

**Amido de milho modificado para produção de painéis derivados de madeira**

**Modified corn starch for the production of wood derived panels**

**Almidón de maíz modificado para la producción de paneles derivados de la madera**

Recebido: 16/08/2020 | Revisado: 27/08/2020 | Aceito: 23/10/2020 | Publicado: 24/10/2020

**Gabriela Silva Spirlandelli**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1832-0091>

Universidade de Uberaba, Brasil

E-mail: [gabispir@hotmail.com](mailto:gabispir@hotmail.com)

**David Maikel Fernandes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3627-8998>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: [david.fernandes@ifmg.edu.br](mailto:david.fernandes@ifmg.edu.br)

**José Roberto Delalibera Finzer**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6139-3619>

Universidade de Uberaba, Brasil

E-mail: [jose.finzer@uniube.br](mailto:jose.finzer@uniube.br)

**Resumo**

O objetivo deste estudo foi desenvolver tecnologia de formação de painéis com resíduos de MDF e amido de milho gelatinizado, e modificado quimicamente e fisicamente. Na pesquisa utilizou-se amido de milho e resíduos de processamento de placas de fibra de média densidade – MDF, em forma de serragem para formação de painéis e comparação com características do MDF comercial. Para suporte ao estudo utilizou-se como padrão, a norma brasileira ABNT NBR 15316-1. Quanto às metodologias, tratamentos com ácido láctico, anidrido acético e por técnica de *annealing* foram aplicados para alterar as propriedades do amido de milho para posterior formação do adesivo. Os painéis foram formados no processo de prensagem à frio e à quente e realizou-se testes de físicos para a comparação com a placa convencional de MDF e testes químicos para verificar a modificação do amido. Os amidos modificados quimicamente sofreram mudanças em sua estrutura, comparado com o amido *in natura*. A placa formada por serragem e amido de milho não modificado apresentou melhores parâmetros em comparação com as placas formadas com serragem e amido de milho modificado resistindo à tração perpendicular de 5,95 kg/cm<sup>2</sup>. Observou-se que, embora as

placas produzidas por amido de milho *in natura* tenham menor capacidade de resistência que as placas de MDF usuais, elas são alternativas para utilizar parte do resíduo gerado para aplicação mais nobre e que o adesivo se mostrou eficaz em formar os painéis e eliminar possíveis substâncias indesejáveis ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Adesivos naturais; Amido modificado; Amilose; Amilopectina; Painéis de MDF.

### **Abstract**

The aim of the study was to develop technology for generating panels with MDF residues and gelatinized, chemically and physically modified corn starch. In the research, corn starch and sawdust MDF processing residues were used for panel formation and comparison with characteristics of commercial MDF. To support the study, the Brazilian standard ABNT NBR 15316-1 was used as a standard. As for the methodologies, treatments with lactic acid, acetic anhydride and by annealing technique were applied to change the properties of corn starch for later formation of the adhesive. The panels were formed in the cold and hot pressing process and physical tests were carried out to compare with the conventional MDF board and chemical tests to check the starch modification. The chemically modified starches underwent changes in their structure, compared to the starch *in natura*. The plate formed by sawdust and unmodified corn starch showed better parameters in comparison with the plates formed with sawdust and modified corn starch resisting the perpendicular traction of 5.95 kg / cm<sup>2</sup>. It was observed that, although the boards produced by fresh corn starch have a lower resistance capacity than the usual MDF boards, they are alternatives to use part of the residue generated for a more noble application and that the adhesive has proved effective in forming the panels and eliminate possible substances undesirable to the environment.

**Keywords:** Natural adhesives; Modified starch; Amylose; Amylopectin; MDF panels.

### **Resumen**

El objetivo del estudio fue desarrollar tecnología para generar paneles con residuos de MDF y almidón de maíz gelatinizado, modificado química y físicamente. En la investigación, se utilizaron residuos de procesamiento de MDF de almidón de maíz y aserrín para la formación de paneles y la comparación con las características comerciales de MDF. Para respaldar el estudio, se utilizó como estándar la norma brasileña ABNT NBR 15316-1. En cuanto a las metodologías, se aplicaron tratamientos con ácido láctico, anhídrido acético y mediante

técnica de recocido para cambiar las propiedades del almidón de maíz para la posterior formación del adhesivo. Los paneles se formaron en el proceso de prensado en frío y en caliente y se realizaron pruebas físicas para comparar con el tablero MDF convencional y pruebas químicas para verificar la modificación del almidón. Los almidones modificados químicamente experimentaron cambios en su estructura, en comparación con el almidón en la naturaleza. La placa formada por aserrín y almidón de maíz sin modificar mostró mejores parámetros en comparación con las placas formadas con aserrín y almidón de maíz modificado resistiendo la tracción perpendicular de 5,95 kg / cm<sup>2</sup>. Se observó que, si bien los tableros producidos con almidón de maíz fresco tienen una menor capacidad de resistencia que los tableros MDF habituales, son alternativas para utilizar parte del residuo generado para una aplicación más noble y que el adhesivo ha demostrado ser efectivo en la formación del paneles y eliminar posibles sustancias indeseables para el medio ambiente.

**Palabras clave:** Adhesivos naturales; Almidón modificado; Amilosa; Amilopectina; Paneles de MDF.

## 1. Introdução

O MDF (placa de fibra de média densidade) surgiu no começo da década de 70 do século passado. Contudo, o material tornou-se conhecido no Brasil em meados da década de 90, sendo utilizado em trabalhos manuais, movelarias, marcenarias, artesanatos e construção civil (Brito, Gonçalves & Vieira, 2012).

MDF é um produto oriundo da madeira e é ideal para sua substituição, por apresentar características que promovem ótimo acabamento e resistência (Silva, 2006).

Nas indústrias que produzem este material, os resíduos são descartados no ecossistema ou são direcionados para queima, como forma de obter energia para o processo produtivo. As perdas do processo afetam a economia e a logística das empresas (Iwakiri, 2000).

A crescente produção de painéis de MDF, bem como a necessidade de se reduzir as perdas do processo industrial deu ênfase à busca incessante de novas formas para o reaproveitamento do descarte (Iwakiri & Weber, 2015).

A preservação do meio ambiente é um dos temas mais discutidos por órgãos governamentais, já que, em contexto mundial, os impactos causados pelas indústrias devem ser reduzidos ao máximo, de forma a conservar a natureza (Hedlund, 2013).

Uma das maneiras de se minimizar os impactos ambientais é efetuar o reprocesso das fibras de madeira ou produtos danificados residuais no fim da operação, de forma que todos

se beneficiem – indústria, população e meio ambiente, utilizando aglomerados para reduzir impactos ambientais (Da Silva & De Figueiredo, 2010).

Devido ao baixo custo e fácil acesso ao amido de milho, tornou-se interessante utilizá-lo no processo como adesivo, *in natura* e modificado quimicamente e fisicamente. O amido tem inúmeras aplicações nas indústrias alimentícias, mas também está incluso em várias outras, como, indústria papelreira, têxtil, farmacêutica e de rações animais (Mali, Grossmann & Yamashita, 2010).

Cito como objetivo deste estudo, desenvolver uma tecnologia de formação de painéis com resíduos de MDF e amido de milho *in natura* e modificado quimicamente e fisicamente, a fim de contribuir com o reaproveitamento do material residual das indústrias que processam derivados de madeira.

## 2. Metodologia

Para modificação do amido de milho com ácido láctico utilizou-se o método de Neves (2007). Uma mistura foi realizada na proporção de 400 g de amido não modificado com 800 mL de água destilada, em recipiente de alumínio. Após a mistura, o recipiente foi levado ao banho-maria, com agitador magnético e aquecimento à 40°C. Adicionou-se 26,4 mL de ácido láctico na concentração de 2% p/p e manteve-se a temperatura e agitação constante por 1 hora. A dispersão foi neutralizada com hidróxido de sódio 0,1M, e filtrada 5 vezes para retirada dos sais formados em papel filtro de média porosidade.

As amostras foram submetidas a peneiramento e posteriormente foram secas em estufa à 40°C, até 10% de umidade e envasadas em recipientes fechados e identificados.

Para modificação do amido de milho através de acetilação utilizou-se o método de Sathe & Salunkhe (1981). Foram dispersos 100 g de amido em 500 mL de água destilada sob agitação por 20 minutos. Ajustou-se o pH para 8 com hidróxido de sódio 1M e adicionou-se 10,2 g de anidrido acético através de uma bureta por um período de 1 hora, sob agitação constante.

Após adição total do anidrido, deixou-se em repouso por 5 minutos para a reação completa do produto. Ajustou-se o pH para 4,5 com ácido clorídrico 0,5M. A amostra foi filtrada à vácuo 5 vezes e lavada com água destilada.

A matéria passou por peneiramento com malha 4, fio 22 (0,71mm), abertura 5,64 mm submetida a secagem por 48 horas à 30°C. O amido foi armazenado em recipiente corretamente preparado.

Para modificação do amido de milho através de técnica de *annealing* utilizou-se o método de Domenez (2016). A matéria prima foi misturada com água na proporção de 1:3 amido/água destilada com a adição de metabissulfito de sódio (0,05 g/100 mL) como agente antimicrobiano. As soluções foram colocadas em banho-maria à 50°C por 16 horas.

Após esse período, a suspensão foi levada para centrífuga a 5000 rpm por 5 minutos sendo o sobrenadante descartado posteriormente. O precipitado foi recolhido e seco em estufa a 45°C por 48 horas. Em seguida, o material seco foi peneirado e armazenado para posterior avaliação.

Após a modificação do amido, ocorreu a etapa de preparação do amido como adesivo que é quando tende a ocorrer à formação de aglomerados. Para que isto não ocorra, foi necessária a utilização de dois béqueres com 450 g de água em chapa de aquecimento com agitação para aquecer a água de 65°C à 77°C para que, ao ser adicionado o amido, ocorra a gelatinização do produto e perda total da cristalinidade. Ao atingir a temperatura da água, adicionou-se 28 gramas de amido de milho em cada béquer, sob agitação, até atingir total gelatinização.

Para produção de painéis utilizou-se o método de Souza (2018), onde ocorre a mistura do adesivo e de serragem (200 gramas) em recipiente retangular (Figura 1). Logo em seguida, revestiu-se a prensa manual com óleo vegetal de soja, para maior facilidade de retirada das placas formadas e realizou-se o espalhamento das fibras na caixa formadora de maneira uniforme, realizando-se a pré-prensagem a frio (Figura 2).

Na etapa de prensagem a frio ocorre o escoamento de água do material. Para diminuir a umidade, levou-se a mistura à estufa de desidratação à temperatura de 80°C, por 24 horas. Em seguida, realizou-se nova prensagem do material, retornando-o a estufa à temperatura de 110°C por 1 hora. Posteriormente, retirou-se o painel da prensa e o levou a estufa na temperatura de 50°C a fim de reduzir a umidade residual.

**Figura 1.** A) Formação da manta. B) Adição do adesivo no resíduo de marcenaria.



Fonte: Acervo pessoal.

**Figura 2.** A) Mistura na prensa. B) Prensagem a frio com retirada de umidade.



Fonte: Acervo pessoal.

Posteriormente, a placa passa por resfriamento e lixamento a fim de obter uma superfície lisa e plana (Figura 3). Ao fim do processo, o produto passou por ensaios físicos e mecânicos.

Os procedimentos experimentais para cada tipo de análise realizada estão descritos na ABNT NBR 15316-3 e ABNT NBR 14810, realizando testes de umidade, inchamento, densidade e resistência à tração perpendicular.

**Figura 3.** Placa de madeira após processo de lixamento.



Fonte: Acervo pessoal.

Para verificar a influência da modificação do amido, determinou-se o poder de inchamento e o índice de solubilidade de cada amostra de acordo com a metodologia de Leach, McCowen & Schoch (1959), que consiste em: misturar 0,5 gramas de amostra com 25 mL de água destilada em tubos de centrifuga, mantendo os tubos em temperaturas de 30°C à 90°C por 20 minutos e agitação a cada 5 minutos. Centrifugar o material a 1000 g por 20 minutos, separando em seguir centrifugado (C) e sobrenadante (S). Após isso é determinado a massa do centrifugado e o sobrenadante é desidratado a temperatura de 110°C até massa constante, quantificando a massa residual.

Para os cálculos utilizaram-se as Equação (1) e Equação (2).

$$PI = \frac{C}{m_a} \quad (1)$$

$$IS = \frac{S}{m_a} \cdot 100 \quad (2)$$

Sendo que: PI - Poder de inchamento (g/g); IS - Índice de solubilidade (%); C - Massa do centrifugado (g);  $m_a$  - Massa da amostra (g); S - Massa do sobrenadante (g).

O conteúdo de amilose foi determinado segundo método colorimétrico proposto por Martinez e Cuevas (1989), consistindo em quantificar a massa de 100 mg de amido de milho, transferindo-o para balões de 100 mL e adicionando 1 mL de álcool etílico 96°GL e 9 mL de solução 1 mol/L de NaOH. Após a adição os balões são aquecidos em banho-maria (10 min à 100 °C) e depois resfriados em temperatura ambiente. Em seguida

ocorre a adição de 1 mL de ácido acético 1 mol/L e 2mL de solução de iodo 2% (p/v) completando com água destilada até completar o volume dos balões e a elaboração da curva padrão com 40 mg de amilose pura (Sigma) retirando alíquotas de 1, 2, 3, 4, e 5 mL do balão volumétrico e acrescidas de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1mL de ácido acético e de 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2 mL da solução de iodo, respectivamente, completando o volume de cada balão com água destilada. A leitura é realizada a 610 nm de absorvância (A) em 30 min após a adição do iodo.

O teor de amilose é calculado em porcentagem, usando a Equação (3).

$$Amilose = A \cdot FC \quad (3)$$

sendo: A - absorvância; FC – fator de correção;

A determinação do teor de carbonila foi realizada conforme método descrito por Smith (1967), consistindo em: quantificar a massa de 4 g de amostra de amido dispersando-a em 100 mL de água destilada sob aquecimento e agitação por 30 minutos em banho-maria até gelatinização do amido, A temperatura é ajustada para 40°C e pH para 3,2 e adiciona-se 15 mL de solução de cloreto de hidroxilamina (preparo através de 25 g de cloreto de hidroxilamina em água destilada, adicionando-se 100 mL de hidróxido de sódio 0,5N e completando-se o volume do balão para 500 mL). As amostras são mantidas em estufa a 38°C por 4 horas e depois tituladas com ácido clorídrico 0,1 mol/L até pH 3,2. Calcula-se o teor de carbonila através da Equação (4).

$$Teor\ carbonila = \frac{(V_{pm} - V_{am}) \cdot F \cdot 0,028}{massa\ da\ amostra\ (seca)} \cdot 100 \quad (4)$$

Sendo:  $V_{pm}$ - volume de HCl gasto na titulação da prova em branco (mL);  $V_{am}$  - volume de HCl gasto na titulação da amostra (mL); F - normalidade do HCl; Teor de carbonila – expressos em grupos carbonilas por 100 unidades de glicose  $\frac{CO}{100GU}$ .

O teor de carboxila foi determinado segundo método descrito por Parovuori et al. (1995). A sistemática consistiu em: misturar 5 g de amido em 25 mL de água destilada, agitando por 30 min e centrifugando a dispersão. O resíduo é lavado com água destilada e transferido para um béquer, onde se adiciona 300 mL de água destilada e aquece a



dispersão em banho de água em ebulição com agitação contínua por 30 min até a completa gelatinização do amido. Após esse procedimento, aumenta-se o pH com hidróxido de sódio 0,01 mol/L até pH 8,2.

Calcula-se o teor de carboxila através da Equação (5).

$$\text{Teor carboxila} = \frac{(V_{pb} - V_{am}) \cdot F \cdot 0,045}{\text{massa da amostra (seca)}} \cdot 100 \quad (5)$$

Sendo:  $V_{pb}$  - volume de NaOH gasto na titulação da prova em branco (mL);

$V_{am}$  - volume de NaOH gasto na titulação da amostra (mL); F - normalidade do NaOH;

Teor de carboxila – expressos em grupos carboxilas por 100 unidades de glicose  $\frac{\text{COOH}}{100\text{GU}}$ .

### 3. Resultados e Discussão

Todos os experimentos foram realizados em triplicata. Os resultados de inchamento do amido são relatados na Tabela 1. Nota-se que houve inchamento do grânulo na técnica de modificação por ácido láctico e por acetilação, percentualmente o aumento percentual de água retida foi de 23 e 18%, enquanto ao usar a técnica de *annealing*, praticamente não ocorreu aumento de água retida. Isso consiste em um indicador de que considerando a água retida, os tratamentos ácidos modificaram a estrutura do amido. Nestes tratamentos que ocorreram em temperaturas maiores, houve também aumento da solubilidade (Tabela 2).

**Tabela 1.** Poder de inchamento dos grânulos do amido.

Tratamento	Poder de inchamento (g/g)
Amido não modificado	2,42
Amido modificado por acetilação	2,98
Amido modificado por ácido láctico	2,86
Amido modificado por “annealing”	2,50

Fonte: Autores.

**Tabela 2.** Índice de solubilidade dos grânulos do amido.

<b>Tratamento</b>	<b>Índice de solubilidade (%)</b>
Amido não modificado	1,21
Amido modificado por acetilação	5,61
Amido modificado por ácido láctico	2,43
Amido modificado por <i>annealing</i>	1,20

Fonte: Autores.

Para o amido modificado por acetilação encontrou-se índice de solubilidade 5,61%, por ácido láctico 2,43%, 1,21 % para amido não modificado e 1,20 % por técnica de *annealing*. Esses resultados mostram também que a modificação por ácido influencia na estrutura do amido, sendo que, quanto maior o índice de solubilidade do amido, maior o poder de inchamento do grânulo e conseqüentemente, maior a porosidade do material.

Na Tabela 3 registram-se os teores de amilose obtidos após cada tratamento. Na técnica de *annealing* não há quantidade significativa de aumento ou diminuição do teor de amilose. Os tratamentos com ácido láctico e acetilação apresentaram leve aumento. Isto significa que houve modificação em sua estrutura com quebra de ramificações da amilopectina.

**Tabela 3.** Teor de amilose dos grânulos de amido.

<b>Tratamento</b>	<b>Teor de amilose (%)</b>
Amido não modificado	35,6
Amido modificado por acetilação	39,4
Amido modificado por ácido láctico	36,8
Amido modificado por <i>annealing</i>	35,5

Fonte: Autores.

Essas propriedades são resultadas da reação de oxidação, na qual alguns grupos hidroxila das moléculas de amido são primeiramente oxidados a grupos carbonila e, posteriormente, a grupos carboxila. O número de grupos carbonila e carboxila indicam o grau de oxidação do amido. A oxidação pode gerar diferentes produtos dependendo dos agentes modificadores utilizados. Essa oxidação pode originar pastas brancas, fluidas e adesivas, que não formam gel rígido após o resfriamento, conservando a natureza adesiva (Silva, 2006).

Surpreendentemente o grau de oxidação de grupos hidroxila não aumentou e os grupos carbonila e carboxila (Tabela 4) do amido *in natura* se reduziram e os tratamentos ácidos possibilitaram a formação de outro tipo de grupos funcionais.

**Tabela 4.** Teor de carbonila e teor de carboxila verificados nas amostras de amido.

<b>Tratamento</b>	<b>Teor de Carbonila (%)</b>	<b>Teor de Carboxila (%)</b>
Amido não modificado	0,020	0,062
Amido modificado por acetilação	0,110	0,048
Amido modificado por ácido láctico	0,016	0,051
Amido modificado por <i>annealing</i>	0,019	0,060

Fonte: Autores.

Para os resultados obtidos para a umidade dos painéis (Tabela 5) verifica-se que a umidade é maior que a estabelecida pelo padrão do MDF de 11% como valor máximo. Isso provavelmente se deve a porosidade dos painéis e sua afinidade por água. O resultado do inchamento dos painéis é mostrado na (Tabela 6).

**Tabela 5.** Teor de umidade dos painéis derivados de serragem e amido de milho.

	<b>Umidade</b>			
	<b>Massa (g)</b>	<b>Massa unidade de superfície (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Massa seca (g)</b>	<b>Umidade (%)</b>
Amido não modificado	22,52	9,01	20,12	11,94
Amido modificado por acetilação	24,59	9,83	21,61	13,65
Amido modificado por ácido láctico	22,59	9,04	17,76	27,22
Amido modificado por <i>annealing</i>	23,88	9,55	20,72	15,29
<b>MDF</b>	Limite mínimo			4.00
	Limite máximo			11.00

Fonte: Autores.

**Tabela 6.** Teor de inchamento das placas derivadas de serragem e amido de milho.

<b>Tratamento</b>	<b>Inchamento (%)</b>
Amido não modificado	3,22
Amido modificado por acetilação	4,20
Amido modificado por ácido láctico	4,03
Amido modificado por <i>annealing</i>	0,04
Limite máximo	12%

Fonte: Autores.

O inchamento dos painéis (Tabela 6) está dentro dos padrões estabelecidos pela norma que se aplica as placas de fibra de média densidade.

No teste de tração perpendicular obteve-se 0,94 kgf/cm<sup>2</sup> para o amido acetilado, 1,56 kgf/cm<sup>2</sup> para o amido tratado com ácido láctico, 5,95 kgf/cm<sup>2</sup> para o amido não modificado e 0,53 kgf/cm<sup>2</sup> para o amido modificado por técnica de *annealing*, sendo o padrão MDF de 5,1 kgf/cm<sup>2</sup>. O amido não modificado apresentou melhores resultados em relação à tração perpendicular.

Os resultados obtidos indicam que o painel usando amidos modificados pelos ácidos testados, assim como o tratamento físico, é de baixa resistência e não deve ser utilizada para construção de alguns tipos de materiais que necessitam de maior resistência como mesas e camas. Como o amido *in natura* possibilitou melhor resultado essas modificações não são adequadas para materiais mais resistentes, o que possivelmente inibiu a retrogradação do amido e então atuando no sentido de formar painéis menos resistentes.

#### **4. Considerações Finais**

No geral, o teste de amido não modificado obteve os resultados mais próximos do usual MDF, sendo necessários novos estudos para obter a densidade e espessura necessária para formação de painéis, aperfeiçoamento nas etapas de ré-prensagem e prensagem para formação de colchões com menor número de imperfeições, além de aplicação de revestimento de forma a alcançar os padrões do MDF.

O amido de milho modificado quimicamente e o amido de milho não modificado possuem características adesivas, as modificadas com ácidos não se mostraram tão intensas quanto às resinas de formaldeído, mas o amido *in natura* pode ser aplicado na formação de painéis de forma eficiente, além de consistir em alternativa ecológica

De acordo com os resultados obtidos, houve formação de novas ligações entre as macromoléculas de amilose e amilopectina suficientes para ocorrer a modificação do amido, porém não propiciaram a obtenção de painéis resistentes.

O amido de milho modificado fisicamente também não se mostrou adequado para formação de painéis.

Uma sugestão para trabalhos futuros é o aprofundamento do estudo da formação de painéis com diferentes proporções do meio colante formado com amido de milho e água.

### **Agradecimentos**

Ao grupo Duratex-Uberaba por ter contribuído com as análises físicas para quantificar a qualidade das placas. À FAPEMIG, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais pelo suporte financeiro disponibilizado. À Universidade de Uberaba – UNIUBE pelo suporte laboratorial disponibilizado e a CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

### **Referências**

Associação Brasileira De Normas Técnicas. (2010). ABNT. NBR 14810 – 1 – *Painéis de Partículas de Média Densidade – Parte 1 – Terminologia.*

Associação Brasileira De Normas Técnicas. (2006). ABNT. NBR 14810 – 2 – *Chapas de madeira aglomerada – Parte 2 – Requisitos.*

Associação Brasileira De Normas Técnicas. (2006). ABNT NBR 15316 – 3 – *Chapas de fibras de média densidade - Parte 3: Método de ensaio.*

Brito, E. O., Gonçalves, F. G., & Vieira, M. C. (2012). *Evolução Econômica do Pannel Compensado no Brasil e no Mundo.* Revista Floresta e Ambiente, 19(3), 277-285.

Da Silva, A. F., & De Figueiredo, C. F (2010). Reaproveitamento de resíduos de MDF da indústria moveleira. *Design e Tecnologia*, 1 (2), 77-87.

Domenez, E. P. (2016). *Propriedades tecnológicas de amido e farinha de arroz tratados por annealing*. 2016, 87p. (Dissertação de mestrado). Ciência e tecnologia de alimentos. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. Brasil.

Iwakiri, S. (2000). Resíduos de serrarias na produção de painéis de madeira aglomerada de eucalipto. *Scientia Agraria*, 1 (1-2), 23-28.

Iwakiri, S., & Weber, C. (2015). Utilização de resíduos de compensados, mdf e mdp para produção de painéis aglomerados. *Revista Ciência Florestal*, Santa Maria, 25(2), 405-413.

Mali, S., Grossmann, M. V. E., & Yamashita, F. (2010). Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 31(1), 137-156.

Neves, F.M. (2007). *Ação do bissulfito de sódio nas propriedades da farinha de arroz motti tratada com ácido láctico*. 2007, 97p. Dissertação de mestrado). Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. Brasil.

Sathe, S. K., & Salunkhe, D. K. (1981). Isolation, partial characterization and modification of the great Northern bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) starch. *Journal of Food Science*. 46, 617-621.

Silva, G. de O. (2006). Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. *Food Science and Technology* (Campinas). Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 26(1), 188-197.

Souza, D. Z. de. (2018). *Painéis de resíduos aglomerados utilizando amido de milho*. 2018. (Dissertação de mestrado) – Universidade de Uberaba. Programa de Mestrado em Engenharia Química, Uberaba. MG. Brasil.

Watai, L. T. (1987). *Painéis derivados da madeira*. São Paulo. ABPM (Associação Brasileira de Painéis de Madeira). n. 52.

Weber, C. (2011). *Estudo sobre viabilidade de uso de resíduos de compensados, MDF e MDP para produção de painéis aglomerados*. 2011. (Dissertação de mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. PR. Brasil

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Gabriela Silva Spirlandelli – 60%

David Maikel Fernandes – 20%

José Roberto Delalibera Finzer – 20%