

DESENVOLVIMENTO DE UMA LIXADEIRA DE CINTA PARA DESBASTE E ACABAMENTO

Matheus Bürger Rodrigues, matheus.burger.rodrigues@gmail.com

Cíntia Nogueira, cintia.engmec@gmail.com

Leonardo Nabaes Romano, romano@smail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Departamento de Engenharia Mecânica, Campus Universitário, Av. Roraima – Santa Maria – RS

***Resumo:** Com o objetivo de suprir uma necessidade da indústria metal-mecânica da região de Santa Maria, RS, iniciou-se, no Laboratório de Projeto de Sistemas Técnicos (LPST), do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), o projeto de uma máquina que fosse capaz de substituir esmeris de bancada, bem como lixadeiras manuais, lixas manuais e retfijas planas para certas operações de desbaste e acabamento superficial. Para o desenvolvimento de tal máquina, seguiu-se uma metodologia de projeto de produtos, dividida em cinco fases, a serem seguidas em sequência para o desenvolvimento do equipamento. Primeiramente tem-se a fase de planejamento do projeto, na qual foram identificadas características do mercado, público-alvo, produtos já existentes no mercado e o nome do produto; também foi gerado um cronograma que contempla todo o andamento do projeto. Logo após, iniciou-se a fase de projeto informacional, em que foram obtidos os requisitos do projeto com base nas necessidades dos clientes, sendo as principais necessidades identificadas a capacidade de desbastar com bom acabamento superfícies planas e radiais, bom acabamento da superfície desbastada e flexibilidade de tipos de acabamento. Obtidos os dados das fases anteriores, iniciou-se a fase de projeto conceitual, na qual foram identificados os problemas essenciais para definição da função global do produto. Para que a função global fosse cumprida, foram definidas diversas subfunções, a fim de buscar princípios adequados de solução. Após a determinação dos princípios de solução, iniciou-se a fase de projeto preliminar, na qual se fez o desenvolvimento da estrutura em que o projeto será construído, de acordo com critérios econômicos e técnicos. Com isso, definiu-se a configuração da solução, selecionaram-se os materiais empregados para a construção dos componentes e definiram-se as principais dimensões, obtendo-se, assim, a lista de materiais. Na fase de projeto detalhado, o plano de manufatura foi concretizado, levando em conta os aspectos de fabricação considerados desde o início da obtenção das primeiras concepções. Após isso, foi feita a construção, a manufatura e os testes do primeiro protótipo, que permitiram a aprovação do conceito desse protótipo e a determinação de aperfeiçoamentos para futura fabricação em escala industrial. Os resultados finais do desenvolvimento do projeto e aplicação da metodologia foram, além da melhor compreensão da metodologia e da aplicação dos seus passos, a obtenção de um protótipo da máquina que já se encontra em funcionamento no Núcleo de Automação e Processos de Fabricação da UFSM.*

***Palavras-chave:** Lixadeira de cinta, desbaste, acabamento superficial, projeto de produto.*

1. INTRODUÇÃO

Com a intensa evolução da competitividade e da exigência do mercado consumidor por produtos de maior confiabilidade e qualidade, as indústrias, com o passar dos tempos, sentiram a necessidade de melhorar seus processos de manufatura. Assim surgiram inúmeras ferramentas que contribuíram para que isso se concretizasse.

Com o objetivo de facilitar a produção e melhorar a qualidade dos produtos da indústria metal-mecânica, identificou-se a necessidade de um sistema técnico que proporcionasse, de forma rápida e flexível, ao usuário dar acabamento e efetuar pequenos desbastes nas peças após os processos necessários na fabricação destas.

Em processos comuns, como usinagem, solda, forjamento e fundição, existe a necessidade de, após o processo principal de fabricação, remover defeitos da peça, tais como: rebarbas, cantos vivos e imperfeições superficiais. Para tanto, buscou-se o desenvolvimento de um produto que atendesse de forma satisfatória todas estas aplicações, sendo portanto bastante flexível e versátil. Deve também trabalhar de forma rápida e segura para que possa ser adequado aos padrões de produção apresentados atualmente.

Para que o produto a ser desenvolvido pudesse atender de forma adequada a todos os requisitos tendo em vista as diversas aplicações, buscou-se uma metodologia que pudesse direcionar este estudo. Foi utilizada a metodologia de projeto de produtos baseada no modelo de referência desenvolvido por Romano (2003). Esse modelo definido pelo autor, foi citado e transcrito por Back et al (2008) como Modelo do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto, podendo portanto ser utilizado como referência para o desenvolvimento de diversos produtos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Há uma grande complexidade no desenvolvimento de novos produtos, tendo em vista que deve ser considerado o tempo de desenvolvimento, normalmente bastante curto; a qualidade do produto; os diversos interesses envolvidos, bem como os custos de produção.

É difícil considerar todos os fatores envolvidos de maneira intuitiva, e um projeto realizado pelo método da tentativa e erro consome muito tempo e recursos, pois leva a muitos retrabalhos. Indo ao encontro desta afirmação, a ABNT (2000) define projeto como sendo um processo único, consistindo de um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para início e término empreendido para alcance de um objetivo, conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos. Assim sendo, não cabe a utilização de métodos intuitivos e não estruturados de projeto, fazendo-se necessária a utilização de uma metodologia com etapas bem definidas.

2.1 Modelo de Referência para o desenvolvimento de produtos

Para que o processo possa ser bem desenvolvido, deve ser adotada uma metodologia que sirva como base para o mesmo. Romano (1996) versa que uma forma de sintetizar um trabalho é por meio da elaboração e utilização de uma metodologia de execução de atividades para efetuar a sua realização. Dessa forma, para a elaboração de um trabalho, é necessária a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos, em um estudo que envolve várias fases, indo desde a formulação do problema até a apresentação dos resultados, em que a metodologia utilizada deverá estar bem definida desde o início dos estudos, assim como as justificativas para o seu uso.

Romano (2003), formulou um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas. Segundo este modelo, cada projeto envolve normalmente diversas fases, as quais conduzem à elaboração progressiva do produto, desde a idéia inicial até a definição completa das especificações e de suas características, culminando com o lançamento do produto no mercado. Define, ainda, que é bastante adequado dividir a elaboração dos projetos de produto e do processo de projeção em cinco fases: planejamento do processo, projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado.

Este modelo de referência está representado graficamente pela Fig. (1).

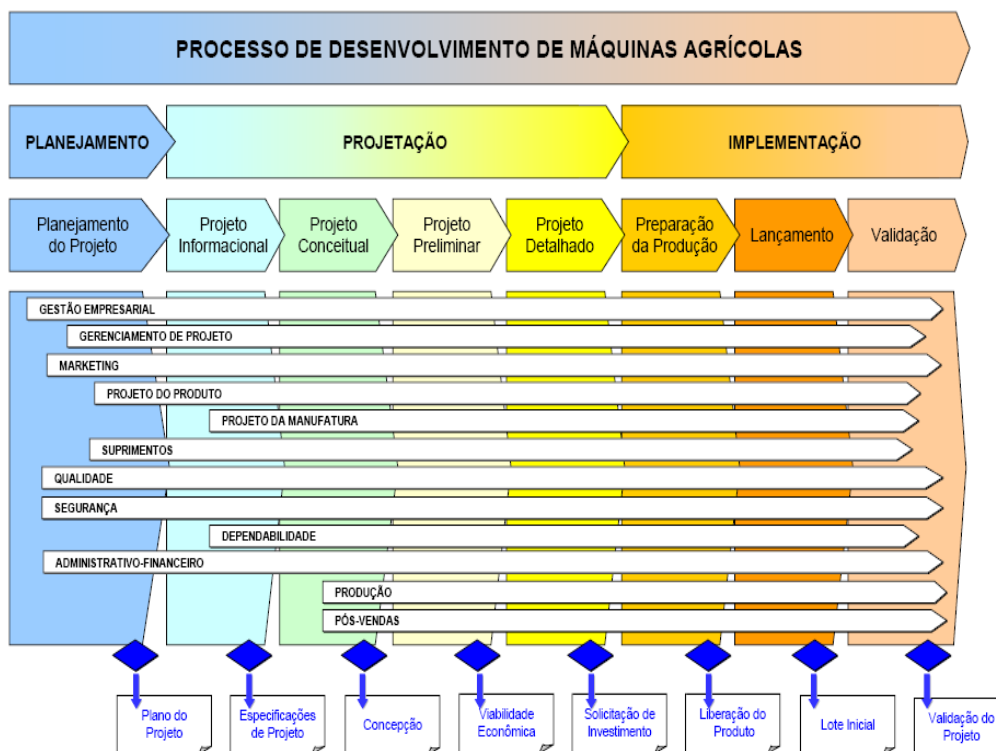


Figura 1. Modelo do processo de desenvolvimento integrado de produto. Fonte: Romano (2003).

O modelo de referência desenvolvido por Romano, foi transcrito por Back et al (2008), o qual apresentou a possibilidade de usar o mesmo como base para o desenvolvimento integrado de produtos industriais.

Durante o desenvolvimento da lixadeira de cinta, o modelo transcrito em Back et al (2008) foi utilizado como referência e orientação, porém não foi rigorosamente seguida, pois, como afirma Lima (2001) os modelos de projeção estabelecem um modo de pensar, abordar e articular os problemas organizacionais e desempenham um papel de referência, ou seja, operam como prescrição para os agentes que tomam decisão a respeito de práticas a serem empregadas nas operações e processos organizacionais. Os modelos de projeção podem, ainda, ser vistos como uma forma de solucionar os problemas de eficiência colocados à organização, buscando uma teoria local para a efetividade, na medida da ação e de sua especificação.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada no projeto será a seguir sucintamente descrita. Pahl et al. (2005) definem metodologia de projeto como um procedimento planejado, com indicações concretas de condutas a serem observadas no desenvolvimento e no projeto de sistemas técnicos, que resultam de conhecimentos na área da ciência de projeto e da psicologia cognitiva e também da experiência com diferentes aplicações.

A metodologia adotada para o desenvolvimento da máquina foi a proposta por Romano (2003) que apesar de ter sido desenvolvida para projeto de máquinas agrícolas, Back et al (2008) a utiliza para o desenvolvimento de qualquer tipo de produto industrial. O modelo representado na figura acima, de acordo com Back (2008), é decomposto em três macrofases:

- Planejamento do projeto: envolve a elaboração do plano do projeto do produto;
- Elaboração do projeto do produto: envolve a elaboração do projeto de produto e do plano de manufatura, decompondo-se em quatro fases denominadas projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado;
- Implementação: envolve a execução do plano de manufatura na produção da empresa e o encerramento do projeto. Decompõem-se em três fases denominadas por: preparação da produção, lançamento e validação do produto.

As macrofases citadas são decompostas em oito fases, sendo que, quando cada fase é finalizada, esta passa por uma avaliação, a qual autoriza o seguimento do projeto para a próxima fase.

3.1 Planejamento do Projeto

O planejamento do projeto consiste na organização do trabalho a ser desenvolvido, como a determinação do mercado e público-alvo a ser atingido. Também são definidos nessa fase o preço-meta de produção do equipamento e o nome do mesmo.

3.2 Projeto Informacional

O projeto informacional, como o próprio nome deixa claro, consiste em buscar todas as informações pertinentes e esclarecer as expectativas das diversas partes interessadas no produto em questão. Para isto, são realizadas pesquisas de mercado e público alvo, para que possam ser identificados os chamados requisitos de clientes. Pahl et al. (2005) definem que os requisitos básicos determinam o sucesso ou fracasso do produto. Os requisitos de clientes devem ser transformados em fatores diretamente aplicáveis e mensuráveis, sendo então chamados de requisitos de projetos. Com a obtenção dos requisitos de projetos, encerra-se a fase de projeto informacional, passando então para a fase seguinte, o projeto conceitual.

3.3 Projeto Conceitual

A fase de projeto conceitual consiste no desenvolvimento do produto propriamente dito. Para que isto possa ser realizado, inicia-se fazendo uma abstração do produto, a fim de identificar a função global do mesmo. Definida a função global, desdobra-se a mesma em subfunções até que estas se tornem funções elementares. Identificadas as funções elementares, pode-se partir para a busca de princípios de solução para as mesmas. Os princípios de solução serão então dispostos em uma matriz morfológica, na qual serão combinados de acordo com as compatibilidades entre os mesmos.

Dessa forma, serão obtidas algumas configurações para o produto, dentre as quais será selecionada a que melhor atender aos requisitos.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

3.4 Projeto Preliminar

Esta fase destina-se ao estabelecimento do leiaute final do produto e à determinação da sua viabilidade técnica econômica. O produto é modelado em um software CAD e é feito um plano de manufatura do protótipo. O projeto é então novamente avaliado para que se possa passar para a próxima fase, que consiste na fase de projeto detalhado.

3.5 Projeto Detalhado

A fase de elaboração do projeto detalhado do produto destina-se a vários propósitos, como por exemplo, construção e aprovação do protótipo, finalização das especificações dos componentes e o planejamento de produção do produto de forma detalhada. Durante esta fase se dá a finalização e aprovação do projeto.

Após a solução escolhida, tornou-se necessário o desenvolvimento da estrutura de construção do equipamento, de acordo com critérios econômicos e técnicos. Com isso, definiu-se a configuração da solução, o que acarretou a necessidade da escolha dos materiais a serem empregados na construção dos componentes e na definição das principais dimensões, obtendo-se, com isso, uma lista de materiais.

Com a lista de materiais pronta, com cada item com suas respectivas quantidades e dimensões estabelecidas, obteve-se uma estimativa do preço do protótipo. Com todos esses itens definidos, o projeto do produto começou a ganhar uma forma mais visível onde pode-se decidir dimensões e tolerâncias visando a produção.

Por fim, elaborou-se o projeto detalhado, no qual o plano de manufatura foi concretizado. Salienta-se, no entanto, que esse detalhamento já fora pensado e levado em consideração desde o início das primeiras concepções. É nesta fase que se iniciou a captação de recursos financeiros para construção, manufatura e testes do primeiro protótipo e estabeleceram-se as especificações técnicas e registro do que foi aprendido com esta experiência.

Além do detalhamento final de cada componente, foram feitas também otimizações com relação à forma, material, superfícies, tolerâncias e ajustes.

4. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do projeto foi feito utilizando-se a metodologia como um guia, adequando-a as situações encontrada, pois segundo Menegatti (2004, p.50), metodologias de projeto não devem ser aplicadas cegamente, mas, ao contrário, devem servir como um guia, permitindo seu desdobramento e adequação para problemas distintos. Com base nessa afirmação,

4.1 Planejamento do produto

O projeto foi planejado partindo-se da escolha do nome a ser dado a este projeto; após, definiu-se o público-alvo, determinaram-se as características básicas do produto assim como um preço meta e um cronograma de desenvolvimento de todas as atividades referentes ao projeto.

O nome definido para o produto foi “Lixadeira de cinta industrial”, por explicitar as principais características da máquina. Foi determinado como mercado a região sul do país pois oferece uma grande demanda desses produtos visto que engloba regiões industriais. O público-alvo é a indústria metal-mecânica que necessita de acabamento superficial e desbastes no seu processo produtivo, principalmente cutelarias e serralherias. O custo-meta de produção da máquina será estabelecido em R\$ 1.200,00, visto que possibilita concorrer de maneira eficiente com os preços existentes no mercado bem como dar lucro à empresa fabricante.

4.2. Projeto informacional

Após o planejamento inicial, partiu-se para o projeto informacional. Nesta etapa, definiram-se as necessidades básicas que o sistema técnico deve suprir, sendo as principais: capacidade de desbastar com bom acabamento superfícies planas e radiais, dar bom acabamento das superfícies desbastadas e flexibilidade de tipos de acabamento. A fim de melhor explicitar as informações obtidas no projeto informacional, gerou-se uma lista de requisitos. Dessa forma, definiram-se os seguintes requisitos básicos da lixadeira de cinta:

- lixar peças de diversos formatos e tamanhos;
ser adaptável a diversas posições de trabalho;
- possibilitar o apoio de peças planas, a fim de ter um desbaste mais uniforme;
- possibilitar algumas variações de velocidade.

Devido a grande gama de funções que a lixadeira é capaz de executar, conclui-se que a mesma se trata de uma máquina universal. Segundo Rognitz, H. (1966) máquinas universais são aquelas que permitem diversos tipos de trabalho para um mesmo processo. Geralmente podem executar várias operações, tem uma grande capacidade de acionamento e comandos pouco complicados, porém sua potência e capacidade de produção são limitadas.

Como não houve tempo hábil para a realização de uma pesquisa junto aos clientes, especificaram-se os requisitos através da ferramenta *Brainstorming*, obtendo-se os seguintes resultados: a máquina deve ser de baixo custo, ser de fácil utilização, apresentar pouca manutenção, ser versátil, segura e ergonômica.

4.3. Projeto conceitual

Nesta fase, tomaram-se as decisões referentes às concepções do produto. Para isso, utilizou-se o método da síntese funcional apontado por Back et al. (2008), que faz referência às seguintes tarefas: formular o problema ou a função global do sistema em desenvolvimento; estabelecer uma estrutura ou um fluxo de funções do problema ou processo; pesquisar ou criar princípios de soluções alternativos para cada função da estrutura; combinar o princípio de cada função da estrutura para formar concepções alternativas para o problema global e selecionar as concepções viáveis.

Seguindo o método da síntese funcional, elaborou-se uma árvore de funções, que indicou as soluções escolhidas para executar a função global da máquina, sendo as principais soluções as seguintes: lixa em formato de cinta como elemento que efetuará o desbaste, motor elétrico trifásico acoplado a uma polia por correia como elemento propulsor e estrutura de aço como corpo da máquina.

4.4. Projeto preliminar

Nesta fase de projeto, as soluções escolhidas foram modeladas em CAD, estabeleceram-se os materiais dos quais os componentes serão construídos sendo que para os componentes estruturais da máquina foi escolhido o aço carbono SAE 1020, para o eixo de transmissão o aço SAE 1045 e para as polias e rodas condutoras da lixa o alumínio. Também foram especificados os itens a serem comprados de fornecedores como o motor de 1,5 cv, os rolamentos, parafusos e o inversor de frequência.

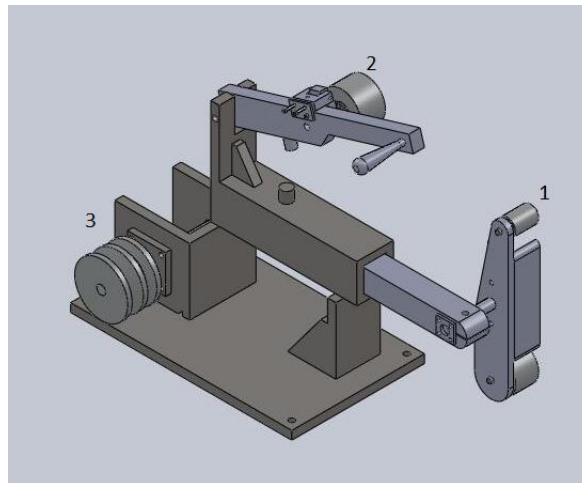


Figura 2. *Layout* da máquina (1-dispositivo de retifica, 2-sistema de centralização da lixa, 3-sistema motor).

4.5. Projeto detalhado

Para Pahl e Beitz (1996 *apud* Reis, 2003), nesta fase do projeto o *layout* final com as dimensões e as tolerâncias de todos os componentes devem ser finalmente fixados. Da mesma forma, a especificação dos materiais e a viabilidade técnico-econômica devem ser revistos. Com base nesses autores, elaborou-se um plano de manufatura que contempla a documentação necessária à produção do produto projetado.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do projeto possibilitou a comprovação de que o emprego de uma metodologia bem estruturada e com fases bem definidas permite a obtenção de resultados consoantes com os requisitos iniciais, considerando diferentes interesses no desenvolvimento do produto bem como diferentes áreas de conhecimento pertinentes.

Em testes práticos de utilização do protótipo verificou-se que o mesmo atende a demanda para qual foi projetado de maneira satisfatória. Dessa forma concluiu-se que utilizando uma metodologia de projeto é possível obter um resultado positivo, evitando perdas de tempo e capital entre as etapas de projeto ou retrabalhos.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000, “NBR 10006: Gestão da qualidade: diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos”. Rio de Janeiro. 18 p.
- Back, N. et al., 2008, “Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem”, Ed. Manole, Barueri, Brasil, 601 p.
- Lima, E P. Uma Modelagem Organizacional Suportada por Elementos de Natureza Comportamental. Florianópolis, 2001. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Produção – Universidade Federal de Santa Catarina.
- Menegatti, F. A., 2004, “Desenvolvimento de um sistema de dosagem de fertilizantes”. 296f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Pahl et al., 2005, “Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações”, Ed. Edgard Blücher, São Paulo, Brasil.
- Rognitz, H. 1966. Máquinas herramientas, para el trabajado de materiales com arranque de viruta. Trad. José lafora comas. Barcelona: editorial labor.
- Romano L. N., 2003, “Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas”. 266f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina – PPGEM/UFSC, Florianópolis.
- Romano, L. N., 1996, “Metodologia de Projeto para Embalagem”, Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

DEVELOPMENT OF A BELT SANDER FOR GRINDING AND FINISHING

Matheus Bürger Rodrigues, matheus.burger.rodriques@gmail.com

Cíntia Nogueira, cintia.engmec@gmail.com

Leonardo Nabaes Romano, romano@smail.ufsm.br

Federal University of Santa Maria – UFSM

Departamento de Engenharia Mecânica, Campus Universitário, Av. Roraima – Santa Maria – RS

Abstract. Aiming to fill a demand in the metalworking industry in the region of Santa Maria, I began in the Technical Systems Design Laboratory (LPST), Mechanical Engineering Department, Federal University of Santa Maria (UFSM) designing a machine that was able to replace bench grinders, hand sanders, manual sanding and grinding flat for some roughing and surface finishing. To develop such a machine, I followed the methodology for product design, divided into five phases, to be followed in sequence to the development of equipment. First there is the planning phase of the project, which identified characteristics of the market, target audience, products already on the market and the product name, also generated a schedule that includes all the project's progress. Soon after, began the informational phase design, where they obtained the project requirements based on customer needs and identified the main needs the ability to chop with good finishing flat surfaces and radial smooth surface finish and chopped flexible types of finish. Obtained data from previous phases, began the conceptual design phase, which identified the key issues to define the overall function of the product. For the global function was accomplished, several sub-functions were defined, in order to seek appropriate principles of solution. After determining the preliminary solution, began the preliminary design phase, in which it made the development of the structure in which the project will be built according to technical and economic criteria. Thus, we defined the configuration of the solution, we selected the materials used for construction of components and set out the main dimensions, obtaining thus the material list. At the stage of detailed design, the manufacturing plan was implemented, taking into account the aspects of manufacturing seen since the early achievement of the first conceptions. After that was done the construction, manufacturing and testing the first prototype, which allowed the adoption of the concept of prototype and determining future improvements to industrial scale manufacturing. The final results of the project development and implementation of the methodology were, in addition to better understanding of the methodology and application of its steps, obtaining a prototype machine that is already in operation at the Automation and Manufacturing Processes Center UFSM.

Keywords: belt grinder, grinding, surface finishing, product design