

## Estudo e desenvolvimento de Placa de Celeron de Malha Fina

### Fine Mash Celeron Plate study and development

DOI: 10.34117/bjdv8n5-170

Recebimento dos originais: 21/03/2022

Aceitação para publicação: 29/04/2022

#### **Marcela Vitória Dantas**

Graduanda em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR)

Instituição: Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – UNESPAR

Endereço: Av. Comendador Norberto Marcondes, 733, Centro, Campo Mourão/PR

E-mail: Marcela.vit72@gmail.com

#### **Vinicius Gustavo da Cruz**

Graduando em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR)

Instituição: Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – UNESPAR

Endereço: Av. Comendador Norberto Marcondes, 733, Centro, Campo Mourão/PR

E-mail: Viniciusgustavo237@gmail.com

#### **Celia Kimie Matsuda**

Doutora em Física pela Universidade Estadual de Maringá/Universidade Estadual de Londrina (UEM/UEL)

Instituição: Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – UNESPAR

Endereço: Av. Comendador Norberto Marcondes, 733, Centro, Campo Mourão/PR

E-mail: Celia\_matsuda@hotmail.com

#### **Nabi Assad Filho**

Mestre em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Instituição: Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – UNESPAR

Endereço: Av. Comendador Norberto Marcondes, 733, Centro, Campo Mourão/PR

E-mail: Nabiassadfilho@hotmail.com

### **RESUMO**

Esta pesquisa tem por objetivo o estudo e desenvolvimento de Placas de Celeron de Malha Fina, a fim de confeccionar placas com a garantia de qualidade semelhante ou superior às placas já comercializadas, visando a viabilização do processo e o baixo custo de fabricação. Utilizando uma prensa hidráulica com chapa aquecedora, tecidos de algodão, farinha de trigo, sulfato de amônia, resina, silicone e água, impregnando camada de tecido com uma mistura feita de resina e trigo e intercalando com uma camada limpa, colocando-as sobre a chapa de metal até a obtenção de 16 camadas, finalizando com uma segunda chapa de metal e posteriormente sendo prensada e aquecida na prensa hidráulica com chapa aquecedora, obtendo dessa forma uma Placa de Celeron de Malha Fina. Obtendo como resultado uma placa que apresentou dureza não uniforme e espaçamento entre as camadas, em decorrência da quantidade de resina fenólica impregnada e temperatura, sendo necessário o ajuste para as próximas confecções.

**Palavras-chave:** chapa aquecedora, malha fina, placas de celeron, prensa hidráulica.

## **ABSTRACT**

This research aims at the study and development of Fine Mesh Celeron Plates, in order to manufacture plates with a guarantee of similar or superior quality to the plates already commercialized, aiming at the feasibility of the process and the low cost of manufacture. Using a hydraulic press with a hot plate, cotton fabrics, wheat flour, ammonium sulfate, resin, silicone and water, impregnating a layer of fabric with a mixture made of resin and wheat and intercalating with a clean layer, placing them on the sheet metal until obtaining 16 layers, finishing with a second sheet of metal and later being pressed and heated in a hydraulic press with a hot plate, thus obtaining a Fine Mesh Celeron Plate. As a result, a board that presented non-uniform hardness and spacing between the layers, due to the amount of phenolic resin impregnated and temperature, being necessary to adjust for the next confections.

**Keywords:** hot plate, thin mesh, celeron plates, hydraulic press.

## **1 INTRODUÇÃO**

De acordo com Parreiras (2021), utilizar materiais de baixa qualidade nos processos produtivos pode ocasionar situações desagradáveis para uma empresa, como:

- a) Prejuízo: investir em materiais que não trarão retorno;
- b) Desperdício de tempo: processos produtivos mais demorados e retrabalho;
- c) Perdas: perda de parte ou todo o material a ser produzido.

Ainda assim, empresas nacionais continuam a trabalhar com materiais de baixa qualidade e por mais que “empresas que investem pouco em inovação têm resultados limitados” (SERRANO, 2021), esse fator continua dominante no mercado brasileiro, onde muitas organizações enxergam as tecnologias disponíveis e a utilização de melhores materiais para a matéria prima para a produção como inalcançáveis, onde não se têm a pretensão de investir na utilização dessas novas tecnologias ou até mesmo em novos produtos feitos a partir de outros materiais.

Um produto já visto no mercado internacional e com poucos produtores no Brasil são as Placas de Celeron. Segundo Vick (2017) “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)”, ou seja, é uma placa feita a partir da formação de várias camadas de tecido de algodão impregnadas por resina fenólica e unidas a partir de uma compressão associada à alta temperatura. A resina fenólica em questão é definida como

polímero termorrígido e totalmente sintético, que são utilizados em diversas aplicações como adesivos para compensados, recobrimento de superfícies, matrizes na fabricação de compostos, para a indústria aeroespacial, automobilística, naval, espuma para isolamento térmico e acústico. (SANTOS; VERONICA; PEÇANHA, 2007, apud AKUTAGAWA; NEVES; MATSUDA; CRUZ; ASSAD FILHO, 2020),

As Placas de Celeron são classificadas em quatro tipos de malhas, definidas a partir de sua espessura e quantidade de fios, sendo elas: malha grossa, malha média, malha fina e malha extra fina (VICK, 2017), conforme Tabela 1:

Tabela 1: Espessura e quantidade de fios das Malhas de Celeron.

<b>Placas de Celeron</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Camadas/mm de espessura</b>	<b>Fios/cm<sup>2</sup></b>
Malha Grossa	1,8	60
Malha Média	2,4	45
Malha Fina	3,1	34
Malha Extra Fina	5,6	22

Fonte: Vick (2017) Adaptado.

Ressalta-se que, embora existam variadas espessuras, quanto mais fina é uma Placa de Celeron, melhores serão os produtos feitos a partir dela em relação ao acabamento final. Portanto para garantir um excelente acabamento nas peças produzidas a partir do Celeron, é preferível a utilização das malhas fina ou extra fina.

Para PLASTIREAL ([2021?]), as Placas de Celeron possuem as seguintes características:

- a) Excelente resistência mecânica: capacidade das Placas de Celeron em resistir à tração, compressão, torção, entre outros;
- b) Boa resistência ao desgaste: essa propriedade permite que as Placas sejam menos suscetíveis a efeitos danosos;
- c) Coeficiente de atrito baixo: permite que as Placas se movimentem mais facilmente pela superfície de outro material;
- d) Boa resistência ao choque: capacidade das Placas em absorver impactos;
- e) Absorção de ruídos: a energia sonora é absorvida;
- f) Amortecimento de vibrações: permite a baixa amplitude de vibração e menor tempo de propagação de vibrações após o período de excitação.

Segundo DAMARI (2019), as Placas de Celeron de Malha Fina também apresentam:

- Compressão Perpendicular: 39.000 PSI
- Flexão Longitudinal: 18.000 PSI;
- Tração Longitudinal: 12.000 PSI;
- Impacto Longitudinal: 1.9 ft.lb/in;
- Dureza Rockwell: 103 M;
- Resistência Deslaminção: 1.800 lb;
- Rigidez Dielétrica Paralela: 15 kV/mm;
- Absorção de Água: 2.2 %;
- Temperatura Máxima de Trabalho: 125°C;
- Resistente a óleos e graxas minerais;
- Isolante de baixa tensão.

Entretanto, é importante ressaltar que cada malha possui uma melhor aplicabilidade, para IMPAKITTO (2020), “a chapa de Celeron de Malha Fina tem maior eficiência mecânica e elétrica e geralmente é mais empregada em engrenagens de módulos pequenos e em peças de tolerância mínima”, portanto é possível afirmar que esse tipo de placa se dá melhor em locais onde haja contato direto com eletricidade, como porcas para transformadores elétricos, tirantes, painéis e até mesmo os próprios quadros elétricos, pois se trata de um material que possui eficiência como isolante de baixa tensão, que isolam os condutores com a terra.

Salienta-se que, os objetivos das chapas podem variar de acordo com o aditivo utilizado na sua confecção (CELPAN, [2019?]), podendo ser de três tipos:

- a) Mecânico: melhor aplicabilidade em engrenagens, anéis, polias, palhetas de bombas a vácuo, raspadores;
- b) Grafitado: melhor aplicabilidade em buchas, mancais, espaçadores, guias de colunas, peças que trabalham em ambientes onde haja dificuldade de acesso ou restrições a uso de lubrificantes;
- c) Elétrico: melhor aplicabilidade em painéis e quadros elétricos, tirantes e porcas para transformadores elétricos.

Embora as Placas de Celeron de Malha Fina possuam condições para substituir outros materiais, como o plástico, a madeira e o metal, ainda não há a sua firmação no mercado nacional, ou seja, ainda não existe uma vasta produção das Placas de Celeron de Malha Fina no território brasileiro.

O fato de haver escassez de produção dessas placas no Brasil, tendo em vista que são essas mais fabricadas no exterior, acarreta um alto custo de importação do material, pois as poucas indústrias brasileiras que produzem Placas de Celeron não suprem toda a demanda e sua importação tornam essas placas caras e/ou inviáveis para as indústrias que desejam utilizá-la como matéria prima.

Portanto há uma preferência das indústrias em utilizar materiais de fácil acesso e que não demandem tantos esforços para serem adquiridos. Desta forma, o objetivo da pesquisa foi desenvolver um método de elaboração para a confecção de Placas de Celeron de Malha Fina, de forma a viabilizar todo o processo produtivo.

A viabilização do processo produtivo deve contemplar o baixo custo da matéria-prima e de todos os materiais envolvidos na confecção das placas, o método de produção, que deve ser simplificado e a qualidade, onde deve haver a garantia de que o material terá sua qualidade idêntica ou superior às placas já comercializadas no mercado.

Para atingir esses objetivos se fez necessário realizar revisões bibliográficas acerca do assunto tratado e assim desenvolver os métodos de confecção das Placas, fazendo posteriormente os devidos testes de qualidade para a comprovação da qualidade das Placas.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **2.1.1 Revisões Bibliográficas**

Para a pesquisa em questão, foram realizadas revisões bibliográficas em sites com conteúdos acerca do tema “Placas e ou chapas de Celeron”, para estabelecer um ponto de partida e buscar referências de autores que já haviam feito estudos acerca do assunto.

Infelizmente os conteúdos voltados para o tema eram poucos e na maioria das vezes, não eram aprofundados. Portanto houve a dificuldade em se encontrar materiais relevantes que auxiliassem a estabelecer de quais os materiais utilizados e o modo como seria produzido e como seriam realizados os testes de qualidade, juntamente aos ensaios mecânicos para a comprovação das Placas.

#### **2.1.2 Desenvolvimento da Receita de Mistura de Resina Fenólica**

A mistura de resina fenólica foi desenvolvida a partir de ingredientes de fácil acesso, de forma em que a confecção das placas fosse viável, visando também o alcance de suas principais características. Após as revisões bibliográficas, chegou-se na receita da

mistura de resina, utilizada para impregnar as camadas de tecido, funcionando como uma espécie de cola, unindo as camadas e as transformando numa única unidade.

A receita então foi definida como 600 g de resina, 600 g de farinha de trigo, 600 ml de água e 30g de sulfato de amônia, onde o procedimento para a obtenção da mistura é simplesmente garantir que todos os ingredientes estejam nas medidas corretas, utilizando instrumentos de medição como uma balança, por exemplo, e depois batê-los em um liquidificador até o tempo necessário para que os ingredientes sejam misturados, formando um líquido completamente homogêneo.

### **2.1.3 Materiais Utilizados**

Durante todo o processo de confecção das Placas de Celeron de Malha Fina, foram utilizados os respectivos materiais:

- Uma prensa hidráulica com chapa aquecedora;
- Duas chapas de metal 30cm x 30cm;
- Hastes de metal;
- Silicone;
- Resina;
- Farinha de trigo;
- Sulfato de amônia;
- Água;
- 16 pedaços de tecido de algodão de malha fina, cortados no formato 30cm x 30cm;
- Espátula.

### **2.1.4 Confecção da Placa de Celeron de Malha Fina**

Toda a parte de confecção da Placa de Celeron de Malha Fina foi feita no LQA (Laboratório de Química Aplicada) da UNESPAR, começando pela limpeza e retirada de resíduos de confecções anteriores das chapas de metal e aplicando sobre cada chapa uma camada uniforme de silicone, para atuar como desmoldante e assim facilitar a retirada da placa após o processo de confecção, colocando também as hastes de metal fixadas às laterais da chapa, para prevenir que houvessem vazamentos durante o processo e garantir o alinhamento das camadas, conforme Figura 1:

Figura 1: Chapa de metal com camada de silicone.



Fonte: autor (2021)

Após isso, foi feita a metade da receita de mistura de resina fenólica, ou seja, 300g de resina, 300g de farinha de trigo, 300ml de água e 15g de sulfato de amônia, para evitar desperdícios, já que durante a confecção de outras Placas houveram sobras de mistura. Todos os ingredientes foram pesados na balança, a fim de garantir a precisão da receita, com exceção da água que foi medida em um *becker*. Os ingredientes foram batidos num liquidificador até a obtenção de uma mistura homogênea, conforme o passo a passo da receita. A mistura obtida possuía uma coloração bem amarelada, numa tonalidade amarelo mostarda, enquanto seu odor era predominantemente de resina, sendo possível também identificar a presença da farinha de trigo.

Na sequência a mistura foi passada para outro recipiente, iniciando então o processo de montagem da Placa de Celeron de Malha Fina, mergulhando a primeira camada de tecido de algodão no recipiente com a mistura, impregnando todo o tecido e depois retirando o excesso do líquido, de forma que o tecido não ficasse encharcado de resina.

Posteriormente esse tecido impregnado foi esticado sobre a chapa de metal untada com silicone, onde o tecido foi deixado o mais esticado possível, conforme mostra a Figura 2:

Figura 2: Primeira camada de tecido impregnada de mistura de resina e esticada sobre a chapa de metal.



Fonte: autor (2021)

Dando continuidade ao processo de confecção, uma segunda camada de tecido foi colocada por cima da primeira, sendo essa uma camada limpa, ou seja, sem impregnação de resina, esticando-a do mesmo modo da primeira camada, exercendo uma leve pressão para que houvesse a aderência de uma camada na outra, conforme a Figura 3:

Figura 3: Segunda camada de tecido da placa.



Fonte: autor (2021)

Esse processo de intercalar uma camada impregnada e uma camada limpa foi repetido até a obtenção de 16 camadas totais, finalizando com a segunda chapa de metal untada com silicone, onde o silicone estava voltado para o tecido. Dessa forma obteve-se uma Placa de Malha Fina ainda crua. Mesmo impregnando 8 camadas de tecido de algodão, ainda sobrou uma quantidade considerável da mistura de resina no recipiente, que endureceu após algumas horas em temperatura ambiente, se tornando um material sólido e muito quebradiço.



A malha crua foi levada para a prensa hidráulica com chapa aquecedora, equipamento este desenvolvido em projeto de pesquisa anterior pelos laboratórios de Física e Química Aplicada (LQA e LFA) da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), *Campus* de Campo Mourão para a confecção de Placas de Celeron e outras placas.

A prensa possui um termômetro na parte superior, que funciona através de um painel com botões e display para a regulação da temperatura e também possui um manômetro para a regulação da pressão. O manômetro funciona a partir do acionamento de um macaco hidráulico instalado no equipamento, quanto maior for o acionamento deste macaco, maior será a pressão exercida sobre a placa a ser confeccionada. O equipamento possui cerca de 1,60m, desde a sua base até a o topo do termômetro, conforme a Figura 4:

Figura 4: Prensa hidráulica com chapa aquecedora.



Fonte: autor (2021)

Para a utilização da prensa, se fez necessário ligá-la na tensão de 220 V, ajustar a temperatura desejada no painel e esperar seu aquecimento. Para a confecção das placas, a temperatura escolhida foi de 83°C, enquanto o ajuste de pressão foi feito manualmente na prensa hidráulica, sendo essa pressão regulada em 152,7 kgf/cm<sup>2</sup>.

A malha foi deixada na prensa pelo período de 60 min, fazendo verificações constantes da temperatura e pressão durante esse tempo, a fim de garantir o sucesso do procedimento.

Conforme a malha foi aquecendo, era possível notar um odor de química bastante forte no ambiente, característico do sulfato de amônia utilizado na receita, enquanto o odor de resina e farinha de trigo não era mais identificável. Além disso, havia um pouco de fumaça, que causava um pequeno ardor nos olhos, recomenda-se que as placas sejam confeccionadas em ambientes arejados ou abertos, para evitar o incômodo do odor e da ardência provocada pelo sulfato de amônia.

Depois dos 60 min do processo de aquecimento com a prensagem do material, a placa obtida foi retirada da prensa e colocada sobre uma bancada, deixada para esfriar por cerca de 24 h em temperatura ambiente. Após esse tempo, foram retiradas as duas chapas de metal, juntamente às hastes, com o auxílio de uma espátula, que facilitou o processo de retirada da placa, obtendo assim uma Placa de Celeron de Malha Fina, com medida de 30 cm x 30 cm.

Foram realizados outros testes anteriores a esse, mas a melhor placa obtida foi esta citada anteriormente, novas placas serão desenvolvidas mudando o tempo de prensagem, assim como a temperatura para a confecção das mesmas, e o processo de impregnação das malhas. Após obter placas com maior ductilidade, as mesmas serão submetidas aos testes de qualidade e ensaios mecânicos, para se comparar aos resultados das placas já comercializadas.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A Placa de Celeron de Malha Fina apresentou uma tonalidade amarelada após a retirada das chapas de metal, como o tecido de algodão era branco, o tom amarelado seria causado pela mistura de resina e pelo aquecimento do material, cujo odor de sulfato de amônia que havia no ambiente durante o período de confecção já não era perceptível após a placa ter esfriado por completo.

A quantidade de receita de mistura de resina foi maior do que o necessário, mesmo reduzindo a receita pela metade, ainda restou praticamente um 80% do líquido que endureceu após algumas horas. Portanto, ao iniciar o procedimento de preparação da mistura, é necessário fazer a receita aos poucos, pois a quando a mistura endurece, não há possibilidade de reaproveitamento. Claramente se a confecção das placas fosse feita em larga escala, não haveria o desperdício da mistura, tendo em vista que seria utilizada

em várias placas, de diversos tamanhos e espessuras. Porém para pequenas produções, o melhor é evitar quantidades exacerbadas da receita.

Embora o processo tenha sido feito seguindo o passo a passo para a confecção da placa, o resultado final foi satisfatório no sentido de conseguir confeccionar a placa, mas apresentou alguns problemas relacionados à temperatura e quantidade de resina impregnada entre os tecidos. Foi possível notar que a melhor Placa finalizada apresentava nas suas extremidades um espaçamento entre as camadas, como se uma camada de tecido não tivesse aderido à outra. Esse fator ocorreu devido à quantidade de mistura de resina impregnada no tecido, sendo essa quantidade impregnada menor do que o necessário.

O objetivo de diminuir a quantidade de resina impregnada era evitar o desperdício e o escorrimento da mistura durante o período em que a malha estivesse na prensa, pois em confecções anteriores, a quantidade de mistura impregnada estava em excesso, o que causou o vazamento da mistura por toda a prensa. Porém a quantidade de mistura é o que garante a junção das camadas de tecido, formando uma malha única, assim como o fator temperatura e pressão. Portanto deve-se haver um equilíbrio na quantidade impregnada, ou seja, a quantidade deve ser o suficiente para gerar a aderência e ao mesmo tempo não deixar excessos que gerem o vazamento dessa mistura, ocasionando resíduos desnecessários e sujando o equipamento.

Também se observou a dureza não uniforme da placa, onde o centro estava mole, enquanto as bordas possuíam a dureza necessária. Inclusive a tonalidade amarelada da placa era um pouco mais clara no centro, em comparação à tonalidade das extremidades. Esse fator da dureza ter sido desigual foi decorrente do tempo deixado durante o processo e da baixa temperatura da prensa, utilizado para o mesmo. Sendo assim, as Placas de Celeron de Malha Fina não devem ser confeccionadas em temperaturas abaixo do recomendado, ou seja, abaixo de 120°C a 130°C. Ainda se faz necessário a confecção de novas Placas de Celeron de Malha Fina e em conformidade apresentar o necessário para a realização dos testes de qualidade e ensaios mecânicos, esses ainda serão realizados.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Se faz necessário estabelecer uma relação de proporção de quantidade de mistura a ser feita para a quantidade de placas (considerando seu tamanho e espessura) que serão produzidas, para não haver desperdício durante as confecções, pois a mistura endurecida acaba sendo descartada.

As Placas de Celeron de Malha Fina produzidas apresentaram a necessidade de correções, devido ao espaçamento entre as camadas de tecido e à dureza não uniforme. Dessa forma, para as próximas confecções devem ser realizados ajustes na temperatura, aumentando-a de forma a ficar entre 120°C a 130°C, assim como o tempo utilizado para a confecção das placas, permitindo que haja a dureza uniforme por toda a malha durante o período de prensagem e aquecimento. Além de aumentar a quantidade de resina impregnada nas camadas de tecido de algodão, de forma a garantir a que a malha não apresente espaçamentos.

As correções serão realizadas no LQA da UNESPAR, utilizando o mesmo procedimento de montagem, alterando apenas a quantidade de resina impregnada, o tempo e a temperatura.

Quando as Placas de Celeron de Malha Fina produzidas alcançarem os resultados desejados, serão realizados os testes de qualidade e ensaios mecânicos, de forma a garantir que as Placas possuam qualidade idêntica ou superior às Placas já comercializadas no mercado, concluindo o objetivo da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AKUTAGAWA, K. H.; NEVES, C. S.; CRUZ, V. G.; MATSUDA, C. K.; ASSAD FILHO, N. PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CELERON. In: **engenharia de produção: inovação, produção e sustentabilidade 2**. Vol.2. aya editora, 2021. Cap.13. p. 219 - 232.

CELPAN. **Chapa de Celeron**. [S. l.], [2019?]. Disponível em: <https://www.celpan.com.br/borracha/celeron/chapa>. Acesso em: 04 set. 2021.

DAMARI. **Chapas de Celeron**. [S. l.], [2019?]. Disponível em: <https://www.damari.com.br/placa-celeron>. Acesso em: 20 jul. 2021.

IMPAKTTO. **Chapa de Celeron**. São Paulo - SP, [2019?]. Disponível em: <http://www.impaktto.com.br/chapa-celeron.php>. Acesso em: 25 ago. 2021.

PARREIRAS, P. **Controle da qualidade da matéria prima: você toma o devido cuidado?**. Jul. 2021. Disponível em: <https://www.nomus.com.br/blog-industrial/controle-da-qualidade-da-materia-prima/>. Acesso em: 02 set. 2021.

PLASTIREAL. **Chapa de Celeron**. [S. l.], [2021?]. Disponível em: <https://www.plastireal.com.br/chapa-celeron>. Acesso em: 28 jul. 2021.

SERRANO, F. O alerta de Falconi sobre a Falta de inovação no Brasil. **Exame**, mar. 2021. Disponível em: <https://www.google.com/amp/s/exame.com/inovacao/o-alerta-da-falconi-sobre-a-falta-de-inovacao-no-brasil/amp/>. Acesso em: 02 set. 2021.

VICK. **Revisão 2.3**. [S. l.], 27 out. 2017. Disponível em: <https://www.vick.com.br/datasheets/datasheet-celeron.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.