

INTRODUÇÃO

A impressão 3D é um método de fabricação de protótipos a quase há três décadas. Esta técnica oferece como principais vantagens a rápida e econômica produção de peças. Os equipamentos convencionais de impressão cerâmica, geralmente, utilizam pós à base de gesso e um ligante à base de água, para fornecer adesão química às peças impressas. No entanto, a impressão de materiais inertes em equipamentos convencionais só se torna viável com o auxílio de ligantes, esses devem prover adesão pela interação com água e resistência ao manuseio das peças.

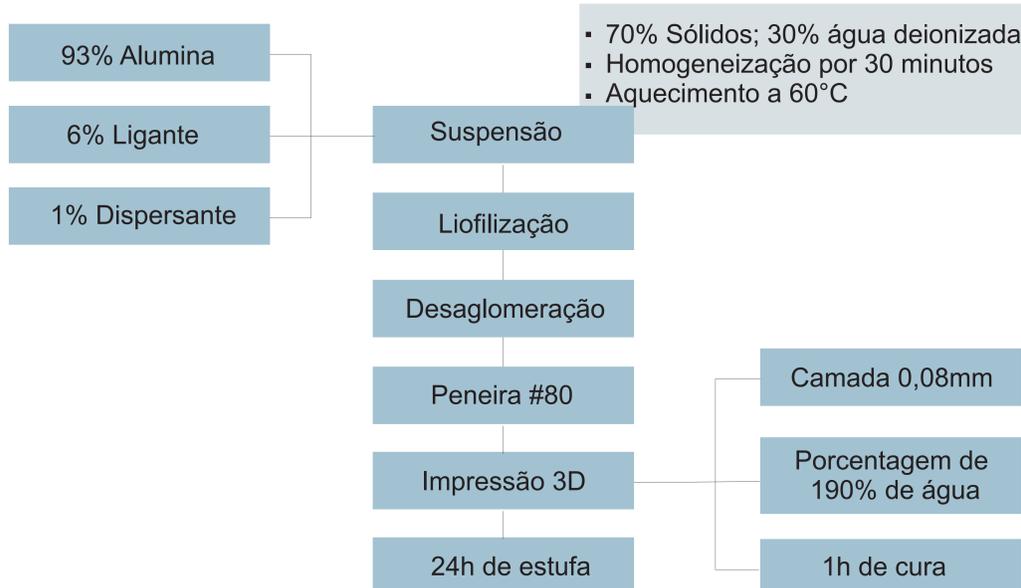
O presente trabalho propõe o estudo e a caracterização de amiláceos comerciais como uma alternativa de ligante para impressão de peças em 3D de alumina, visando o baixo custo comercial dos ligantes escolhidos. Além disso, faz um comparativo entre o ligante tradicional utilizado na impressão de alumina 3D e os amiláceos comerciais.

MATERIAIS E MÉTODOS

1º Etapa - Caracterização dos ligantes

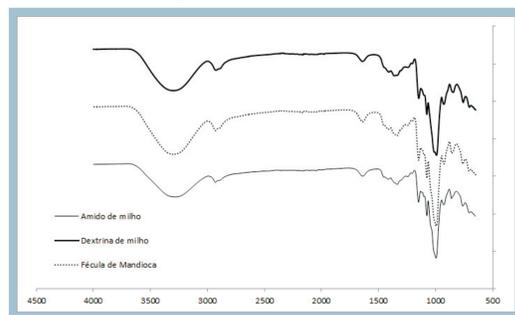


2º Etapa - Preparo dos pós para impressão



RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a espectroscopia por infravermelho, Figura 1, as amostras de fécula de mandioca, dextrina e amido de milho e apresentam espectros semelhantes. Os dados obtidos mostram uma larga banda de absorção correspondente ao estiramento das ligações-OH, detectada entre 3010-3600 cm^{-1} para todas as amostras. Na região de 1650 cm^{-1} observa-se um pequeno pico associado à deformação angular do O-H das moléculas de água.



As bandas referentes à deformação axial de ligações C-H aparecem na região próxima a 2900 cm^{-1} e podem ser observados em todos os espectros. Os picos registrados nas regiões 1250 a 1000 cm^{-1} são característicos de amidos. Esses podem ser atribuídos a vibrações de deformação axial de C-O em álcoois e a vibrações de deformação axial do sistema O-C-O.

Figura 1- Resultados de espectroscopia por infravermelho

Os resultados de TGA, Figura 2, apresentam perda de massa em dois estágios. O primeiro tem início a ~50°C e termina a ~120°C, e refere-se a evaporação da água que recobre as partículas. Nesse a curva da amostra de dextrina é mais sutil do que as curvas de amido de milho e fécula de mandioca.

O segundo estágio ocorre a ~250°C e refere-se à degradação dos polissacarídeos que compõem as amostras. Esse estágio é caracterizado pela curva acentuada associada à perda gradual de massa, com alteração da taxa de degradação até 500°C.

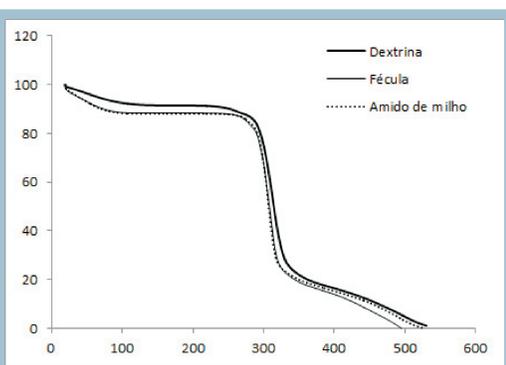


Figura 2 - Análise termogravimétrica

A Figura 3 apresenta a morfologia das amostras estudadas. Conforme as imagens obtidas ao MEV o amido, fig.3 (a), e fécula, fig.3 (b), apresentam homogeneidade na sua distribuição de partículas. Este fato pode estar associado ao beneficiamento dessas matérias-primas. Na Figura 3 (c) observa-se a falta de uniformidade dos grânulos de dextrina.

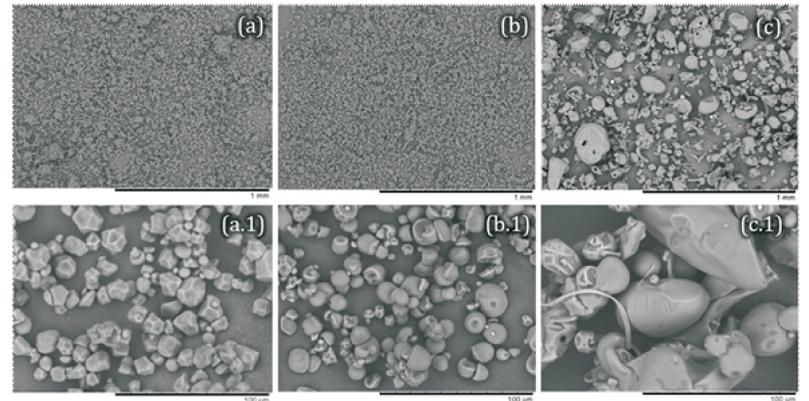


Figura 3 – Imagens de microscopia eletrônica (a) amido de milho, (b) fécula de mandioca, (c) dextrina de milho (a.1) amido de milho, (b.1) fécula de mandioca, (c.1) dextrina de milho.

As Figuras 3 (a.1, a.2 e a.3) apresentam ampliação de 1000x. De acordo com as imagens obtidas o amido de milho Fig(a.1) apresenta grânulos angulares com formas poliédricas e tamanhos irregulares. A amostra de fécula de mandioca, Fig3 (b.1) possui grânulos arredondados com forma globular. De acordo com a literatura a morfologia dos grãos de amidos e féculas varia de acordo com a origem botânica e a maturidade da planta.



Os resultados de cromatografia de permeação em gel mostram que as amostras possuem cadeias poliméricas com peso molecular de $1,5 \times 10^5$ Daltons. Esse resultado pode estar relacionado às cadeias poliméricas das amiloses, biopolímeros que compõem os amidos, que apresentam peso molecular na faixa de 1,03 a $4,89 \times 10^5$ Daltons. Porém pesos moleculares próximos à faixa (de 7,08 a $9,88 \times 10^7$) das amilopectinas não foram detectados, este fato pode estar relacionado ao fato das amostras não serem totalmente solúveis no solvente utilizado.

A difração de raios X, Figura 4, mostrou os padrões de cristalinidade com picos e 2θ do tipo A para o amido de milho e do tipo C para a fécula de mandioca, os resultados encontrados estão de acordo com a bibliografia, na qual amidos de cereais apresentam cristalinidade do tipo A e os amidos de raízes do tipo do tipo C. A cristalinidade dos amidos esta associada ao proporção de amilopectina, enquanto que a fase amorfa refere-se a proporção de amilose.

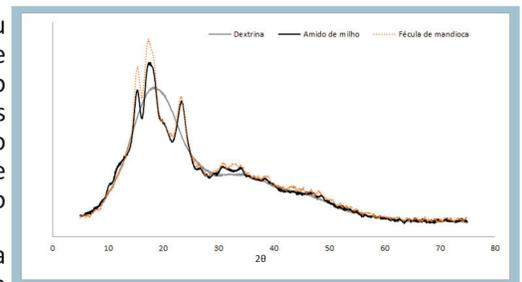


Figura 4 - Difração por raio X

No difratograma da dextrina observa-se uma estrutura amorfa, isso ocorre devido a essa matéria-prima ser resultado da hidrólise do amido onde as ligações de amilopectina são rompidas reduzindo sua cristalinidade.

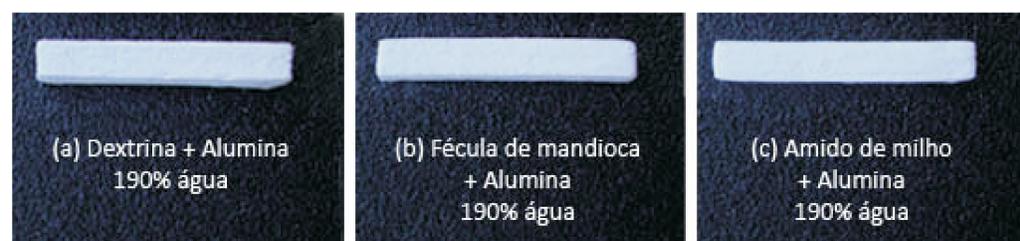


Figura 5 - Amostras Impressas

Os resultados de impressão 3D, Figura 5, mostram que com as três formulações testadas foi possível obter peças. Inference-se pela Figura que os corpos de prova estão de acordo com a forma estabelecida pelo sistema CAD. Além disso, os ligantes apresentam atuação semelhante fornecendo resistência a verde suficiente para o manuseio.

CONCLUSÃO

Os ligantes apresentaram similaridades nos resultados de GPC, TGA e FT-IR, revelando semelhanças em suas estruturas químicas. No entanto a análise de difração de raios-X indicou diferentes cristalografias entre os amiláceos e a dextrina.

Na microscopia eletrônica de varredura foi possível observar que os ligantes estudados apresentam diferentes morfologias, variando conforme fonte botânica. Em suspensão, e com aquecimento, os grânulos observados em MEV são rompidos formando estrutura homogênea e amorfa.

Os resultados de impressão 3D mostram que é possível fazer a substituição do ligante tradicional Dextrina por amiláceos comerciais (amido de milho e fécula de mandioca) obtendo-se assim peças com custo de impressão reduzido.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro; ao Labiomat pela disponibilidade de equipamentos; a doutoranda Lauren Carús pelo trabalho em conjunto e ao Prof.Dr. Carlos Peres Bergmann pela infra estrutura.