



## FABRICAÇÃO DE UMA ÓRTESE INTEGRANDO CURSOS DE GRADUAÇÃO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E FISIOTERAPIA

## MANUFACTURE OF AN ENTREPRENEUR INTEGRATING GRADUATION COURSES PRODUCTION AND PHYSIOTHERAPY ENGINEERING

*Guilherme Santelli Barducci<sup>1</sup>*

*Luana Ferracini Mendes<sup>2</sup>*

*Rodolfo Luiz Sorroche Peraza<sup>3</sup>*

*Victor Hugo Crescêncio dos Santos<sup>4</sup>*

*Márcia Maria Teresa Baptistella<sup>5</sup>*

*Sergio Ricardo Mazini<sup>6</sup>*

*Priscilla Aparecida Vieira de Moraes<sup>7</sup>*

*Sueli Souza Leite<sup>8</sup>*

*Rangel Ferreira do Nascimento<sup>9</sup>*

**RESUMO:** Por meio de um projeto integrador, foi produzida uma órtese com a integração dos cursos de graduação de Engenharia de Produção e Fisioterapia com o intuito de atender as necessidades da Clínica Fisioterapêutica do Centro Universitário Toledo. O produto escolhido para estudo e fabricação tem atuação no membro superior com a função de imobilizar e ajudar na recuperação do punho prejudicado.

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Graduando em Engenharia de Produção, Centro Universitário Toledo Araçatuba, 2017.

<sup>5</sup> Mestre em Engenharia de Produção, UNIP, 2001.

<sup>6</sup> Mestre em Engenharia de Produção, UNESP, 2011.

<sup>7</sup> Mestre em Engenharia de Produção, UNINOVE, 2013.

<sup>8</sup> Mestre em Engenharia Mecânica, UNESP, 2016.

<sup>9</sup> Doutor em Engenharia Mecânica, UNICAMP, 2009.

**Palavra-chave:** Projeto; Órtese; Fabricação.

**ABSTRACT:** Through an integrative project, an orthosis was produced with the integration of undergraduate courses in Production Engineering and Physiotherapy in order to meet the needs of the Physiotherapeutic Clinic of the University Center Toledo. The product chosen for study and manufacture has performance in the upper limb with the function of immobilizing and assisting in the recovery of the damaged wrist.

**Keyword:** Project; Orthosis; Manufacture.

## 1. INTRODUÇÃO

Órtese é uma palavra derivada do grego, cujos termos *orthos* e *titheme* significam, respectivamente, correção e colocação. Arqueólogos acharam pinturas egípcias retratando homens que utilizavam órteses, que provavelmente tratavam de fraturas dos segmentos superiores, que datam por volta de 2750-2625 a.C. (CARVALHO, 2013).

Como recurso terapêutico complementar, as órteses são indicadas para repousar, imobilizar, proteger, fornecer *feedback*, corrigir, promover cicatrização de tecidos e aliviar processos alérgicos corpóreos lesados (CARVALHO, 2013).

As órteses são consideradas uma importante “ferramenta de trabalho” do reabilitador como método complementar de tratamento, pois para cada tipo de problema deve-se prescrever a órtese apropriada e em momentos oportunos, dependendo da especificidade de cada caso (CARVALHO, 2013).

Os profissionais dessa área são chamados de técnicos ortopédicos, porém “Ortesista” é o termo melhor aplicado. Em países como Itália, Japão, Alemanha, Estados Unidos e outros, os profissionais dessa área podem ser graduados em Próteses e/ou Órtese. São responsáveis pela fabricação e devem estar aptos para selecionar elementos mecânicos e matérias primas específicas, participar de todo o processo realizando o alinhamento e a entrega, ressaltando a importante participação deles com seus requisitos técnicos para solução de possíveis problemas. No Brasil essa profissão ainda não é regulamentada (CARVALHO, 2013).

## 2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é produzir uma órtese com a junção de dois cursos de graduação, sendo eles Engenharia de Produção e Fisioterapia, com o objetivo de, após a produção, fazer a doação da mesma para a clínica de Fisioterapia do Centro Universitário Toledo.

Para tanto, são também objetivos deste trabalho:

- Descrever a importância, alguns tipos e a funcionalidade de uma órtese de mão;
- Descrever o processo de escolha da órtese a ser produzida, assim como o material mais adequado para a produção da mesma;
- Identificar e descrever os processos produtivos da órtese;
- Fazer o estudo da viabilidade do material utilizado.

### 3. PROJETO INTEGRADOR

O projeto integrador é uma atividade acadêmica que integra conhecimentos obtidos em todas as disciplinas que compõe o semestre do curso de Engenharia de Produção. Os alunos desenvolvem trabalhos práticos utilizando conceitos e fundamentos teóricos dados em sala de aula (REALE, 2017).

Segundo VIEIRA (2015), o projeto integrador promove:

- Articulação dos conhecimentos, habilidades e atitudes durante sua organização e desenvolvimento;
- Fundamentar-se tanto nos conhecimentos prévios dos alunos como em tudo aquilo que é e foi abordado em sala de aula;
- Proporcionar a interdisciplinaridade e contextualização;
- Promover o trabalho em equipe e interação entre docente *versus* alunos, docente *versus* docente, mundo do trabalho *versus* docente e alunos.
- Incentivar criatividade, iniciativa, inovação e colaboração.

O projeto integrador, cujo objetivo é a produção de órteses ortopédicas, trouxe a interação de dois cursos distintos, sendo eles, Engenharia de Produção e Fisioterapia.

Esse projeto colaborou em diversos pontos importantes para os alunos de ambos os cursos, entre eles a troca de informações técnicas do produto, o desenvolvimento de

habilidades práticas da produção, o compartilhamento de conhecimentos e o trabalho em equipe.

Todo o processo obteve a união de alunos e professores, resultando em um trabalho bastante enriquecedor e colaborativo.

## **4. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO**

### **4.1 INTRODUÇÃO ÀS ÓRTESES**

Nesta primeira etapa, foi realizada uma reunião juntando os cursos de Engenharia de Produção e Fisioterapia, com a participação dos alunos, do coordenador do curso de Engenharia de Produção e o Mestre da disciplina Órteses e Próteses do curso de Fisioterapia para a apresentação da ideia do projeto e as necessidades da Clínica de Fisioterapia Unitoledo, mostrando exemplos de órteses e equipamentos de auxílio em tratamentos e recuperação.

Com discussões e ideias, a conclusão para um primeiro projeto é a fabricação de uma órtese para membro superior de imobilização para mão ou punho.

### **4.2 PRIMEIRO PROTÓTIPO**

A fabricação do primeiro protótipo, apresentado na Figura 1, teve como criação uma órtese de imobilização para a mão direita, utilizando materiais já dispostos pela Faculdade.



Figura 1: Primeiro protótipo  
Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

Uma das matérias primas utilizadas para a fabricação foi o cano de PVC, que passou por ensaio de compressão.

Em seguida, houve o primeiro encontro para validação da órtese produzida. Neste encontro, foi citado pelos membros da Fisioterapia que a órtese não tinha funcionalidade, sendo assim reprovada. Nesse mesmo encontro, foi apresentado um novo modelo de órtese de imobilização de punho (Figura 2), sendo o mesmo mais útil e funcional para a clínica, o qual foi definido como novo modelo de órtese a ser fabricada.



Figura 2: Órtese de imobilização de punho  
Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

### 4.3 BOM

Segundo definiu a *AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY* (APICS), em 1992, a estrutura de produto (BOM - *bill of material*) é uma lista de todas as sub montagens, componentes intermediários, matérias-primas e itens comprados que são utilizados na fabricação e/ou montagem de um produto, mostrando as relações de precedência e quantidade de cada item necessário.

A lista de materiais do produto a ser produzido contém a seguinte estrutura: Sintético PVC 0.9mm Plus preto com filme PU 100 com forro bidim preto (lateral dedo 1x1, central 1x1, lateral 1x1, suporte tala 1x1), placa 5mm acrílico transparente 18x3cm (tala), velcro fêmea 25mm preto (velcro fêmea 3x1), velcro macho 25mm preto (velcro macho 3x1), passante 25mm níquel (passante 3x1), tira viés Vicenza 25mm preto (suporte passante 3x1), viés destaque 12mm preto (viés externo 1x1, viés dedo 1x1), tira viés Vicenza 15mm preto (viés lateral 2x1, viés lateral dedo 2x1, viés lateral superior 1x1), linha poliéster preta.

#### **4.4 SOFTWARE**

Para otimização do processo de fabricação, tem-se a ideia da utilização do software ERP (*Enterprise Resource Planning*) que é um sistema gerencial que integra todas as partes da empresa (LAUDON & LAUDON, 2001).

Obtendo-se a implementação do sistema ERP no processo e com a ajuda do sistema MRP (*Material Requiriment Planning*) a possibilidade de deixar o processo mais eficaz e computadorizado foi se concretizando. Conforme menciona Corrêa, Gianesi e Caon (2001), os sistemas de administração da produção devem permitir a tomada de decisões como:

- Planejar as necessidades futuras da capacidade produtiva;
- Planejar a compra de materiais;
- Planejar níveis adequados do estoque;
- Ser capaz de reagir eficazmente.

O objetivo da utilização do software no projeto aplicou-se para o cadastro da matéria prima, composição dos componentes, suas codificações e identificação dos consumos de cada material, e com isso a elaboração da ficha técnica. O software em si possui o nome de Mini PCP e aplicou-se no projeto integrador a versão de demonstração do mesmo.

#### **4.5 PROCESSO DE FABRICAÇÃO**

O processo de fabricação tem as seguintes etapas:

- 1º. Definição e separação dos materiais;
- 2º. Corte da matéria-prima para a construção dos componentes;
- 3º. Processo de fabricação dos componentes com a máquina de costura;
- 4º. Fabricação da tala ortopédica;
- 5º. Montagem Final.

#### **1º. DEFINIÇÃO E SEPARAÇÃO DOS MATERIAIS**

A escolha dos materiais, apresentados na Figura 3, foi feita a partir do modelo de órtese apresentado pelos alunos do curso de Fisioterapia, os quais estão listados abaixo:

1. Sintético PVC 0.9mm Plus preto com filme PU 100 com forro bidim preto;
2. Velcro macho 25mm preto;
3. Velcro fêmea 25mm preto;
4. Tira viés Vicenza 25mm preto;
5. Tira viés Vicenza 15mm preto;
6. Tira viés Vicenza 15mm preto;
7. Placa 5mm acrílico 18x3cm transparente;
8. Passante 25mm níquel;
9. Linha poliéster preto.



Figura 3: Matérias primas  
Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

Após a escolha dos materiais, os mesmos tiveram que ser desmembrados em grupos. Os grupos definidos foram:



- A. SÍNTEICO;
- B. METAL;
- C. VELCRO;
- D. LINHA;
- E. VIES;
- F. POLIMERO.

## 2º. CORTE DA MATERIA-PRIMA PARA CONSTRUÇÃO DOS COMPONENTES

O corte dos materiais foi executado por etapas (peças separadas) conforme a Figura 4 apresentada abaixo:

- 1. Lateral Dedo;
- 2. Lateral;
- 3. Suporte da Tala;
- 4. Central;
- 5. 3-Velcro Macho;
- 6. 3-Velro Fêmea;
- 7. 3-Suporte Passante;
- 8. Viés de Acabamento.



Figura 4: Componentes cortados  
Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

### 3º. PROCESSO DE FABRICAÇÃO DOS COMPONENTES COM A MÁQUINA DE COSTURA

Nesta etapa foi realizada a junção dos materiais, gerando um componente (Lateral dedo; Central; Lateral) formando o esboço da órtese. Em seguida foram costurados os 3 suportes junto com os passantes, e os velcros macho e fêmea. Já na fase final foi costurado o suporte da tala e por fim feito todo acabamento em viés, conforme Figura 5.



Figura 5: Órtese montada  
Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

### 4º. FABRICAÇÃO DA TALA ORTOPÉDICA

A fabricação da tala foi feita através de um molde de aço, o qual foi feito através da tala modelo fornecida pelo curso de Fisioterapia. As etapas do processo de fabricação da tala estão descritos a seguir, e apresentados na Figura 6:

- 1º. Corte da chapa de acrílico com serra tico-tico;
- 2º. Acabamento das laterais da tala em um esmeril;
- 3º. Aquecimento e conformação com o molde no acrílico com soprador térmico;
- 4º. Resfriamento, em balde com água fria.



Figura 6: Processos de fabricação da tala ortopédica  
Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

### **5º. MONTAGEM FINAL**

Após os processos descritos acima, tem-se o produto final, a órtese na cor preta (Figura 7), com tala removível, seguindo todos os parâmetros técnicos estipulados pelo curso de Fisioterapia.



Figura 7: Órtese concluída e aprovada pela qualidade  
Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

#### **4.6 APROVAÇÃO FINAL**

Com a realização de uma reunião entre os envolvidos dos cursos, foi discutida a viabilidade do produto fabricado e se o mesmo é capaz de realizar a sua função definida no começo do projeto. Após algumas discussões e testes com a órtese nova, o curso de Fisioterapia aprovou o protótipo fabricado, informando que o mesmo realizaria a função adequadamente para que as necessidades da Clínica Fisioterapêutica Unitoledo sejam atendidas com qualidade e eficiência.

#### **5. JUSTIFICATIVA**

Sendo um produto ligado à saúde, com o objetivo de ajudar ao próximo, foi feita uma junção de estudos para a obtenção de um mesmo propósito, integrando os

conhecimentos dos cursos de Engenharia de Produção e Fisioterapia, aplicando os conhecimentos de ambos no projeto de fabricação de uma órtese.

A importância da junção dos cursos está relacionada aos obstáculos de cada um, visto que a Fisioterapia tem a dificuldade na fabricação e a Engenharia de Produção nas especificações técnicas do produto. Além dos obstáculos encontrados, fazer com que o aprendizado dos métodos, processos produtivos e materiais fossem adequados para que os pacientes da Clínica Fisioterapêutica Unitoledo pudessem fazer uso desse produto, na correção/reabilitação de algum membro.

## 6. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foram utilizados alguns tipos de métodos e pesquisas, com o intuito de definir os conceitos, assim como as práticas necessárias para alcançar os objetivos do projeto. Segundo Severino (2007, p. 41) “Sendo o conhecimento construção do objetivo que se conhece, a atividade de pesquisa torne-se elemento fundamental e imprescindível no processo de ensino/aprendizagem”.

Sendo assim, foram utilizados os métodos de estudo de caso, pesquisa experimental e pesquisa bibliográfica.

Com isso, buscando aprimorar os conhecimentos na construção da órtese, foram utilizados alguns conceitos fundamentais para o desenvolvimento do projeto, como os métodos de estudos de casos que diz respeito à “pesquisa que se encontra no estudo de um caso particular, considerando representativo um conjunto de casos análogos, por ele significativamente representativo” (SEVERINO, 2007, p. 121).

De acordo com Severino (2007, p. 123), a pesquisa experimental “toma o próprio projeto e sua concretude como fonte e o coloca em condições técnicas de observações e manipulação experimental das bancadas e pranchetas de um laboratório”.

Por pesquisa documental entende-se que “tem-se como fonte documentos no sentido amplo, ou seja, não só de documentos impressos, mas sobretudo de outros tipos de documentos, tais como jornais, fotos, filmes, gravações, documentos legais” (SEVERINO, 2007, p. 122).

De acordo com Severino (2007, p. 122), a pesquisa bibliográfica é realizada “a partir do registro disponível decorrentes de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses e etc.”.

## 7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 7.1 Órteses

As órteses são dispositivos que auxiliam o membro comprometido durante a reabilitação da mão. Elas controlam, preservam, modificam e aumentam a mobilidade com o intuito de corrigir desvios e contraturas articulares, retrações tendinosas, assim atendendo a casos traumatológicos, reumatológicos e neurológicos (RECUPERANTES, 2017).

Ainda segundo Recuperantes (2017), as principais finalidades das órteses são evitar o aparecimento de deformidades, corrigir as existentes passíveis de correção, bloquear e evitar movimentos anormais e reduzir, por seu uso bem indicado e constante. Em geral, as órteses podem atuar de três maneiras: prevenindo movimentos não desejados, estabilizando ou restringindo a linha de movimento de uma ou mais articulações, através da correção da deformidade, ou ainda através do alívio total ou parcial do peso corporal ou da articulação.

Esses dispositivos, segundo Mikael (2015), são classificados de acordo com a sua função, que pode ser:

- ✓ Protetora: são as órteses que protegem a parte do corpo afetado.
- ✓ Corretora: dispositivos que ajudam na correção de deformidades do esqueleto. O mais comum é que crianças façam uso deles, corrigindo membros que estão se desenvolvendo.
- ✓ Funcional: são chamadas também de dinâmicas, por serem flexíveis, embora permitam um movimento limitado.
- ✓ Estabilizadora: tem o objetivo de manter uma posição, impedindo movimentos que devem ser evitados. Por isso, é útil em casos de correção de pé equino (também chamado de pé torto congênito), além de dores e fraturas.

Mikael (2015) ressalta que “ao necessitar de uma órtese, o mais indicado é que se busque a ajuda de um profissional, sendo que o especialista vai depender do local onde há o problema a ser resolvido. Além disso, se a pessoa começa a usar um dispositivo errado ou de forma equivocada, ao invés de melhorar, o seu tratamento pode sofrer um retrocesso”.

## 8. ANÁLISE E DISCUSSÕES

O produto escolhido a ser feito foi a órtese ortopédica para a imobilização de pulso.

A princípio, o material utilizado seria o PVC, disponível na universidade. Com o decorrer do semestre algumas mudanças foram necessárias, entre eles, o material, sendo indicado um sintético.

O primeiro protótipo apresentado não foi validado, devido à falta de funcionalidade para um possível paciente.

Com o auxílio do curso de Fisioterapia, foram definidos todos os requisitos necessários para a confecção de uma órtese segura e funcional no seu uso.

O segundo protótipo, já mais funcional e com qualidades perceptivas, apresentou pequenas irregularidades de fácil correção.

Com o projeto validado pelos profissionais da saúde e as correções necessárias realizadas, o processo produtivo obteve sua ordem de produção, dando início a fabricação do dispositivo.

Com as órteses finalizadas, os pacientes da Clínica de Fisioterapia UniToledo farão uso de um produto funcional e de qualidade elevada.

## 9. CONCLUSÃO

O material utilizado atendeu os resultados esperados trazendo todas as características de desempenho, apresentando também vantagens no processo de fabricação, sem maiores dificuldades e adequado para a produção industrial.

Apesar da mudança do modelo da órtese, todo planejamento do projeto foi cumprido como foi apresentado, todas as reuniões e discussões com os cursos envolvidos foram produtivas e tiveram grande participação para a finalização do trabalho.

Assim o produto foi fabricado, aprovado e realizada a doação para clínica de fisioterapia UniToledo com a finalidade de ajudar os pacientes que necessitarem da órtese fabricada.

## 10. REFERÊNCIAS

- CARVALHO, José André, ÓRTESES: Um recurso terapêutico complementar. 2. ed. Barueri: Manole, 2013.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, G. N. I.; CAON, M. Planejamento, programação e controle da produção – MRPII/ERP: conceitos, uso e implementação. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. Gerenciamento de sistemas de informação. 3. ed. Rio de Janeiro, 2001.
- MIKAEL. Órtese: Para que serve e quais são suas vantagens? Bella Patologia. 31 jan. 2015. Disponível em: <<http://bellapodologia.com.br/ortese-para-que-serve-e-quais-sao-suas-vantagens/>>. Acesso em: 02 out. 2017.
- REALE, Miguel. Projeto Integrador. Fatec Itaquera. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/projetointegradorv2/>>. Acesso em: 31 out. 2017.
- RECUPERARTES. Como a órtese pode ajudar. Recuperartes, Terapia de mão. Disponível em: <<http://www.recuperarte.com.br/ortese.htm>>. Acesso em: 02 out. 2017.
- SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- VIEIRA, Adriana. O que é um projeto integrador. Projeto Integrador Senac DF. 24 abr. 2015. Disponível em: <<https://projetointegradorsenacdf.wordpress.com/2015/04/24/objetivo/>>. Acesso em: 31 out. 2017.