

PROJETO DE MELHORAMENTO DE UM EQUIPAMENTO DE ENSAIO DE ESCOVAÇÃO DENTÁRIA

Cíntia Nogueira, cintia.engmec@gmail.com

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

Leonardo Nabaes Romano, romano@smail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria

Resumo. *A partir de uma solicitação do curso de odontologia da Universidade Federal de Santa Maria, iniciou-se o projeto de melhoramento de um equipamento de ensaio de escovação dentária (EEED). Para que o produto final atendesse às expectativas dos solicitantes, foi seguida uma metodologia de projeto de produtos, os quais seguem uma sequência lógica de atividades, tornando possível a contemplação de todos os fatores envolvidos, bem como a integração e comunicação das áreas de interesse. A metodologia adotada decompõe-se em quatro fases. Primeiramente é gerada uma lista de requisitos de projeto obtida a partir das necessidades dos usuários, constituindo a fase de Projeto Informacional. Na fase seguinte, Projeto Conceitual, são identificados os problemas essenciais, definição da função global e subfunções, elaboração, combinação e seleção dos princípios de solução e determinação da concepção. Posteriormente, na fase de Projeto Preliminar é realizado o detalhamento dos conjuntos, dimensionamento e seleção de materiais. A quarta fase, Projeto Detalhado, compreende as instruções para construção do equipamento, bem como são determinadas as especificações técnicas acerca da utilização do equipamento. Um cronograma foi desenvolvido a fim de cumprir os prazos solicitados. O melhoramento do EEED resultou nas seguintes atividades: a obtenção da lista de requisitos foi feita a partir da aplicação de uma metodologia de análise de falhas (FMEA) no equipamento anterior, de onde se concluiu que os problemas do equipamento se encontravam nos elementos principais do mesmo, necessitando, portanto de um redesenho total do equipamento. A partir das funções e subfunções do equipamento, foram desenvolvidos alguns princípios de solução, dispostos em uma matriz morfológica. O conjunto de soluções que melhor atendia aos requisitos foi obtido combinando-se as soluções para cada subfunção. Com o auxílio de uma ferramenta CAD, as peças e os conjuntos foram modelados e dimensionados, bem como foram escolhidos os materiais e componentes do EEED.*

Palavras-chave: ensaio, escovação, máquinas especiais

1. INTRODUÇÃO

Na busca pela constante evolução são feitas pesquisas no meio acadêmico nas áreas relativas à saúde e bem estar humano. São desenvolvidos produtos cada vez mais específicos e os já existentes são sempre melhorados. Para possibilitar as pesquisas existe a necessidade fazer testes práticos com metodologias específicas e, para isto, faz-se necessário a utilização de máquinas que muitas vezes não se encontram disponíveis no mercado. Com isso, cria-se a demanda do desenvolvimento das chamadas máquinas especiais.

Neste contexto, Romano (1996 apud Scheuer 2007), define engenharia como: “engenharia é o equacionamento simultâneo de fatores científicos, tecnológicos e humanos no projeto dos elementos, e estruturas físicas, necessárias à vida e ao bem estar do homem.” O autor deixa claro que um trabalho de engenharia mecânica pode ser aplicado nas mais variadas áreas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

Segundo Pahl et al. (2005), o engenheiro tem como função encontrar soluções para problemas técnicos se baseando em conhecimentos das ciências naturais, e da engenharia, levando em conta condicionantes matemáticas, tecnológicas e econômicas, assim como restrições legais, ambientais, etc., de forma que as soluções venham a atender os objetivos prefixados. Fica evidente nessa definição a capacidade do engenheiro, devido à sua formação generalista de considerar os diversos aspectos de um projeto, ficando assim, apto a desenvolver equipamentos que atendam às necessidades específicas de uma pesquisa científica, por exemplo.

Com esta visão, foi solicitado pelo curso de Pós Graduação em Ciências Odontológicas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) o melhoramento de um equipamento de ensaio de escovação dentária que não estava atendendo adequadamente às normas especificadas na metodologia de pesquisa devido a falhas em seu projeto e construção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Máquinas Especiais

As necessidades específicas de equipamentos diferenciados aos que se encontra no mercado são supridas por empresas especializadas no desenvolvimento de máquinas especiais. Rognitz(1966) define máquinas monofuncionais

ou especiais como sendo aquelas que possuem uma velocidade de trabalho constante, trabalhando sempre com o mesmo tipo de peças, podendo trabalhar automaticamente.

Este setor exerce forte importância econômica, uma vez que atende a um amplo público pertencente a variadas áreas de atuação. Para tanto, as empresas desse setor desenvolvem um trabalho diferenciado buscando ouvir as necessidades exatas dos clientes de maneira a receber o maior número de informações sobre os produtos que devem ser desenvolvidos, bem como as condições de funcionamento que devem apresentar. Existe também uma escassez de material bibliográfico sobre o assunto, o que de certa forma incentiva a prática projetual baseada na intuição e no processo de tentativa e erro.

2.2 Análise de Falhas

Faz-se necessário no melhoramento de um equipamento, identificar quais são os defeitos existentes e potenciais no mesmo. Para isto, foram desenvolvidas metodologias de análise de falhas. Na década de 40 teve-se referência sobre o termo FMEA através da norma *Military Procedure MIL-P-1629 (Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis)*, utilizada pelo exército americano, que tinha como objetivo analisar a confiabilidade e identificar as possíveis falhas e seus modos de efeito sobre os equipamentos militares. Em meados da década de setenta a Ford começou a usar o método em seus processos de manufatura e áreas de projeto, conquistando avanços nessas mesmas áreas (FMECA, 2009). De acordo com Palady (1997), a metodologia FMEA consiste essencialmente em:

Análise de falhas: O grupo discute e preenche o formulário do FMEA, respondendo aos seguintes itens: funções e características do produto/processo; tipos de falhas potenciais para cada função; efeitos do tipo de falha; causas possíveis da falha.

Avaliação dos riscos: O que acontece quando falha? A resposta dessa pergunta leva a identificar os efeitos, priorizar e isolar os modos de falhas que mais se destacaram. Para isso o método mais comum é classificar as falhas nas categorias de Ocorrência, Severidade e Detecção.

Interpretação dos resultados: Os modos de falhas que se destacam, devem ter seu tratamento priorizado. Para isso, esta análise é feita através do Grau de Prioridade e Risco (RPN – *Risk Priority Number*). O RPN é gerado pela multiplicação dos três índices: Ocorrência, Severidade e Detecção. Assim para tratar de forma prioritária os modos de falha levam-se em conta os resultados que obtiverem os maiores RPNs, pois estes são os pontos críticos do projeto. É importante salientar que a avaliação de cada índice é única independente.

Acompanhamento: O documento gerado a partir do FMEA deve ser sempre atualizado e revisto quando houver necessidade.

2.3 Projeto de Produtos

Atualmente, há uma complexidade bastante grande envolvida no desenvolvimento de novos produtos, face à utilização de conhecimentos multidisciplinares, limitação de tempo, custos, qualidade do produto, entre outras.

A partir do surgimento da demanda de tornar processos de projetos mais eficientes, surgiram pesquisas referentes a criação de metodologia de projeto de produtos. Romano (1996 apud Scheuer 2007) versa que uma forma de sintetizar um trabalho é através da elaboração, e utilização, de uma metodologia de execução de atividades para efetuar a sua realização. Dessa forma, para a elaboração de um trabalho se fazem necessárias 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, onde a metodologia utilizada deverá estar bem definida desde o início dos estudos, assim como as justificativas para o seu uso.

De acordo com Pahl et al (2005), no desenvolvimento de sistemas técnicos deverão ser considerados todos os efeitos na sua inter-relação global, no entanto, para percebê-los no momento certo, aproveitá-los ou eventualmente combatê-los, é interessante utilizar uma linha diretriz metódica que considere os objetivos e as condicionantes gerais. As pesquisas na área produziram modelos de referência na execução de trabalhos, os quais vieram a facilitar a elaboração dos mesmos de forma eficiente e satisfatória.

Esses modelos de referência devem servir como diretrizes para o desenvolvimento de projetos, porém podem ser adaptados a cada situação de acordo com os interesses dos projetistas. Corroborando essa afirmação, Menegatti (2004) afirma que as metodologias utilizadas para a elaboração de projetos não devem ser aplicadas “cegamente”, mas, pelo contrário, elas deveriam servir como guias permitindo seu desdobramento e adequação a problemas distintos. Assim, o desenvolvimento do equipamento de ensaio de escovação dentária, foi baseado na metodologia de Romano (2003) e Pahl et al. (2005), sofrendo algumas adaptações devido ao fato de ser um reprojeto de um equipamento já existente.

3. METODOLOGIA

Para Romano (2003), seja qual for o produto industrial a ser desenvolvido, 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 manufatura em quatro fases: Projeto

informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado. Esse modelo definido pelo autor citado e transcrito por Back et al (2008) como modelo PRODIP –(Modelo do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto) está representado graficamente pela Fig.(1) e apresenta, em linhas gerais, as seguintes características:

- É baseado na visão de projeto e em consonância com o plano estratégico de negócios e de produtos da organização;
- Traz a visão de todo o processo de desenvolvimento de produto, através da unidade visual de representação gráfica e da descrição;
- O processo é decomposto em macrofases, fases, atividades e tarefas;
- Indica a seqüência lógica das fases e atividades;
- Explica o que deve ser feito para desenvolver um produto industrial, ou seja, as atividades e tarefas apoiadas nos princípios da engenharia simultânea e nas diretrizes do processo de gerenciamento de projetos;
- Define as áreas envolvidas em cada atividade do modelo;
- Suporta estrutura matricial organizacional do modelo;
- Define as informações necessárias para a realização das atividades, apresentadas sob a forma de entradas, mecanismos e controles;
- Expõem como realizar as atividades através da definição dos principais métodos, ferramentas e documentos (mecanismos);
- Exibe os eventos que marcam o termino das fases e definem os resultados desejados (saídas);
- Avalia passagem de fase;
- Registrar lições aprendidas.

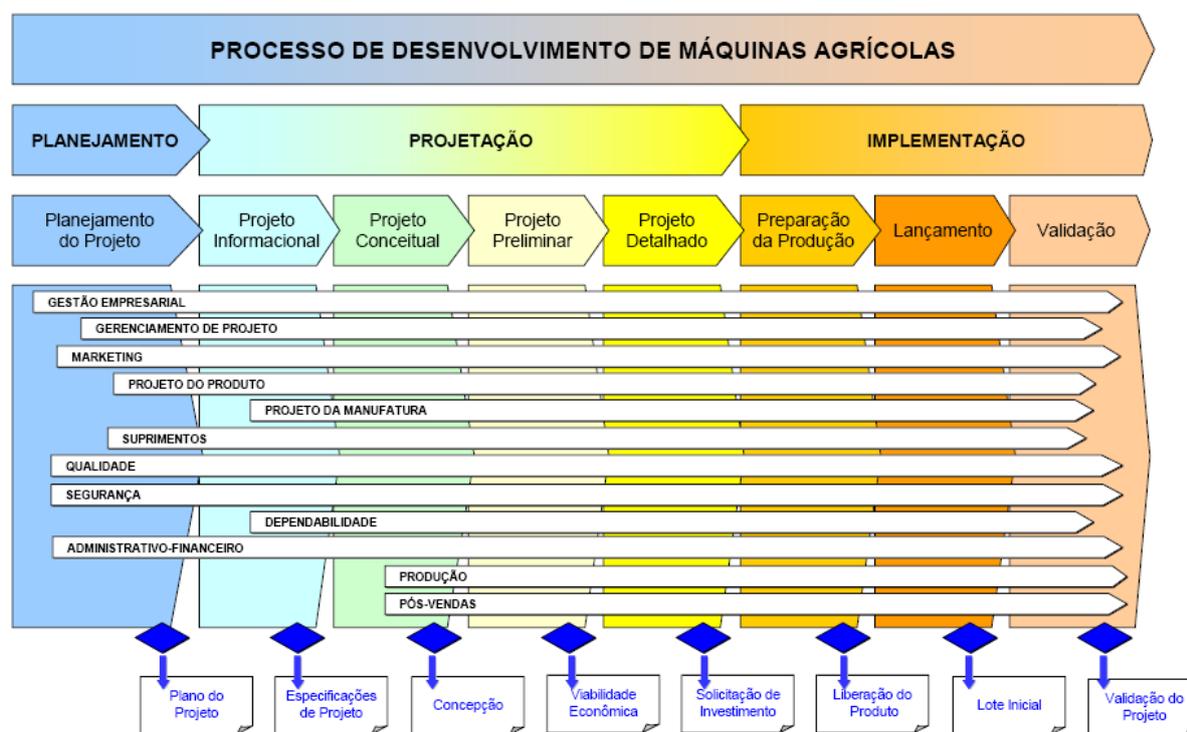


Figura 1. Modelo do processo de desenvolvimento integrado de produto. Fonte: Romano(2003).

O modelo representado na Fig.(1) acima, de acordo com Back et al (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.

A seguir, serão descritas, em maiores detalhes, as fases da elaboração do projeto de um produto de acordo com Romano (2003).

3.1 Fase 1 – Planejamento do projeto

Romano (2003) define a macrofase de planejamento como a fase de “planejamento do projeto, a qual destina-se ao planejamento de um novo projeto em face das estratégias de negócio da empresa, e à organização do trabalho a ser desenvolvido.

3.2 Fase 2 – Projeto Informacional

Esta fase do projeto destina-se à definição das especificações de projeto de produto. É nesta fase que acontece a primeira reunião da equipe de desenvolvimento de produto, para apresentação do plano de projeto deste. São realizadas diversas tarefas que buscam a definição dos fatores de influência no projeto do produto. Para estabelecer as especificações de projeto são identificadas, num primeiro momento, as necessidades dos clientes e/ou usuários, sendo estas desdobradas em requisitos dos clientes que, por sua vez, dão origem aos requisitos de projeto. Dos requisitos de projeto derivam as especificações de projeto.

3.3 Fase 3 – Projeto Conceitual

É nessa fase que é realizada a concepção do produto. Para atingir o propósito dessa fase são realizadas diversas tarefas que tem como objetivo estabelecer a estrutura funcional do produto, definindo a função global e suas subfunções. Determinadas as funções, parte-se para o estudo de estruturas funcionais alternativas, visando selecionar a mais adequada. A partir da estrutura funcional selecionada são desenvolvidas concepções alternativas. Para a seleção da concepção faz-se uma análise comparativa entre as alternativas.. Ao mesmo tempo, são definidos os prazos para o desenvolvimento do projeto preliminar e detalhado das subfunções na estrutura funcional e, também, é realizado um estudo de segurança da concepção escolhida. Antes de ser aprovada, a concepção é avaliada quanto ao atendimento ao escopo do projeto.

3.4 Fase 4 – Projeto Preliminar

Esta fase destina-se ao estabelecimento do leiaute final do produto e à determinação da sua viabilidade técnica econômica. Esta fase inicia-se com a orientação da equipe de desenvolvimento a respeito das atualizações do plano de projeto. Para estabelecimento do leiaute são realizadas várias tarefas como a identificação das especificações de projeto, a definições dos componentes (comprados e/ou desenvolvidos por fornecedores), a revisão de patentes e considerações sobre aspectos legais e de segurança, etc. Na seqüência determina-se a viabilidade econômica da máquina.

Determinado o leiaute final do produto, iniciam-se o desenvolvimento do plano de fabricação do protótipo e de teste e, igualmente, a elaboração da estrutura preliminar.

3.5 Fase 5 – Projeto Detalhado

A fase de elaboração do projeto detalhado do produto destina-se a vários propósitos, como por exemplo, aprovação do protótipo, finalização das especificações dos componentes, etc. Após a orientação da equipe a respeito do plano do projeto, o protótipo é concluído e, também, concluídos os testes e ensaios. Na seqüência, a estrutura do produto é completada, o plano de manufatura detalhado e as especificações técnicas fixadas, assim como, a elaboração dos manuais de instruções, assistência técnica e do catálogo de peças. Concluído o projeto do produto e o plano de manufatura, inicia a revisão da documentação gerada e implementação do controle das mudanças do projeto. No encerramento da fase de projeto detalhado, a solicitação de investimento é avaliada e submetida à aprovação, sendo esse o critério que determina o progresso para a fase seguinte.

4. DESENVOLVIMENTO

O item desenvolvimento, aborda os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia na obtenção de uma nova concepção do equipamento.

4.1 Planejamento de Projeto

A fase inicial de planejamento de projeto foi feita junto ao curso de Pós-Graduação em odontologia, na forma de reuniões com as pessoas interessadas. Nestas reuniões evidenciou-se a insatisfação com o funcionamento do equipamento que o curso possuía e o desejo de reprojeter o equipamento. O produto desenvolvido deveria realizar os testes para os quais era utilizado de maneira mais precisa, segundo as normas específicas, bem como deveria evitar a manutenção freqüente como estava sendo necessário.

Este desenvolvimento deveria ocorrer no prazo de um ano e os custos de produção deveriam ser baixos.

A partir disto, passou-se para a fase de projeto informacional.

4.2 Projeto Informacional

Os requisitos de projetos foram obtidos por meio de dois processos. O primeiro na forma de entrevista com os usuários do equipamento e os segunda na forma de uma aplicação da metodologia de análise de falhas FMEA.

4.2.1 Entrevista com os usuários

Foi realizada uma entrevista com as mestrandas do curso de Odontologia, às quais foram questionados quais eram os principais problemas que ocorriam com o equipamento em uso, resultando nas seguintes respostas: O equipamento apresentava uma vibração muito forte, de modo que só era possível utilizá-lo colocando o mesmo no chão. O equipamento era muito pesado, dificultando seu transporte. A contagem do número de ciclos não estava acontecendo de maneira precisa. A vibração da máquina afrouxava gradualmente a fixação das escovas fazendo com que as mesmas saíssem de sua posição correta, invalidando o teste. A fixação das escovas não estava corretamente alinhada. O suporte do corpo de prova não permitia seu giro de noventa graus necessário segundo a norma utilizada no teste. O escoamento do líquido não era eficiente, de forma que este transbordava no decorrer do teste. O teste precisava ser parado muitas vezes para repor o dentifrício, de modo que foi solicitado que houvesse uma maneira de fazer isto sem parar o processo. Também se ressaltou que a máquina não era adequada ao ambiente de trabalho, pois deixava pingar óleo lubrificante, tornando-se anti-higiênica.

4.2.2 Aplicação do método FMEA

Este item aborda a aplicação do método FMEA nos conjuntos do EEED, seguindo a metodologia apresentada no capítulo anterior. A coleta de dados referentes aos conjuntos do equipamento possibilitou a elaboração do diagrama funcional do mesmo. Então foram geradas planilhas, possibilitando um estudo minucioso de cada componente do EEED, representado na Fig.(2).

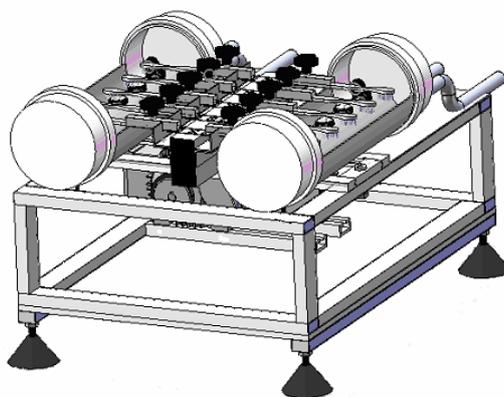


Figura 2. Equipamento de Ensaio de Escovação Dentária-Scheuer(2007).

Após a obtenção dos dados, através da análise das planilhas FMEA, hierarquizou-se as falhas através do índice RPN. A partir disto percebe-se que alguns índices começam a se destacar, diminuindo a sua frequência conforme o aumento do valor do RPN. Assim, para o presente trabalho, adotou-se como valor referencial um RPN de 120, pois os valores iguais e superiores a este podem ser interpretados como efeitos de falhas críticas que devem ser priorizados para sugerir melhorias para o equipamento. Ainda, analisando os dados obtidos nas planilhas, percebe-se que grande parte dos RPNs que estão acima deste valor referencial deve-se ao fato da combinação, principalmente, de elevados valores atribuídos aos índices de severidade e de ocorrência. Com o valor de RPN referencial definido, analisou-se novamente a planilha FMEA para verificar quais as falhas que correspondem aos respectivos valores de RPN superiores a 120. Com isso, obtiveram-se os modos e os efeitos de falha que podem ser tratados como críticos.

Com base nos resultados da entrevista e da aplicação do método FMEA ficou evidente que os problemas principais da máquina se encontravam no mecanismo de transmissão de movimento e na maneira de fixação das escovas, portanto, deveriam ser buscados novos princípios de solução para o mesmos, o que leva a um reprojeto completo do equipamento. A partir disso iniciou-se a fase de projeto conceitual.

4.3 Projeto Conceitual

Para encontrar os princípios de solução adequados, a máquina de escovação foi dividida em funções e subfunções. Para isso foram identificados primeiramente os problemas essenciais da mesma, resultando em:

- Sustentar todos os conjuntos constituintes do equipamento; Fixar escovas ao equipamento;
- Fixar os corpos de prova;
- Efetuar a escovação dos corpos de prova;
- Reter e descartar a solução injetada sobre os corpos de prova.

A função global do equipamento foi definida como sendo efetuar a escovação dos corpos de prova durante um determinado número de ciclos prefixados. Para facilitar a busca por soluções esta função global foi dividida nas seguintes subfunções:

- Acoplar motor: Para que a máquina realize o movimento de escovação é necessário que se acople a ela um motor que deverá ser dimensionado considerando os parâmetros necessários;

- Converter movimento rotativo em movimento alternativo: A fonte motora do equipamento transmite movimento rotativo, e para efetuar a escovação é necessário que esse movimento seja convertido em alternativo. Para isso, o conceito atual utiliza de um eixo excêntrico e uma mesa guia para a conversão do movimento e, haja vista que, essa solução atende a necessidade, ela será adotada;
- Reduzir rotação: Tendo em vista que a máquina será equipada com um motor que terá uma determinada rotação, será necessário, para evitar vibrações, que se faça uma redução através de polias e/ou engrenagens;
- Fixar escovas: É necessário desenvolver um meio prático para firmar as escovas na máquina e garantir que elas se manterão fixas durante o período de ensaio;
- Imprimir carga sobre a escova: É normalizado que sobre os corpos de prova seja feita uma força equivalente a uma massa de 200 gramas, para simular a carga exercida pela pessoa sobre a escova durante a escovação;
- Fixar corpos de prova: Os corpos de prova deverão ser fixados sobre o equipamento através de um dispositivo que ofereça um fácil acoplamento e desacoplamento;
- Reter e descartar fluido: O equipamento deverá ter algum dispositivo que permite coletar/armazenar/descartar a solução de flúor e água que será injetada sobre as amostras em escovação;
- Sustentar conjuntos: Os conjuntos constituintes da máquina deverão ser montados sobre uma estrutura rígida e que dê sustentação ao equipamento.

Para cada subfunção, foram cogitados diversos princípios de solução, estes foram dispostos em uma matriz morfológica que se trata de uma organização sistemática dos vários princípios de solução para cada sub-função da máquina. A partir da disposição desta matriz morfológica, foram selecionadas algumas combinações destes princípios de solução, como o da Fig. (3) abaixo.

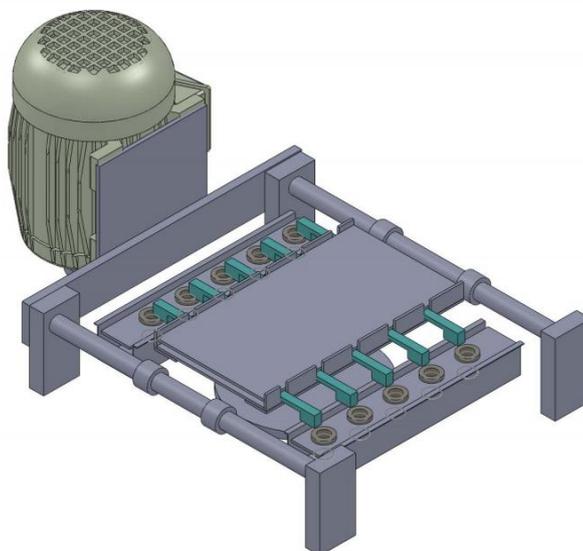
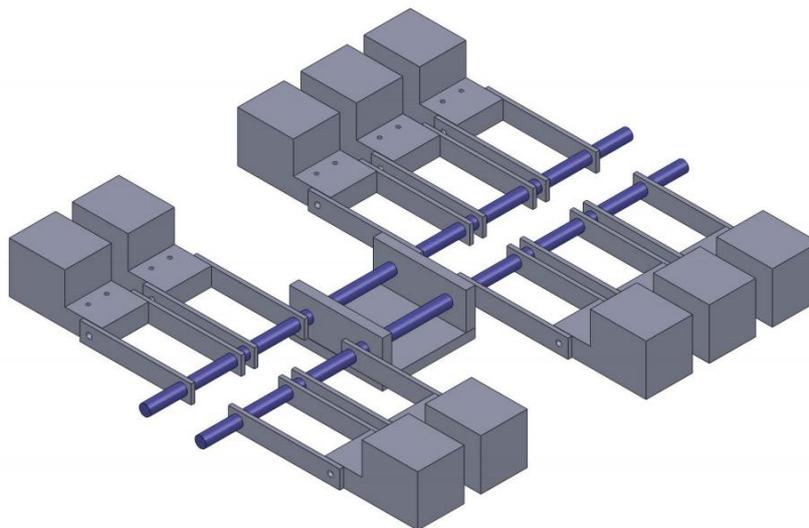


Figura 3- Montagem do Equipamento.

Atualmente, a concepção do produto a qual está sendo trabalhada é a seguinte: O motor foi posicionado na vertical com o propósito de o movimento das polias ocorresse horizontalmente, evitando o problema da vibração. Este foi fixado diretamente da estrutura do equipamento, por meio de parafusos, da mesma forma que na Fig.(3) acima. O eixo do motor foi fixado em uma polia e esta unida a outra polia maior e paralela por meio de uma correia a fim de proporcionar a redução da rotação do motor. Na polia maior foi acoplado um eixo excêntrico que transforma o movimento rotativo em movimento alternativo.

As escovas foram dispostas em dois eixos fixados ao eixo da polia excêntrica por meio de braços que permitem que estas escovas sejam levantadas. A estes braços foi presa uma carga de 200 gramas, onde as escovas serão fixadas diretamente, como pode ser visto na Fig.(4). O mecanismo de fixação das escovas desliza realizando movimentos alternativos sobre dois eixos paralelos ao seu movimento fixado em buchas autolubrificantes.



O conjunto de fixação das escovas, a maneira de imprimir carga sobre os corpos de prova, bem como a fixação dos corpos de prova e a maneira de descartar o fluido foram considerados satisfatórios.

Como ainda não foi definida uma concepção satisfatória para o sistema de transmissão de movimento, o projeto se encontra ainda em fase de projeto conceitual, estão sendo consideradas novas possibilidades para o sistema de transmissão de movimento utilizando ar comprimido.

5. CONCLUSÃO

Ao longo do desenvolvimento do produto, compreendeu-se que para a realização de um projeto é necessário seguir uma metodologia bem definida, pois isso permite um controle do tempo, definido num plano de projeto, além de sistematizar a execução do trabalho, com uma seqüência lógica de execução. Seguindo a metodologia, o produto final necessariamente estará de acordo com as solicitações dos clientes, pois na metodologia seguida os requisitos dos clientes são critérios relevantes na formulação do produto.

É importante ressaltar que o projeto só deve seguir para a fase seguinte depois de completar a fase em que se encontra, evitando assim que se tenha que voltar atrás no andamento do projeto. A fase de projeto conceitual exige do projetista criatividade e muita pesquisa para encontrar concepções adequadas quanto à função que exerce bem como quanto à adequação ao ambiente de trabalho, às necessidades e desejos dos usuários. Para isto, é preciso que sejam seguidas com rigor as fases anteriores de forma que os requisitos de projetos sejam claros e objetivos.

A metodologia utilizada apresenta uma versatilidade muito grande quanto ao tipo de produto a ser desenvolvido, de forma que se adequou perfeitamente ao desenvolvimento da máquina de ensaio de escovação dentária.

O projeto apresentou resultados satisfatórios para a fase em que se encontra, o que evidencia que os requisitos de projeto foram bem selecionados, possibilitando que o resultado final seja compatível com as solicitações dos usuários.

6. REFERÊNCIAS

Rognitz, H. 1966. Máquinas herramientas, para el trabajado de materiales com arranque de viruta. Trad. José lafora comas. Barcelona: Editorial labor,.

Romano, I. N. 2003. Modelo de referencia para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas.. 321 f. Tese (doutorado em engenharia mecânica) – universidade federal de santa catarina, florianópolis, 2003.

Scheuer, c. J. 2007. Redesenho de um equipamento para ensaios de escovação dentária, rs. 2007. 132 f. Trabalho de conclusão de curso (graduação em engenharia mecânica) - universidade federal de santa maria,.

Pahl et. Al. 2005 Projeto na engenharia fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações. São paulo, edgard blücher.

Fmea - failure mode, effects, and criticality analysis. 2009. Disponível em: <<http://www.fmea-fmeca.com/index.html>>. Acesso em: 30 de maio..

Palady, p. 1997. Fmea - análise dos modos de falha e efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram. São paulo: imam.. 270 p.

Menegatti F.A. 2004. Desenvolvimento de um sistema de dosagem de fertilizantes.. 296 f. Dissertação (mestrado em engenharia mecânica) - universidade federal de santa catarina, florianópolis.

Back n. Et al. 2008. Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem. Barueri, manole, , p.601



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

DESIGN IMPROVEMENT OF A TOOTHBRUSHING TEST EQUIPAMENT

Cíntia Nogueira, cintia.engmec@gmail.com

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

Leonardo Nabaes Romano, romano@smail.ufsm.br

Federal University of Santa Maria

Resumo. *From a request Dentistry, Federal University of Santa Maria, began the project of improvement of a test rig of toothbrushing (EEED). For the final product met the expectations of applicants, was followed a methodology for product design, which follow a logical sequence of activities, making possible the contemplation of all factors involved, as well as integration and communication areas of interest. The methodology is divided into four phases. First generates a list of design requirements derived from the needs of users and is the phase of Informational Design. In the next phase, Conceptual Design, identifies the key issues, definition of global function and subfunctions, preparation, combination and selection of the principles of solution and determination of conception. Later, during the Preliminary Design is done the detailing of assemblies, sizing and selection of materials. The fourth phase, Detailed Design, includes instructions for building the equipment, and are determined the technical specifications about the use of equipment. A schedule was developed to meet the deadlines requested. The improvement of EEED resulted in the following activities: obtaining a list of requirements was made from the application of a methodology for failure analysis (FMEA) in the previous equipment, and it was concluded that the equipment problems were the main elements of same, thus necessitating a total redesign of the equipment. From the functions and subfunctions of the equipment were developed some principles of solution, arranged in a morphological matrix. The set of solutions that best met the requirements was obtained by combining the solutions for each subfunction. With the help of a CAD tool, parts and assemblies have been shaped and sized, and were chosen materials and components of EEED.*

Key-words: test, toothbrushing, special machines.