

## Estudo e desenvolvimento de placas de Celeron de malha média

### Medium mesh Celeron plate study and development

DOI: 10.34117/bjdv8n5-301

Recebimento dos originais: 21/03/2022

Aceitação para publicação: 29/04/2022

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

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

Instituição: Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial

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

E-mail: Viniciusgustavo237@gmail.com

#### **Marcela Vitória Dantas**

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

Instituição: Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial

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

E-mail: Marcela.vit72@gmail.com

#### **Celia Kimie Matsuda**

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

Instituição: Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial

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

E-mail: Celia\_matsuda@hotmail.com

#### **Nabi Assad Filho**

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

Instituição: Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial

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

E-mail: nabiasadfilho@hotmail.com

#### **RESUMO**

Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver placas de Celeron de malha média. Para tal, espera-se obter placas de qualidade semelhante ou idêntico as chapas de Celeron industriais, com baixo custo de produção, excelentes propriedades mecânicas, baixo coeficiente de atrito, baixo ruído, baixo peso específico e um material fácil de ser usinado. Para a confecção da placa de Celeron foi realizada uma revisão bibliográfica, planejamento das metodologias e materiais/quantidades necessária. Através desse estudo foi possível confeccionar placas de Celeron semelhante as chapas industriais, ou seja, o estudo apresenta resultados satisfatórios. Espera-se através dessa pesquisa apresentar um estudo através do desenvolvimento de placas de Celeron, utilizando a malha média que possa ter características mínimas para uma boa aceitação comercial.

**Palavras-chave:** placas de celeron, resina fenólica, malha média.

## ABSTRACT

This research aims to develop medium mesh Celeron plates. For this, low grade of quality, low grade of friction, low cost of low grade of friction, low grade of friction, low grade of friction, low cost of low grade of friction and easy to machine material. For the making of the Celeron plate, a bibliographic review, planning/quantities of the necessary ones was carried out. Through this study it was possible to make similar Celeron plates as industrial plates, the study presents satisfactory results that is. It is expected through presenting a study through the development of the Celeron plate, using a mesh that may have minimum characteristics for a good commercial research.

**Keywords:** celeron plate, phenolic resin, medium mesh.

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Plastecno ([2019?]), a chapa de Celeron é um laminado duro e denso, fabricado com tecido de algodão que são colocados em camadas e estes por sua vez são impregnados com resina fenólica e moldados em alta pressão, a alta temperatura, resultando em um material bastante rígido e resistente.

De acordo com Santos, Veronica e Peçanha (2007), as resinas fenólicas são polímeros termorrígidos e totalmente sintéticos, que são utilizadas 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.

As resinas fenólicas possuem ótima estabilidade térmica, ou seja, são resistentes às chamas e a altas temperaturas como 900° C, causando pouca fumaça e baixa emissão de gases tóxicos. Suas características são importantíssimas em questão de segurança, principalmente em ambientes onde a segurança contra incêndio é primordial (AKUTAGAWA et al, 2020).

De acordo com Hiltz, Kuzak e Watkus (2001), a degradação da resina fenólica produz um material carbonizado que resulta em taxas muito baixas de espalhamento de chamas em comparação com resinas poliésteres.

O calor e a pressão quando aplicados simultaneamente às camadas geram uma reação química, ou seja, polimerização, transformando as camadas em uma massa sólida e compacta (VICK, 2017).

De acordo com Vick (2017), o Celeron é considerado um produto termofixo. Um produto termofixo é um tipo de material que após ser aplicado calor e pressão, torna-se

permanentemente rígido não podendo posteriormente ser termo formado, sendo de extrema importância a compreensão desse termo.

A chapa de Celeron é utilizada para fins estruturais, por causa da sua alta resistência ao desgaste, ao cisalhamento e ao choque (IMPAKTTO, [2019?]).

A chapa de Celeron se diferencia de acordo com a malha de tecido utilizado, que varia de grosso, médio, fino e extrafino. As placas de malha grossa são muito utilizadas na indústria, no entanto quanto mais fina for a malha, melhor será o seu acabamento na peça (VICK, 2017).

De acordo com Vick (2017), o laminado de Celeron se difere de acordo com a malha do tecido que é utilizado, que varia de extrafino, fino, médio e grosso. Cada malha tem a sua estrutura definida.

O tipo de malha de cada placa de Celeron é definido de acordo com a quantidade de fios e sua espessura, conforme a Tabela I.

Tabela I: Tipos de placas de Celeron conforme sua espessura e quantidades de fios.

Tipo de Celeron	Fios/Cm <sup>2</sup>	Camadas/mm de espessura
Extrafino	60	5,6
Fino	45	3,1
Médio	34	2,4
Grosso	22	1,8

Fonte: Vick, 2017 (adaptado).

Segundo Damari ([2019?]), as chapas de Celeron de malha média, fina e extrafina apresentam as seguintes propriedades:

- a) Malha média:
- Cor: marrom;
  - Densidade: 1,35 g/cm<sup>3</sup>;
  - Compressão perpendicular: 37 000 PSI;
  - Flexão longitudinal: 16 000 PSI;
  - Tração longitudinal: 10 500 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: 125 °C;
  - Resistente à água do mar;

- Resistente a agentes corrosivos (ácidos).
- b) Malha fina:
  - Cor: marrom;
  - 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;
  - Resistencia deslaminção: 1 800 lb;
  - Rigidez dielétrica paralela: 15 kV/mm;
  - Absorção de água: 2,2 %;
  - Temperatura máxima: 125 °C;
  - Resistência a óleos e graxas minerais;
  - Isolante de baixa tensão.
- c) Malha Extrafina:
  - Compressão perpendicular: 41 000 PSI;
  - Flexão longitudinal: 20 000 PSI;
  - Tração longitudinal: 15 000 PSI;
  - Impacto longitudinal: 1,3 ft.lb/in;
  - Dureza Rockwell: 105 M;
  - Resistencia deslaminção: 16 000 lb;
  - Rigidez dielétrica paralela: 15 kV/mm;
  - Absorção de água: 1,8%;
  - Temperatura máxima: 125 °C;
  - Resistente a óleos e graxas minerais;
  - Isolante de baixa tensão.

Atualmente há quatro tipos de malhas no mercado (PLASTIREAL, 2019), sendo elas:

- a) Malha Grossa: possui aplicação em arruelas, roldanas, guias de máquinas, entre outros;
- b) Malha Média: possui aplicação em buchas, mancais, espaçadores, entre outros;
- c) Malha Fina: possui aplicação em quadros elétricos, tirantes, entre outros;
- d) Malha Extra Fina: possui aplicação em buchas, polias, rodas dentadas, entre outros.

Há uma linha especial de laminado industrial que é fabricado com reforço de tecido de fibras naturais inorgânicas, e resina fenólicas, em que se tem grande importância industrial devido às suas propriedades físicas que não estão presentes em laminados de fibras orgânicas, como em mínima variação dimensional a temperaturas mais altas e durabilidade aliada a baixo coeficiente de atrito. Esses reforços são impregnados sobre pressão e calor em laminados com características desejáveis, as mais utilizadas são fenólicas, melamínicas e de epóxi, todas em forma líquida (VICK,2017).

Os laminados industriais apresentam as seguintes propriedades (VICK, 2017):

- Mecânicas: são laminados de tecidos selecionados para resistir a choque de cargas elevadas e ao desgaste, são utilizados tecidos mais finos que resultam numa chapa com maior precisão e melhor acabamento.
- Químicas: são laminados fenólicos que normalmente não são atacados com solventes como álcool, éter e derivados de refino de petróleo. Esses laminados apresentam resistência a baixa concentração de ácidos inorgânicos e ácidos orgânicos como cítricos, maleico, acético e láctico, no entanto são atacados por ácidos oxidantes, como os álcalis fortes.
- Térmicas: são laminados em papéis ou tecidos de algodão que podem ser usados intermitentemente a 90 °C a 130 °C. Os laminados com calor acima de 100 °C podem sofrer a sua ação.
- Físicas: é um material que apresenta alta elasticidade, sendo possível trabalhar com tolerâncias maiores, seu coeficiente térmico de expansão é de 3 a 5 vezes mais alto do que o aço.
- Elétricas: a sua resistência elétrica varia devido à configuração dos eletrodos, visto em que o isolante é ensaiado.
- Armazenamento: por ser um material sensível a umidade, recomenda-se que o armazenamento seja realizado em lugares secos.

Dependendo da resina, o reforço empregado e o processo de laminação utilizada podem variar as propriedades dos laminados, visto que os valores de suas características são típicos. Já a escolha do laminado adequado para um uso específico é um problema de engenharia (VICK, 2017).

A aplicação da chapa de Celeron varia conforme o aditivo utilizado, que pode variar em mecânico, grafitado ou elétrico. O mecânico pode ser aplicado para engrenagens, anéis, polias, palhetas de bombas a vácuo e raspadores. O grafitado pode ser aplicado para buchas, mancais, espaçadores, guias de colunas ou até para peças que

trabalham em ambientes onde exista dificuldade de acesso ou restrição ao uso de lubrificantes. E o elétrico que pode ser aplicado para painéis e quadros elétricos, tirantes e porcas para transformadores elétricos (CELPAN, [2019?]).

De acordo com Plastecno ([2019?]), as principais características da chapa de Celeron é a alta resistência ao desgaste e cisalhamento, baixo coeficiente de atrito, amortece os ruídos, absorve vibrações, alta resistência ao choque e facilmente pode ser cortado, furado e usinado e a temperatura máxima de trabalho pode chegar a 120 °C.

Plastireal ([2021?]) afirma que as placas de Celeron de malha média possuem altíssima eficiência mecânica e elétrica, garantindo melhor acabamento nas peças. Exemplo: Engrenagens de módulos pequenos, buchas, prismas, polias, peças de tolerâncias mínimas e rodas dentadas.

Damari ([2019?]) afirma que a chapa de Celeron pode ser fabricada com a adição de grafite que reduz o coeficiente de atrito, esse material é conhecido como chapa de Celeron grafitada, e é muito utilizada pela indústria.

Segundo Borges (2004), no Brasil são poucas as empresas que utilizam resinas fenólicas, que é um processo extremamente limitado, pois ainda não há tecnologia no país para o desenvolvimento destas resinas, o que necessita de sua importação, tornando o processo muito caro e em alguns casos inviável financeiramente.

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi o desenvolvimento de placas de Celeron de malha média com baixo peso específico, excelentes propriedades mecânicas, baixo coeficiente de atrito, baixo ruído, com baixo custo de produção e um material fácil de ser usinado. Dentre os quais objetivos específicos se destacam:

- Fazer uma revisão bibliográfica sobre as placas de Celeron;
- Investigar metodologias para a confecção das placas de Celeron de malha média;
- Definir as quantidades de materiais a serem utilizados;
- Investigar a pressão, tempo e temperatura para cada amostra;
- Produzir placas com tecido de algodão de malha média utilizando resina fenólica;
- Analisar os resultados das amostras;
- Publicar artigos e resumos dos resultados obtidos.

Este trabalho se justifica pelo fato de ser um material com grande aplicabilidade e que não contém estudos na literatura desenvolvidos que se aprofundem sobre o tema.

A problemática apresentada para a realização dessa pesquisa foram as chapas de Celeron industriais por se tratar de um material com alto custo de produção no mercado. Além disso, apresenta uma taxa de aplicabilidade muito alta. Por isso, houve a

necessidade de se aprofundar no processo de produtivo com o objetivo de reduzir o custo de produção.

## 2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a elaboração da placa de Celeron de malha média, foi necessária a realização de uma revisão bibliográfica com o intuito de coletar informações sobre os tipos de placas, espessuras, características físicas, propriedades técnicas e materiais/quantidades necessários para a sua produção. Conforme ilustra a Figura I:

Figura I: Fluxograma do processo metodológico



Fonte: Autor

No desenvolvimento da receita de mistura de resina fenólica, foi realizado um planejamento dos tipos e quantidades de materiais que seriam necessários para a confecção das placas de Celeron. Posteriormente, foram utilizados tecidos de algodão, resina fenólica e desmoldante (silicone). Para a confecção das placas de malha média foram utilizadas 22 camadas de tecido de algodão, 500 g de resina fenólica, 500 g de farinha de trigo, 25 g de sulfato de amônia e 500 ml de água.

As placas foram confeccionadas em uma chapa de metal com desmoldante de silicone no tamanho de 30 cm x 30 cm, como ilustra a Figura II.

Figura II: Molde para as placas de Celeron.



Fonte: Autor

O tecido de algodão e a resina fenólica foram colocadas em camadas na forma (Figura III) e foi levado até a prensa, em uma temperatura de 90<sup>o</sup>C e em alta temperatura (120<sup>o</sup>C a 130<sup>o</sup>C) e pressão (152,7kgf/cm<sup>2</sup>), por um intervalo de 70 minutos.

Figura III: Placa de Celeron de malha média antes de ser prensada.



Fonte: Autor

Neste intervalo de tempo em que a placa estava na prensa, foi realizada a verificação constante da pressão e temperatura, para inibir qualquer variação das grandezas e assim diminuir os erros durante a confecção. Após esse intervalo a placa foi



retirada da prensa e foi deixada em descanso por 24 h para ser desenformada. Posteriormente a placa foi então desenformada, sendo feitas as análises de espessura, cor, rigidez, cheiro e textura.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa objetivou o desenvolvimento de placas de Celeron de malha média semelhantes ou até mesmo idênticas às chapas de Celeron industriais.

Para a confecção da placa de Celeron de malha média foi utilizado a mesma composição e quantidade de materiais do processo de montagem. Com a produção das primeiras placas, onde foram utilizadas a pressão (152,7 kgf/cm<sup>2</sup>) e temperatura de 90°C, foi possível observar que a pressão exercida pela prensa hidráulica com chapa aquecedora foi uniforme e integral em toda extensão da placa em determinadas partes.

A primeira placa de Celeron apresentou uma coloração amarelada e aroma característico dos materiais utilizados e pouca resistência ao ser pressionada, como ilustra a Figura IV.

Figura IV: Primeira placa de Celeron de Malha Média



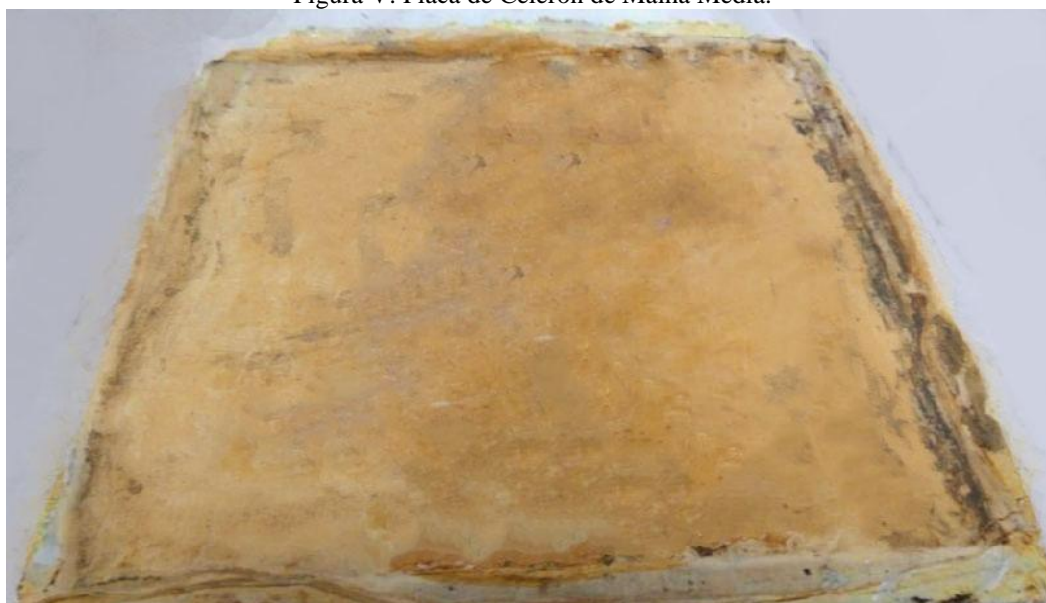
Fonte: Autor

Neste sentido, pode-se observar que a placa de Celeron não apresentou resultados satisfatórios, pois não estava completamente uniforme em relação à dureza. Nas laterais, por exemplo, havia a firmeza necessária, porém o centro da placa estava mole. A

resistência dessa placa foi comprometida devido a temperatura utilizada na prensa, visto que, a resina fenólica precisa ser submetida à altas temperaturas para apresentar uma rigidez maior.

As outras placas foram confeccionadas com a mesma composição, quantidade de materiais e uma pressão de 152,7 kgf/cm<sup>2</sup>, o que diferenciou foi a temperatura (120°C a 130°C), as placas então apresentaram resultados satisfatórios, tanto em sua coloração, espessura, aroma, quanto em sua resistência ao ser pressionada com as mãos. Essas placas apresentaram uma coloração amarelada escuro, aroma característicos dos materiais utilizados, espessura de 2,6 mm e ótima resistência ao ser pressionada, como ilustra a Figura V.

Figura V: Placa de Celeron de Malha Média.



Fonte: Autor

As placas confeccionadas a temperatura de 120°C a 130°C apresentaram resultados satisfatórios e semelhantes às placas comerciais quanto aos ensaios sensoriais, porém ainda existem algumas características a serem melhoradas, assim como o ensaio mecânico que ainda deve ser realizado; por essa razão será necessário a confecção de novas placas.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo objetivou o desenvolvimento de placas de Celeron malha média com baixo custo de produção, excelentes propriedades mecânicas, baixo coeficiente de atrito,

baixo ruído, baixo peso específico e um material fácil de ser usinado. Almeja-se que essa pesquisa traga resultados expressivos e que apresente boa aceitação comercial.

Através das placas confeccionadas foi possível analisar que a pressão e temperatura foram transferidas de forma uniforme e integral por toda extensão da placa. Além do mais, as últimas placas confeccionadas apresentaram resultados satisfatórios, ou seja, sua coloração, espessura, resistência ao ser pressionada foram semelhantes às chapas industriais. Portanto, conclui-se que a chapa aquecedora apresentou alta eficiência e as placas de Celeron de malha média apresentaram resultados satisfatórios. Para trabalhos futuros recomenda-se o uso de diferentes resinas, malhas de algodão e adição de grafite, para assim comparar com os resultados obtidos dessas placas e analisar qual se assemelhou mais com a chapa de Celeron comercial. Recomenda-se também a realização de uma análise quanto ao desempenho das placas, de acordo com o ensaio mecânico de resistência à flexão ou resistência à tração na flexão, em placas que já foram ou ainda serão confeccionadas.

## REFÊRENCIAS

AGUTAGAWA, 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.

BORGES, S. G.; **Síntese e caracterização de resinas fenólicas líquidas do tipo novolaca aplicáveis no processo de pultrusão**. 2004. Trabalho para obtenção do título de Mestre em Engenharia (Mestre em engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em:  
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/29362/000456883.pdf?sequence=1>. Acesso em: 21 mar. 2019.

CELPAN. **Chapa de Celeron**. [S. l.], [2019?]. Disponível em:  
<https://www.celpan.com.br/borracha/celeron/chapa>. Acesso em: 14 ago. 2021.

DAMARI. **Chapas de Celeron**. [S. l.], [2019?]. Disponível em:  
[www.damari.com.br/placa\\_celeron](http://www.damari.com.br/placa_celeron). Acesso em: 19 ago. 2021.

Hiltz J.A.; Kuzak S.G., Waitkus P.A.. **Appl. Polym. Sci**. 2001.

IMPAKTTO. **Chapa de Celeron**. São Paulo - SP, [2019?]. Disponível em:  
<http://www.impaktto.com.br/chapa-celeron.php>. Acesso em: 15 ago. 2021.

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

PLASTECNO. **Chapas de Celeron**. [S. l.], [2019?]. Disponível em:  
[https://plastecno.com.br/produto/chapa\\_de\\_celeron.php](https://plastecno.com.br/produto/chapa_de_celeron.php). Acesso em: 15 ago. 2021.

SANTOS, A. M. ; CALADO, V. M. A.; PEÇANHA, R. P.; ESTUDO DO CICLO DE CURA DE RESINAS FENÓLICAS TIPO RESOL. **Anais do 9o Congresso Brasileiro de Polímeros**, [S. l.], 2007. 9o Congresso Brasileiro de Polímeros.

VICK. **Revisão 2.3**. [S. l.], 27 out. 2017. Disponível em:  
<https://www.vick.com.br/datasheets/datasheet-celeron.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2021.