



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04
de dezembro 2020

Desenvolvimento de uma prensa hidráulica com chapa aquecedora e a produção das primeiras placas de Celeron

Caroline da Silva Neves

Departamento de Engenharia de Produção – Universidade Estadual do Paraná/Campus de Campo Mourão (UNESPAR)

Karla Hikari Akutagawa

Departamento de Engenharia de Produção - UNESPAR

Vinicius Gustavo da Cruz

Departamento de Engenharia de Produção - UNESPAR

Celia Kimie Matsuda

Departamento de Engenharia de Produção - UNESPAR

Nabi Assad Filho

Departamento de Engenharia de Produção - UNESPAR

Resumo: Desde o início da Revolução Industrial até os dias atuais, as prensas são utilizadas para diversas finalidades, tanto industriais, como comerciais com o objetivo de prensar uma peça, impressão de materiais ou até mesmo a fabricação de algum produto ou material. Com isso, o objetivo principal da pesquisa foi desenvolver uma prensa hidráulica com uma chapa aquecedora na qual transfere calor e pressão ao material a ser prensado. Esse material se trata de chapas de Celeron no qual são laminados densos formados de tecido e resina. Para a realização da pesquisa, inicialmente foi realizado um estudo bibliográfico sobre as prensas hidráulicas e desenvolvido o dimensionamento hidráulico, mecânico e elétrico, posteriormente foi feita uma pesquisa de mercado para a aquisição de todos os materiais, equipamentos e instrumentos necessários para a construção da prensa. Após a aquisição de todos os materiais necessários, foi realizado a montagem da parte mecânica, hidráulica e por fim da parte elétrica. Após a construção da prensa hidráulica com chapa aquecedora foi iniciado os testes laboratoriais por meio da produção das primeiras placas de Celeron. A partir da produção das primeiras placas de Celeron, foi analisado que a prensa obteve alta eficiência na produção das placas de Celeron, pois foi possível produzir placas semelhantes às comerciais devido aos instrumentos de controle das variáveis instalados na prensa. Mesmo com os resultados satisfatórios, ainda existem algumas características a serem melhoradas para que o material produzido seja idêntico ao material industrial, como a coloração das placas.

Palavras-chave: Calor, Pressão, Mecânica, Hidráulica, Elétrica.

Development of a hydraulic press with heating plate and production of the first Celeron plates

Abstract: From the beginning of the Industrial Revolution to the present day, presses are used for various purposes, both industrial and commercial, with the aim of pressing a part or even printing or even manufacturing a product. Thus, the main objective of the research is to develop a hydraulic

press with a heating plate in which to transfer heat and pressure to the material to be pressed. This material is Celeron sheets in which dense laminates formed from fabric and resin are used. To carry out the project, the bulletin carried out a study on the hydraulic presses and developed the hydraulic, mechanical and electrical dimensioning, afterwards a market research was carried out for the acquisition of all materials, equipment and instruments provided for the construction of the press. After acquiring all the materials used, the mechanical, hydraulic and finally the electrical parts were assembled. After the construction of the hydraulic press with heating plate, laboratory tests were started by producing the first Celeron plates. From the production of the first Celeron plates, it was analyzed that a press obtained high efficiency in the production of Celeron plates, since it was possible to produce plates similar to the commercial ones due to the variables control instruments installed in the press. Even with satisfactory results, there are still some characteristics to be improved so that the material produced is identical to the industrial material, such as the color of the plates.

Keywords: Heat, Pressure, Mechanical, Hydraulic, Electrical.

1. Introdução

Com um mercado cada vez mais exigente e competitivo, ocorreu a evolução da indústria e o surgimento de novas formas de automatização dos processos para atender as necessidades e suprir os segmentos industriais nesta constante evolução. Com isso, desde 1785 até os dias atuais, as prensas hidráulicas modificaram os fluídos de operação, ganharam em capacidade e desempenho incorporando comandos eletrônicos de operação, medição e sensoriamento automatizados. Contudo, mesmo com a evolução tecnológica, estes mantêm em seus projetos sistemas hidráulicos relevantemente semelhante (GABEIRA, 2016).

As prensas hidráulicas são máquinas mecânicas utilizadas para a elevação ou para comprimir itens grandes. A força é gerada através da utilização de sistemas hidráulicos para aumentar a potência a um padrão de nível mecânico. Este tipo de máquina é tipicamente encontrado em um ambiente de fabricação (Revista AdNormas, 2019).

Portanto, foi desenvolvida a prensa hidráulica com chapa aquecedora para a produção de placas de Celeron, que por se tratar de um plástico termorrígido, fabricado com tecido de algodão impregnado com resina fenólica, necessita após moldado de alta pressão e alta temperatura, proporcionando um material bastante rígido e resistente.

Com isso, o objetivo principal da pesquisa foi desenvolver uma prensa hidráulica com uma chapa aquecedora na qual transfere calor e pressão ao material a ser prensado. Esse material se trata de chapas de Celeron no qual são laminados densos formados de tecido e resina.

A pesquisa possuiu alguns objetivos específicos e, estes foram:

- i) Levantamento de revisões bibliográficas sobre prensas hidráulicas;
- ii) Aquisição de todos os materiais necessários para a construção da prensa;
- iii) Produção da prensa hidráulica com a chapa aquecedora em que a mesma possua controle de algumas variáveis, como temperatura, pressão e densidade, ou seja, a mesma deve possuir um manômetro, um termopar e um display que identifique estas variáveis envolvidas no processo de prensagem das chapas de Celeron;
- iv) Produção dos moldes para a prensa levando em consideração o formato da placa (largura x comprimento x espessura) e que transferir calor a uma temperatura de 110°C à 180°C;
- v) Montagem da prensa hidráulica com a chapa aquecedora;

vi) Realização dos testes laboratoriais afim de comprovar a eficiência da prensa para a fabricação do material desejado.

A produção da prensa hidráulica com chapa aquecedora teve sua importância elevada para a pesquisa visto que existe uma necessidade de desenvolvimento dessa prensa para que posteriormente sejam possíveis a fabricação e o desenvolvimento das placas de Celeron, e que por se tratar de um laminado duro e denso necessita de pressão e calor para ser fabricada.

O equipamento desenvolvido tem importância elevada, pois a mesma ficará no Laboratório de Química Aplicada (LQA) da Universidade Estadual do Paraná no Campus de Campo Mourão e poderá auxiliar outros acadêmicos ou até mesmo corpo docente a realizar suas futuras pesquisas e testes laboratoriais.

A problemática apresentada para a realização desta pesquisa foi em torno das placas de Celeron industriais que por se tratarem de um material que apresenta um custo elevado no mercado e que pode ser utilizado para diversos fins, houve a necessidade de pesquisar sobre o processo de produção das mesmas com intuito de reduzir os custos do processo produtivo.

2. Pressas hidráulicas

As pressas hidráulicas utilizam o Princípio de Pascal. Em uma prensa, a força é realizada através da transformação da energia hidráulica (pressão do fluido) em energia mecânica. O componente que possibilita esta transformação recebe o nome de cilindro hidráulico (atuador linear), que necessita do deslocamento do fluido em sua cavidade para movimentar-se e, assim, realizar força (SILVA et al, 2017).

A construção da prensa hidráulica com chapa aquecedora foi dividida em três partes: hidráulica, elétrica e mecânica. A parte hidráulica consiste no acionamento hidráulico da prensa para transmitir pressão através de uma força para a chapas de Celeron a qual a mesma necessita para tornar-se um laminado denso e rígido. A parte elétrica da prensa consiste em todo o dimensionamento elétrico através de resistências elétrica para transmitir calor para o material a ser prensado visto que o objetivo é prensar chapas de Celeron e a mesma necessita de calor para ser produzida.

Por se tratar de uma prensa hidráulica com chapa aquecedora, a mesma consiste no envolvimento de algumas variáveis no processo de prensagem, como: pressão, densidade, tempo de acionamento hidráulico, e principalmente a temperatura de prensagem. Estas variáveis interferem diretamente na qualidade e nas características das placas de Celeron.

2.1 Variáveis envolvidas no processo de prensagem

A grande maioria dos processos existem variáveis envolvidas que interferem nos processos de fabricação. Coelho (2010) salienta que as variáveis de processo são condições internas ou externas que afetam o desempenho de um processo, em todos os processos industriais é absolutamente necessário controlar e manter constantes algumas variáveis de processo, tais como pressão, nível, vazão, temperatura, pH, condutividade, velocidade, umidade, densidade, etc.

2.1.1 Pressão

A pressão é a força exercida pelo fluido por unidade de área do recipiente que a contém. No sistema internacional de medidas (SI) sua unidade é dada em N/m² ou Pa. Também é utilizado unidades como, atm, bar, kgf/cm², lib/in², etc. (FIALHO, 2004). E, essa variável interfere diretamente na firmeza e dureza das chapas, caso não ocorra isso, as chapas podem se tornar maleáveis interferindo na qualidade e na característica principalmente deste produto na qual se trata de um material denso e rígido.

2.1.2 Densidade

A densidade é a relação entre a massa e o volume de um material, podendo esse material ser sólido ou líquido. Entretanto, no caso da prensa hidráulica com chapa aquecedora, a densidade interfere na expansão do material e certifica-se que ocorre uma diminuição da massa volumétrica onde ocorre o aumento da densidade.

2.1.3 Tempo de Acionamento Hidráulico

O tempo de acionamento é relacionado ao tempo ideal de prensagem para que não queime ou modifique as características do material prensado, e esse tempo deverá ser definido por meio de testes laboratoriais com a fabricação das primeiras placas de Celeron.

2.1.4 Temperatura

A temperatura interfere na umidade das placas de Celeron, o que pode ocasionar perdas de resistência deste material. A temperatura precisa ser ajustada adequadamente para que não ocorra retenção de umidade no interior das placas após prensadas tornando o material maleável.

3. Placas de Celeron

O Celeron é um laminado industrial, duro e denso, fabricado através de aplicação de calor e pressão em camadas de tecido de algodão impregnadas com resinas sintéticas (fenólicas). Quando o calor e a pressão são aplicados simultaneamente às camadas, uma reação química (polimerização) ocorre, aglomerando as camadas em uma massa sólida e compacta (VICK, 2017).

As placas de Celeron são caracterizadas como um produto termofixo. Portanto, um produto termofixo é aquele material que, após aplicação de calor e pressão, torna-se permanentemente rígido, não podendo posteriormente ser termo formado. Portanto, o Celeron enquadra-se nesta família de produtos (VICK, 2017). Segundo Damari, as placas de Celeron podem ser divididas de acordo com sua espessura em malha grossa, média, fina e extra-fina.

4. Metodologia

A primeira atividade realizada no período para atingir os objetivos propostos no projeto foi a realização de um levantamento bibliográfico acerca de prensas hidráulicas e os temas afins sobre a pesquisa.

Após a realização da primeira atividade, foi realizado uma pesquisa de mercado na cidade de Campo Mourão e na cidade de Maringá acerca dos materiais e equipamentos a serem comprados para iniciar o desenvolvimento e a construção da prensa hidráulica com chapa aquecedora.

Contudo, foi realizado uma análise onde foi verificado que os materiais necessários para a construção do equipamento, foram encontrados com maior variedade e com uma diferença significativa de preços na cidade de Maringá – PR. Sendo assim, a aquisição dos materiais da parte elétrica e mecânica foram realizadas na cidade de Maringá. Já os equipamentos da parte hidráulica da prensa foram adquiridos na cidade de Campo Mourão - PR, visto que, não havia diferença significante de preços em outra cidade ou via E-commerce.

Inicialmente, foi realizado um projeto da prensa utilizando o *software* AutoCAD versão *Student* como ilustrado na Figura 1.

Figura 1. Projeto no AutoCAD da prensa hidráulica com chapa aquecedora.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 1 mostra o projeto da prensa hidráulica com chapa aquecedora. Por meio desse projeto foi possível realizar o dimensionamento hidráulico, elétrico, e mecânico da prensa. Foi possível também analisar através do projeto quais os materiais necessários para construir a prensa.

Posteriormente, uma das atividades realizadas foi o dimensionamento da chapa aquecedora e, com isso, foi visto que o melhor tamanho para as chapas era de 30 cm x 30 cm para inicialmente fazer os testes tanto de eficiência da prensa hidráulica com chapa aquecedora quanto da resistência das placas de Celeron produzidas através da mesma.

Foi realizado também o dimensionamento hidráulico da prensa hidráulica com chapa aquecedora e visto que, para este caso, seria necessário a aquisição de um macaco hidráulico do tipo garrafa de 20 toneladas.

Por meio da pesquisa de mercado foi possível realizar a compra dos materiais e equipamentos para iniciar a construção da prensa hidráulica com chapa aquecedora. Os materiais comprados foram:

- a) Um macaco hidráulico de 20 toneladas do tipo garrafa;
- b) Quatro chapas de ferro fundido de $\frac{1}{4}$ de espessura;
- c) Uma barra de ferro maciço de 2 metros;
- d) Duas resistências elétricas do tipo "M";
- e) Porcas e arruelas;
- f) Parafusos;
- g) Encaixes de Ferro;
- h) Solda;

- i) Duas molas espirrais;
- j) Termoelemento de 2 m de 8 mm de espessura;
- k) Rele temperatura digital "J" 48x48 700c 80/250vca;
- l) Contator 9ª 1NA 220V 60Hz;
- m) Caixa termoplástica 280mm x 180mm x 140 mm de cor opaca;
- n) Cabo 2,50 mm- preto (rolo);
- o) Cabo 1,00 mm- preto (rolo);
- p) Fita isolante (rolo);
- q) Prensa cabo - (1/2") – Aletado - cor: cinza;
- r) Comutador 2 pos fixas 90° PT 1NA Plástico;
- s) Três sprays de tinta preto fosco.

A partir da aquisição dos materiais foi iniciado a montagem da parte mecânica da prensa. Para iniciar a construção da prensa hidráulica com chapa aquecedora foram montadas as chapas conforme a Figura 2, com as resistências elétricas em cada parte, foram necessárias quatro chapas de 30 cm x 30 cm, para cada parte duas chapas de ferro fundido de $\frac{1}{4}$ de espessura e uma resistência elétrica em forma de M.

Figura 2. Montagem da chapa aquecedora.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a montagem das chapas aquecedoras foi necessário utilizar a barra de ferro maciço cortada em partes que se ajustavam as resistências elétricas. As barras de ferro maciço foram soldadas as chapas de ferro fundido com intuito de fixar as resistências elétricas como mostra a Figura 2, e posteriormente, fechado com outra chapa de ferro fundido e parafusadas. A Figura 3 mostra as chapas aquecedoras com as respectivas resistências elétricas após a montagem.

Figura 3. Chapas aquecedoras montadas (Parte inferior e superior).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme ilustrado na Figura 3, cada chapa foi montada com as resistências elétricas. Posteriormente, as chapas aquecedoras já montadas foram soldadas em uma estrutura de ferro cedida pelo professor. As chapas aquecedoras foram soldadas uma na parte superior e outra na parte inferior, onde a parte inferior será móvel e irá ser acionada com o auxílio do macaco hidráulico. A estrutura de ferro cedida pelo professor está ilustrada na Figura 4.

Figura 4. Estrutura utilizada para a construção da prensa.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A estrutura de ferro teve que ser adaptada pois não tinha um suporte para apoiar o macaco hidráulico, então foi soldada uma peça de ferro no meio da estrutura com um suporte para apoiar o macaco e colocar as molas que acionariam o abaixamento completo do macaco hidráulico. A Figura 5 mostra a prensa hidráulica montada com as chapas aquecedoras soldadas e o local certo em que seria fixado o macaco hidráulico na parte inferior.

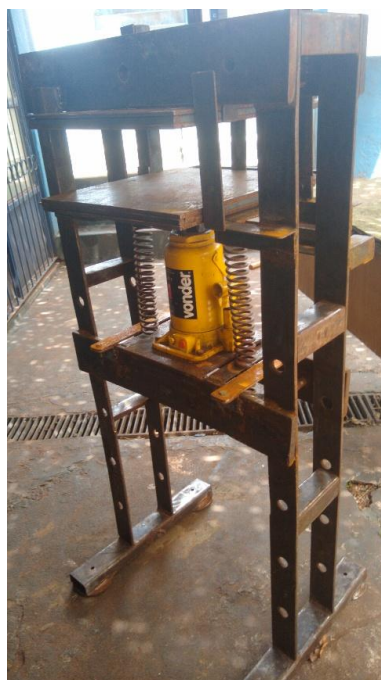
Figura 5. Prensa hidráulica com as chapas aquecedoras soldadas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após isso, foi fixado o macaco hidráulico de 20 toneladas na parte inferior com uma corrediça e as duas molas. As duas molas foram necessárias, visto que o macaco hidráulico utiliza do Princípio de Pascal que diz que “A pressão aplicada num ponto de um fluido em repouso transmite-se integralmente a todos os pontos do fluido”, então para que haja o abaixamento do macaco por completo foi necessário a utilização de uma mola em cada lado da prensa. A Figura 6 mostra a prensa hidráulica com a chapa aquecedora e as molas para o completo abaixamento do macaco hidráulico.

Figura 6. Prensa Hidráulica com chapa aquecedora montada com a parte mecânica completa.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a montagem completa da parte mecânica da prensa foi realizada a pintura, foram utilizados três sprays de tinta preto fosco. A Figura 7 mostra a prensa após a pintura.

Figura 7. Prensa Hidráulica com chapa aquecedora montada pintada.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a pintura da prensa foi iniciada a montagem da parte elétrica com os respectivos elementos adquiridos e instrumentos de controle das variáveis de controle de temperatura, as quais transmitem calor as chapas aquecedoras. A Figura 8 mostra a prensa hidráulica com chapa aquecedora completa com a parte elétrica montada.

Figura 8. Prensa hidráulica com chapa aquecedora com a parte elétrica, hidráulica e mecânica instalada.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após finalizada a construção e o desenvolvimento da prensa hidráulica com chapa aquecedora, iniciou-se a realização dos testes laboratoriais de eficiência produtiva da prensa por meio da fabricação da primeira chapa de Celeron.

Para a fabricação da placa de Celeron foi necessário adquirir 2 moldes para a montagem das placas, e sobre o molde foi passado desmoldante para que não mudasse as características físicas da placa quando submetida à alta temperatura. A Figura 9 mostra o molde montado.

Figura 9. Molde para fabricação da placa de Celeron.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Antes de iniciar a montagem da placa, foi realizada a mistura de resina. Para a mistura da resina, foi utilizada 600 g de farinha de trigo, 600 g de resina, 600 ml de água e 30 g de sulfato de amônia, foi misturado todos os componentes em um liquidificador até formar uma mistura homogênea. E, por fim montado a placa com 11 pedaços de tecidos 100% algodão de tamanho 30 cm x 30 cm. A Figura 10 mostra a placa de Celeron antes de ser prensada.

Figura 10. Placa de Celeron antes de ser prensada.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para realizar o processo de prensagem, a placa ficou em processo de cura em temperatura ambiente no laboratório (18°C) por um período de 3 dias. A Figura 11 mostra a placa de Celeron após ser prensada a uma temperatura de 110°C.

Figura 11. Placa de Celeron após ser prensada.



Fonte: Elaborado pelos autores.

5. Resultados e Discussões

A pesquisa tinha como objetivo principal a construção e o desenvolvimento de uma prensa hidráulica com chapa aquecedora para iniciar a produção das placas de Celeron. Como foi descrito na metodologia, o desenvolvimento da prensa passou por um dimensionamento mecânico, hidráulico e elétrico e necessitou a instalação de alguns instrumentos para fornecer calor e pressão para as placas de Celeron e a instalação de instrumentos para controle destas variáveis envolvidas, visto que, para a fabricação das placas de Celeron é necessário calor e pressão para torna-las um laminado duro e denso.

A partir do objetivo proposto, o resultado obtido foi uma prensa hidráulica com chapa aquecedora eficiente, e para comprovar a eficiência da mesma foram realizados os primeiros testes laboratoriais de eficiência dos instrumentos de controle das variáveis e com o objetivo de analisar a qualidade das primeiras placas de Celeron produzidas.

Com a produção da primeira placa de Celeron observou-se por meio da pressão fornecida pelo macaco hidráulico que foi possível transferir temperatura, de forma integral, para as placas de Celeron, e analisar através do manômetro que a pressão exercida pelo macaco hidráulico nas placas era de 152,7 kgf/cm². Ou seja, foi possível analisar que o calor foi transferido de forma integral para toda a extensão da placa.

A placa ficou no processo de prensagem submetida a uma temperatura de 110°C por um tempo de 40 minutos e todo o tempo sob pressão de 152,7 kgf/cm². Com isso, a placa adquiriu uma coloração amarelada.

A partir da produção da primeira placa foi possível analisar que a prensa hidráulica foi realizada com êxito pois atingiu os objetivos e os resultados foram satisfatórios pois produziu a primeira placa de Celeron com qualidade semelhante a industrializada.

Com relação aos instrumentos instalados para o controle das variáveis e para fornecer calor e pressão à prensa foram instalados e funcionaram corretamente, tendo como resultado a placa com qualidade.

6. Considerações Finais

A pesquisa atingiu o objetivo principal proposto no qual era o desenvolvimento de uma prensa hidráulica com chapa aquecedora para posteriormente realizar a produção de placas de Celeron, em um período de um ano. Dentre os objetivos, estavam a realização dos testes laboratoriais de eficiência produtiva da prensa e o controle das variáveis por meio dos instrumentos instalados na mesma e, este objetivo foi atingido com êxito.

Contudo, podemos concluir por meio dos testes laboratoriais que a prensa hidráulica com chapa aquecedora obteve alta eficiência na produção das placas de Celeron, pois foi

possível produzir placas semelhantes às comerciais devido aos instrumentos de controle das variáveis instalados na prensa para o processo de fabricação de placas de Celeron. Mesmo com os resultados satisfatórios, ainda existem algumas características a serem melhoradas para que o material produzido seja idêntico ao material industrial.

Referências

COELHO, Marcelo Saraiva. **Apostila de Instrumentação**, 2010. Disponível em:<<ftp://mecanica.ufu.br/LIVRE/SCHP/arquivos/>> Acesso em: 20 de set. de 2020.

DAMARI. **Celeron**. Disponível em:<<http://www.damari.com.br/celeron>> Acesso em: 5 de set. de 2020.

FIALHO, Arivelto. **Automação Hidráulica: Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2004.

GABEIRA, Judite Lancastre. **Modelo de representação do conhecimento para orientar a modelagem de sistemas de engenharia**. 2016. Disponível em:<<https://silo.tips/download/o-processo-de-representacao-do-modelo-de-um-sistema-de-engenharia-para-implementa>> Acesso em: 29 de set. de 2020.

Revista AdNormas. **Prensas hidráulicas: os conceitos de segurança**. 2019. Disponível em: <<https://revistaadnormas.com.br/2019/05/07/prensas-hidraulicas-os-conceitos-de-seguranca/>> Acesso em: 29 de set. de 2020.

SILVA, André Luiz Carneiro; SILVEIRA, Caio Henrique Vilas Boas; GALLINA, Gabriel Medeiros; BRITO, Hélio Xavier. GONÇALVES, Joaquim Pedro. **PRENSA HIDRÁULICA AUTOMATIZADA**. In: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO. CAMPUS SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. São José dos Campos. 2017.

VICK. **Celeron**. 2017. Disponível em: <<https://www.vick.com.br/datasheets/datasheet-celeron.pdf>> Acesso em: 5 de set. de 2020.