do telhado da casa. O SEPI possui um algoritmo que utiliza as diferentes hierarquizações como ponto de partida para definir as especificações de projeto, fornecendo uma tabela, dividida em três grupos de requisitos, para cada tipo de hierarquização disponível, como aparece na interface da Fig. (12).

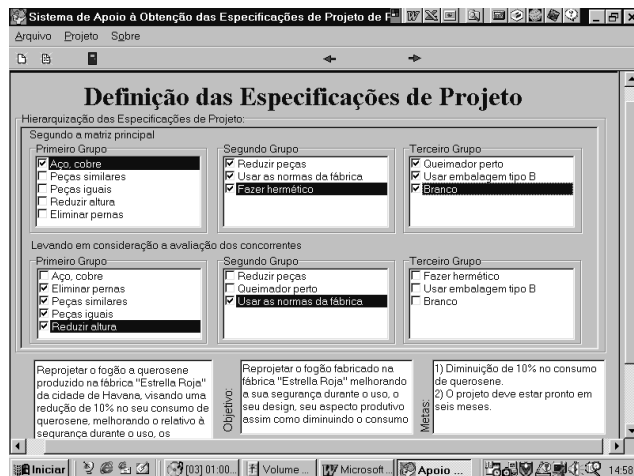


Figura 12. Resumo das hierarquizações feitas na casa da qualidade.

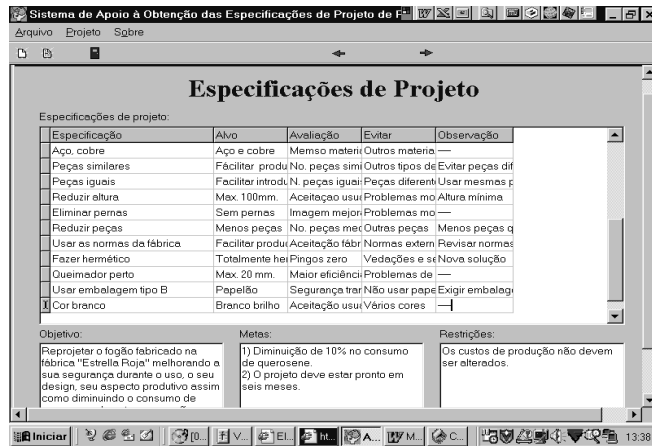


Figura 13. Interface final de definição das Especificações de Projeto.

7. DEFINIÇÃO FINAL DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.

Foram definidos, para a cadeira escolar, 15(quinze) requisitos de projeto, os que uma vez hierarquizados na casa da qualidade, conformaram a base para definir as especificações de projeto. O sistema dispõe da interface, na Fig. (12), onde a equipe de projeto decide, segundo as duas hierarquizações disponíveis, as Especificações finais de projeto.

Finalmente, o sistema fornece a interface da Fig. (13) onde a equipe de projeto complementa, segundo a análise da interface anterior, cada requisito de projeto com os alvos, as avaliações, o que deve ser evitado e as observações, para que sejam considerados, finalmente, como especificações de projeto.

A relação das especificações de projeto da Cadeira Escolar aparece no quadro a seguir:

Especificação	Alvo	Avaliação	Evitar	Observações
Formas ergonômicas	Conforto	Aceitação	Problema de montagem	-
Formas encaixáveis	Armazenagem	Aceitação	Formas complexas	-
Reduzir peças	Peso	Peso menor	Estrutura fraca	-
Usar madeira	Preço	Aceitação	Peso excessivo	-
Eliminar cantos vivos	Acidentes	Segurança	Alto custo	-
Peças similares	Montagem	No. de peças	Peças diferentes	-
Reduzir juntas complexas	Fabricação	Aceitação	Solução complexa	-
Mesa com porta material	Conforto	Usuário	Dimensões grandes	-
Eliminar excesso estrutura	Menor peso	Aceitação	Solução complexa	-
Maior área de mesa	Função	Aceitação	Dimensões excessivas	-
Fixadores padrões	Fabricação	Aceitação	Maior preço	-
Inclinar mesa	Empilhabilidade	Aceitação	Dimensões grandes	-
Aumentar encosto	Conforto	Aceitação	Alto custo	-
Estrutura madeira quadrada	Estética	Visual	Alto custo	-
Evitar cores vivas	Estética	Visual	Maior preço	-

8. BIBLIOGRAFIA.

- Back, N., 1983, Metodologia de Projetos de Produtos Industriais, Guanabara, Rio de Janeiro.
- Fonseca, A. J. H., 1996, Desenvolvimento de uma Sistemática para a Obtenção das Especificações de Projeto de Produtos Industriais, Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, do

CURSO de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, Brasil.

Fonseca, A. J. H., 2000, _Sistematização do Processo de Elaboração das Especificações de Projeto de Produtos Industriais e sua Implementação Computacional_, Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica, do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, Brasil, Outubro de 2000.

Hubka, V and Eder, W. E., 1988, Theory of Thechnical Systems, London, Springer-Verlag.

Pahl, G. and Beitz, W., 1996, Engineering Design-A Systematic Approach, Springer-Verlag, London Limited.

COMPUTATIONAL SYSTEM AIMING AT INDUSTRIAL PRODUCTS DESIGN SPECIFICATIONS OBTAINMENT. STUDY CASE.

Antonio Jorge Hernández Fonseca, Dr. Eng.

Departamento de Engenharia Mecânica - Centro Tecnológico - Universidade Federal do Pará - Campus Universitário – Guamá – CEP. 66075.900-Belém-Pará

Prof. Celso Augusto Coelho, M. Eng.

Departamento de Engenharia Mecânica - Centro Tecnológico - Universidade Federal do Pará - Campus Universitário – Guamá – CEP. 66075.900-Belém-Pará.

Leonardo M. B. Lima, Ms. Eng.

Departamento de Engenharia Mecânica - Centro Tecnológico - Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Universitário Trindade – Florianópolis, SC.

***Abstract.** This paper presents a computational system aiming at Industrial Products Design Specifications obtainment, applied in a real case. The design of a School Chair was chosen as a study of case, as a sample of the implicit methodology effectiveness in the computational system fit on a platform Delphi with possibilities to apply it in any industrial product design kind.*

***Keywords.** Design Methodology, Design Process, Computational System*