

**10-11 de setembro de
2015 - Pirassununga**

**II SEMANA DE VIVÊNCIA EM
ENGENHARIA E CIÊNCIA DE
MATERIAIS – FZEA/USP**

e-book



II Semana de Vivência em Engenharia e Ciência de Materiais

10 e 11 de setembro de 2015
Pirassununga

Comitê Científico

Prof. Dr. Caio Eduardo de Campos Tambelli
Profa. Dra. Eliana Cristina da Silva Rigo
Profa. Dra. Elíria Maria de Jesus Agnolon Pallone
Prof. Dr. Fernando Gustavo Tonin
Prof. Dr. Gustavo César Dacanal
Prof. Dr. Holmer Salvastano Júnior
Profa. Dra. Izabel Cristina Freitas Moraes
Prof. Dr. João Adriano Rossignolo
Prof. Dr. José Antonio Rabi
Prof. Dr. Juliano Fiorelli
Prof. Dr. Paulo José do Amaral Sobral
Profa. Dra. Rosemary Aparecida de Carvalho
Profa. Dra. Samantha Cristina de Pinho

Comissão Organizadora

Carla Giovana Luciano
Ivana Moraes Geremias de Andrade
Jaiber Humberto Rodriguez Llanos
Matheus Roberto Cabral
Monique Mi Song Chung
Profa. Eliria M.J. A. Pallone
Prof. Juliano Fiorelli

Programação

Data: 10/09/2015

Local: Anfiteatro FZEA/USP (Prédio Central)

9:00 - 9:30h – Abertura do evento - Prof. Dr. Paulo José do Amaral Sobral
(Diretor da FZEA/USP)

9:30 - 12:00h – Mesa Redonda – Coordenadores dos Programas de Pós-
Graduação da FZEA/USP

12:00 - 14:00h – Almoço

14:00 - 17:00h – "Recursos de oratória para atingir seus objetivos" - Prof. Dr.
João Palermo Neto (FMVZ-USP)

Data: 11/09/2015

Local: Salas de aula do ZEB

08:00 - 09:45 h - Apresentação oral dos trabalhos

09:45 - 10:00 h - Coffee Break

10:00 - 12:30 h - Mini-curso 1 "Análises Térmicas – TA Instruments"

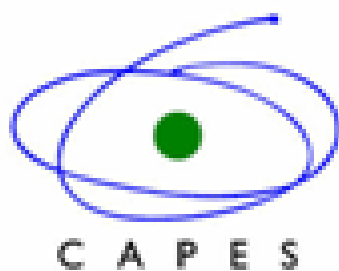
12:30 - 14:00 h - Almoço

14:00 - 17:00 h - Mini-curso 2 "Técnicas de Caracterização Biofísica de
Biomateriais, Nanocompósitos e Polímeros – Malvern"

Organização



Instituições de apoio



Prefácio

No ano de 2015 comemoramos o biênio de criação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Materiais (EnCiMat), da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), da Universidade de São Paulo (USP). Com um corpo docente multidisciplinar e área de concentração “Desenvolvimento, caracterização e aplicação de materiais voltados à agroindústria”, os trabalhos em nível de mestrado e doutorado em desenvolvimento estão vinculados às linhas de pesquisa de "Tecnologia de Polímeros Naturais" e "Materiais Cerâmicos e Compósitos".

Atualmente, a incorporação de inovações e a utilização de novas tecnologias na área de materiais têm contribuído para agregar valor às matérias-primas e aos produtos processados. Conseqüentemente, a ampliação do sistema de formação de pós-graduandos constitui um dos mais importantes requisitos para os avanços necessários ao aprimoramento da cadeia de produção de materiais no Brasil. A lacuna observada em setores do conhecimento importantes como materiais compósitos não convencionais à base de resíduos agro-industriais, polímeros naturais, biomateriais, materiais cerâmicos de alto desempenho para aplicação em implementos agrícolas entre outros é a área que abrange as pesquisas desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação EnCiMat, formando pesquisadores qualificados para atender as novas demandas do mercado nacional e internacional.

A II Semana de Vivência em Engenharia e Ciência de Materiais é uma ação do Programa de Pós-Graduação EnCiMat que visa integrar os pós-graduandos da FZEA-USP e também, apresentar para a sociedade, os trabalhos de pesquisa em desenvolvimento. Nesse ano, o evento contempla a apresentação oral dos trabalhos em desenvolvimento e também, minicursos com ênfase em técnicas de caracterização de materiais. Esse e-book apresenta em formato de resumos, os trabalhos de pesquisa em andamento e simboliza o marco inicial de um registro do Programa de Pós-Graduação EnCiMat-FZEA-USP.

A Comissão Organizadora da II Semana de Vivência em Engenharia e Ciência de Materiais agradece ao corpo docente e discente envolvido nessa iniciativa.

Comissão Organizadora
II Semana de Vivência em Engenharia e Ciência de Materiais

Resumos

Obtenção e caracterização de nanocompósitos porosos alumina-zircônia obtidos pelo método <i>gelcasting</i> de espumas recobertos com apatita para implantes ósseos.....	1
<i>Thauane Aparecida Inácio da Costa Sartori, Isabela Reis Lavagnini, Julieta Adriana Ferreira, Elíria Maria de Jesus Agnolon Pallone</i>	1
Obtenção de cerâmicas porosas de alumina-zircônia pelo método da réplica recobertas com apatita.....	3
<i>André Diniz Rosa da Silva Eliria Maria de Jesus Agnolon Pallone</i>	3
Painéis a base de biomateriais com gradação funcional para uso como abrigo para leitões.....	5
<i>Erika Yukari Nakanishi¹, Holmer Savastano Junior¹</i>	5
Caracterização reológica de gel biopolimérico misto e gel biopolimérico misto carregado com micropartículas lipídicas sólidas.	7
<i>Geremia-Andrade, I.M.; Pinho, S.C.</i>	7
Painéis de partículas homogêneas cimento-bagaço de cana-de-açúcar curados por carbonatação acelerada.....	9
<i>Matheus Roberto Cabral, Juliano Fiorelli</i>	9
Membranas de gelatina/quitosana com hidroxiapatita obtidas por precipitação <i>in situ</i>	11
<i>Filipe Habitzreuter; Eliana Cristina da Silva Rigo; Luci de Oliveira Vercik</i>	11
Avaliação da atividade antimicrobiana de hidroxiapatita contendo própolis.....	13
<i>Antonio Márcio Scatolini, Silvana Marina Piccoli Pugine, Luci Cristina de Oliveira Vercik, Mariza Pires de Melo, Eliana Cristina da Silva Rigo</i>	13
Desenvolvimento de nanocompósitos zircônia-alumina-carbeto de nióbio por sinterização não-convencional	15
<i>Raphael Euclides Prestes Salem Fábio Ribeiro Monteiro, Adriana Scoton Antonio Chinelatto, Eliria Maria de Jesus Agnolon Pallone</i>	15
Avaliação econômica da utilização de resíduos em painéis de partículas	17
<i>Rinaldo Rodrigues, Augusto Hauber Gameiro, Juliano Fiorelli</i>	17

Polpas celulósicas de pinus hornificadas utilizadas como material de reforço em matrizes cimentícias frágeis.	19
<i>Julian Eduardo Mejia Ballesteros, Juliano Fiorelli</i>	
Caracterização por Difração de Raio-X do subproduto magnético da extração de fosfato para identificação de magnetita.	20
<i>Edson Luis Baroni Junior, Fernando Gustavo Tonin, Josiane Gonçalves Borges</i>	
Tratamentos químicos superficiais com H ₃ PO ₄ e NaOH em nanocompósitos de Al ₂ O ₃ -ZrO ₂	22
<i>Kátia H. Santos; Ludmila I.S. Nascimento; Julieta A. Ferreira; Eliria M.J.A. Pallone</i>	
Instrumentação para a caracterização dielétrica de filmes biodegradáveis.	24
<i>Paula Figueiredo, Josiane Gonçalves Borges, Izabel Cristina Freitas Moraes, Walter F. Velloso Jr.</i>	
Avaliação de blendas bio-poliméricas nano-estruturadas na produção de filmes biodegradáveis pelo método de extrusão.....	26
<i>Jaiber Humberto Rodriguez Llanos^{a*}, Carmen Cecilia Tadin^b</i>	
Estudo efeito da pulsação do ar durante a fluidização de partículas de amido de milho utilizando-se simulações numéricas em COMSOL.....	28
<i>M. G. Thomazi, R. Ribeiro, G. C. Dacanal</i>	
Efeito das condições de secagem em Spray Dryer nas propriedades físico-químicas e atividade antioxidante de polpa de guavira (Campomanesia Cambessedeanana Berg)	30
<i>Monique Mi Song Chung, Eliana Janet Sanjinez Argandoña, Izabel Cristina Freitas Moraes</i>	
Sorção de umidade e permeabilidade ao vapor de água de filmes biodegradáveis de amido e farinha de cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen).	32
<i>Ramírez-López, S.; Moreno, L. S.; Moraes I. C. F.</i>	
Características estruturais e propriedades de pasta de amidos isolados de sementes de duas variedades de jaca	34
<i>Carla Giovana Luciano, Izabel Cristina Freitas Moraes</i>	

Obtenção e caracterização de nanocompósitos porosos alumina-zircônia obtidos pelo método *gelcasting* de espumas recobertos com apatita para implantes ósseos

Thauane Aparecida Inácio da Costa Sartori, Isabela Reis Lavagnini, Julieta Adriana Ferreira, Elíria Maria de Jesus Agnolon Pallone

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

Em decorrência do aumento de expectativa de vida da população em geral e do grande índice de acidentes e fraturas ósseas, verificou-se nas últimas décadas um grande interesse da comunidade científica quanto ao desenvolvimento de materiais de substituição óssea. Os materiais designados para desempenhar tais funções são chamados de biomateriais e devem apresentar propriedades compatíveis aos tecidos vivos hospedeiros. Biomateriais com estruturas porosas (arcabouços) são amplamente utilizados como suportes à regeneração tecidual óssea, uma vez que à medida apresentam distribuição e interconectividade de poros bem definida, proporcionam o crescimento, desenvolvimento e fixação de tecido ósseo. As biocerâmicas são consideradas como biomateriais ideais, pois oferecem boa estabilidade química superficial e biocompatibilidade, além de alto tempo de degradação in vivo, possibilitando a remodelação óssea no sítio do implante. Cerâmicas de alumina apresentam boas propriedades mecânicas, custo moderado e versatilidade, no entanto, alguns trabalhos recentes demonstraram que a introdução de partículas nanométricas de zircônia na matriz de alumina pode melhorar a resistência mecânica e de desgaste no produto final. Além disso, este nanocompósito apresenta comportamento inerte quando inserido em meio biológico, causando pouca ou nenhuma resposta dos tecidos adjacentes e mantendo-se essencialmente inalterado. Por sua vez, cerâmicas bioativas (a base de fosfatos de cálcio) apresentam uma melhor estabilidade química superficial e biocompatibilidade, entretanto, suas limitações estão

relacionadas a baixos valores de propriedades mecânicas. Assim, a técnica de recobrimento de materiais inertes, em soluções de concentrações semelhantes ao fluido corpóreo induz o desenvolvimento de uma camada bioativa, e propicia uma melhor interação osso-implante. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi obter corpos de prova porosos de alumina contendo 5% em volume de inclusões nanométricas de zircônia. A obtenção dos corpos porosos se baseou no processo *gelcasting* de espumas, sem atmosfera controlada, seguido pelo tratamento químico de superfície com H_3PO_4 , e finalmente pelo recobrimento biomimético, avaliado para 7, 14 e 21 dias de incubação. As caracterizações dos corpos de prova foram realizadas por porosidade aparente, microscopia eletrônica de varredura (MEV) aliada à espectroscopia por dispersão de energia (EDS) e ensaio de compressão diametral. Os resultados obtidos para os corpos porosos de alumina-zircônia apresentaram alta homogeneidade na distribuição dos poros com diferentes tamanhos em toda a estrutura, alta interconectividade. O método de recobrimento biomimético promoveu a formação de uma camada de apatita uniformemente distribuída na superfície dos corpos porosos de alumina-zircônia indicando que a presença da zircônia nanométrica estimula a formação da nucleação da apatita a partir das interações entre os grupos (Zr-OH). Além disso, as amostras tratadas com ácido fosfórico apresentaram razão Ca/P de 1,74, confrontando razão Ca/P de 1,93 para os corpos porosos de alumina-zircônia que não sofreram tratamento químico de superfície, sendo portanto, as amostras tratadas melhores adequadas quanto ao perfil de solubilidade de fosfatos em meio biológico. Adicionalmente, bons valores de resistência mecânica à compressão da matriz foram alcançados ($6,60 \pm 1,47$ MPa) e se enquadram na faixa de resistência para o tecido ósseo esponjoso (2-12 MPa), potencializando a aplicação dos corpos porosos de alumina-zircônia recobertos com apatita como bons substitutos ósseos.

Obtenção de cerâmicas porosas de alumina-zircônia pelo método da réplica recobertas com apatita

3

André Diniz Rosa da Silva Eliria Maria de Jesus Agnolon Pallone

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

Os biomateriais, empregados em substituição óssea, como estrutura de suporte para formação e reparação óssea, são utilizados há tempos. No entanto, há uma constante busca por materiais apropriados, que se adequem as funções do corpo, como as cerâmicas porosas, mais conhecidas como *scaffolds*. São aplicadas por apresentarem características como biocompatibilidade, corpos altamente porosos, morfologia de poros adequada, como poros interconectados, que confirmam resistência mecânica e induzam o crescimento ósseo. Cerâmicas de alumina, utilizadas como biocerâmicas, apresentam uma alta densificação, elevada pureza e são bastante usadas como biomateriais devido à combinação de excelente resistência à corrosão, boa biocompatibilidade, alta resistência ao desgaste e moderada resistência mecânica. Nanocompósitos de matriz de alumina com inclusões nanométricas de zircônia, quando comparado com alumina, pode apresentar características mecânicas otimizadas. E, sob condições fisiológicas, esse material é praticamente inerte, causando pouca ou nenhuma resposta dos tecidos em sua volta. Considerando este contexto, o trabalho em questão objetiva obter e caracterizar cerâmicas porosas de alumina e de nanocompósitos de alumina contendo 5% vol de zircônia, usando o método da réplica. E, também, recobrir esses materiais com uma camada de apatita, por meio do método biomimético. O método da réplica foi escolhido pela vantagem de apresentar, uma ampla faixa de porosidade, estrutura de célula aberta, alta permeabilidade e baixo custo. O recobrimento obtido pelo método biomimético foi realizado pela imersão do substrato a ser recoberto em uma solução com fosfato de cálcio denominada *Synthetic Body Fluid* (SBF) para a formação de apatita, o que torna o material bioativo. A solução de SBF é semelhante ao plasma

sanguíneo. A concentração iônica e pH devem ser similares aos fluidos corpóreos, para geração dos núcleos que proporcionam o crescimento apropriado de uma camada de apatita. Os *scaffolds* porosos foram sinterizados a 1500°C e receberam tratamentos químicos usando solução de H₃PO₄ à temperatura de 90°C por 4 dias. Após esse período, foi feito, então, o recobrimento com uma solução de SBF 5 vezes mais concentrada e, em seguida, foi estudado o tempo de incubação usando 7, 14 e 21 dias, em temperatura de 36,5°C. Foram feitas caracterizações físicas, microestruturais e mecânicas, visando sua aplicação na substituição óssea com melhores propriedades na área de ortopedia, da cirurgia maxilofacial e na odontologia.

Painéis a base de biomateriais com gradação funcional para uso como abrigo para leitões

5

Erika Yukari Nakanishi¹, Holmer Savastano Junior¹

¹Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

O uso de resíduos agroindustriais para produção de painéis particulados vem sendo linha de estudo de diversas pesquisas visto seu apelo à sustentabilidade. Estes painéis utilizando materiais lignocelulósicos considerados resíduos têm apresentado bons resultados quanto à resistência mecânica e ao isolamento térmico. Novos estudos tem buscado incorporar estes materiais em sistemas construtivos em instalações rurais. Contudo, os painéis a base de resíduo de madeira ou material lignocelulósicos, tem sua durabilidade e resistência diminuída quando em contato com locais úmidos. Este projeto tem como objetivo estudar painéis de multicamadas de partículas de bagaço de cana-de-açúcar reforçados com partículas de bambu (PMBB) com tratamento superficial alternativo de látex e de breu, com e sem aplicação do antimicrobiano a base de prata, para uso em abrigos escamoteadores para leitões. O projeto será delineado em duas etapas: A primeira etapa intitulada "*Estudo dos painéis de multicamadas*", consiste no estudo do material em que se enquadra a caracterização e produção dos painéis de multicamadas de partículas de bagaço de cana-de-açúcar reforçado com partículas de bambu (PMBB), por meio da análise anatômica, química, física, microestrutural desse material. E a avaliação do recobrimento com e sem aplicação de agentes biocidas nos painéis PMBB pela avaliação física, microestrutural, microbiológica e de durabilidade. A segunda etapa intitulada "*Produção e avaliação dos escamoteadores para leitões*", consiste na avaliação do microclima gerado dentro dos escamoteadores produzidos com painéis de PMBB aquecidos com resistência elétrica, por meio da coleta de dados ambientais. Como resultado das análises preliminares, pode observar que o uso do recobrimento de breu e do látex+breu apresentou diminuição

significativa das propriedades físicas de absorção aparente e inchamento em espessura. 6

Caracterização reológica de gel biopolimérico misto e gel biopolimérico misto carregado com micropartículas lipídicas sólidas.

7

Geremia-Andrade, I.M.; Pinho, S.C.

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

O gel carregado com emulsão é uma alternativa para a redução do teor global de gordura nos alimentos sem a perda de propriedades sensoriais e de textura e apresenta a possibilidade de encapsular componentes bioativos lipofílicos. O objetivo deste estudo foi a caracterização reológica três formulações de géis particulados biopoliméricos mistos (pH 6,5) com diferentes concentrações salinas (sem sal; 0,1 M NaCl ou 0,1 M CaCl₂) de isolado proteico de soro de leite (IPSL – 12 %) e goma xantana (0,2 %), hidratados com água deionizada e uma formulação de gel biopolimérico misto, com igual concentração de IPSL e goma xantana hidratado por dispersão micropartículas lipídicas sólidas (MLS – 88 %) encapsulando curcumina. A MLS foi produzida por ultra-agitação (18000 rpm, 5 min., 79 °C) com óleo de babaçu e triestearina e 4 % mássico de tensoativos (Tween 60 e Span 80) e 0,03 % de curcumina. Testes oscilatórios de pequena amplitude foram realizados utilizando uma probe de placa plana e 60 mm de diâmetro e gap de 1mm em reômetro rotacional. O processo de gelificação das dispersões biopoliméricas foi conduzido no reômetro com rampa de aquecimento de 30 °C para 90 °C, 3 °C/ min; manutenção da temperatura em 90 °C por 30 min., seguida de resfriamento 90 °C para 30 °C, 3 °C/ min. A varredura de deformação para a determinação da região de viscoelasticidade linear (RVL) foi realizada a uma frequência constante de 1 Hz, com deformação variando de 0,01 a 100 %. A varredura da frequência foi conduzido na faixa de 0,1 a 10 Hz. As RLV das amostras dos géis biopoliméricos mistos com diferentes concentrações salinas e do gel carregado com MLS (sem sal) ficaram entre 0,01 a 10 % de deformação em todas as formulações citadas, logo, a presença de sal nos géis e de MLS não

influenciaram os valores de módulo de armazenamento (G') e de perda (G'') quando comparados à formulação sem sal e sem partículas. O espectro mecânico (conduzido a 1 % de deformação) mostrou que os valores de G' e G'' das formulações avaliadas foram influenciados pela composição dos géis. A dependência entre a frequência e os valores de G' e G'' no intervalo investigado foi linear para todas as amostras. O gel com 0,1 M de NaCl mostrou-se o mais resistente dentre as formulações investigadas, promovendo um reforço na estrutura do gel em comparação com a amostra sem partícula e sem sal. O gel que apresentou menor resistência foi o gel sem partícula com 0,1 M de CaCl_2 . A presença das MLS também promoveu um reforço sobre a estrutura do gel quando comparada com a formulação sem partícula e sem sal, indicando que as micropartículas lipídicas sólidas estão ligadas (ativas) à rede biopolimérica mista. Pode-se concluir que a presença de sal e de micropartículas lipídicas sólidas nos géis biopoliméricos mistos impactou sobre o espectro mecânico das formulações avaliadas, possibilitando a obtenção de estruturas com mesma composição de biopolímeros e diferentes propriedades estruturais.

Painéis de partículas homogêneas cimento-bagaço de cana-de-açúcar curados por carbonatação acelerada

9

Matheus Roberto Cabral, Juliano Fiorelli

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

Os recursos naturais desempenham um papel importante nas atividades econômicas de um país. Nesse cenário, a tendência mundial é crescente para o seu máximo aproveitamento, por meio do desenvolvimento de novos processos e produtos. Estes, por sua vez, não só ajudam na preservação ambiental, evitando seu descarte, mas também na geração de empregos. Fibras vegetais são exemplos desses recursos, em abundância no Brasil, país que apresenta uma posição de destaque na América do Sul, possuindo uma área de aproximadamente 8,5 milhões de km², com 5-6% de terras aráveis, 22% de pastagens permanentes e 58% florestas e matas. O país também é privilegiado geograficamente, pois possui condições climáticas notáveis e solo fértil para o cultivo de uma gama de espécies de plantas. Dentre estas fibras vegetais está o bagaço de cana-de-açúcar, subproduto fibroso gerado pelo processo produção de álcool e açúcar, após a extração do suco do caule da cana. Este subproduto tem grande valor como fonte de energia, utilizado como combustível. Entre os anos de 2013/2014, a produção de cana-de-açúcar no Brasil foi da ordem de 658.822 milhões de toneladas, cultivada em uma área aproximada de 8.893 mil ha. Entre os estados produtores, São Paulo é responsável por 51,43% da produção total. Dentro desse escopo, o presente estudo tem como objetivo o desenvolvimento, produção e avaliação do potencial de utilização de resíduos da agroindústria, como o bagaço de cana-de-açúcar, para fabricação de painéis homogêneos de partículas cimento-bagaço, curados por carbonatação acelerada. Para atingir os resultados serão realizadas inicialmente caracterizações anatômica, físico-química e mecânica das partículas de bagaço de cana-de-açúcar, bem como ensaio de termometria para verificar a compatibilidade da matéria prima (bagaço) com o cimento. Os

10

painéis de partículas cimento-bagaço produzidos serão submetidos a dois processos de cura distintos: 1- em câmara climática com a inserção de CO₂ por um período de 24 horas, em ambiente saturado por 26 dias; 2- cura saturada por 27 dias. Após esses procedimentos de cura serão realizadas caracterizações físico-mecânica, microestrutural e de durabilidade do painel de partículas cimento-bagaço. É esperado com esse trabalho, indicar a viabilidade de uso de resíduos agroindustriais para a produção de painéis de partículas cimento-bagaço e validar o processo de cura por carbonatação acelerada como solução para melhorar a durabilidade das partículas de bagaço de cana-de-açúcar em meio alcalino, minimizando a decomposição da lignina, celulose e hemicelulose existentes nas fibras.

Membranas de gelatina/quitosana com hidroxiapatita obtidas por precipitação *in situ*

11

Filipe Habitzreuter; Eliana Cristina da Silva Rigo; Luci de Oliveira Vercik

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

O uso de biomateriais para reparação óssea vem sendo bastante estudado, com desenvolvimento de diversos produtos. Compósitos obtidos utilizando-se gelatina (G), quitosana (QS) e hidroxiapatita (HA) destacam-se nesta área por serem bioativos e bioabsorvíveis, além de apresentarem elevada similaridade com o tecido a ser reparado. Barreiras físicas formadas por tais materiais são extremamente importantes para a odontologia, e este trabalho tem como objetivo a preparação de membranas de G/QS/HA a partir de um método de co-precipitação *in situ* da HA na matriz polimérica para sua utilização em regeneração tecidual guiada (RTG). Membranas contendo razões de 20/80, 50/50 e 80/20 de G/QS com 0,3M de HA foram preparadas com pequena adição de glicerina (0,5% v/v) e em seguida reticuladas com Glutaraldeído (GTA). Suas características morfológicas e físico-químicas foram analisadas por meio de técnicas como espectroscopia no infravermelho (IV), difração de raios X (DRX). Além disso, foram realizados ensaios de intumescimento para verificar o comportamento das membranas em meio aquoso (solução tampão fosfato, pH=7,4). Mediante análise por IV identificou-se a presença de bandas características de G e QS, bem como confirmou-se o processo de reticulação. O método por precipitação *in situ* foi eficiente para que ocorresse formação da fase hidroxiapatita, confirmada pelas técnicas de IV e DRX. Os ensaios de intumescimento evidenciaram a importância do processo de reticulação para diminuir a degradação das membranas em meio aquoso. O processo de reticulação à vapor de solução de glutaraldeído (GTA) foi escolhido, e os resultados dos ensaios de intumescimento indicaram elevada durabilidade dos materiais frente meio aquoso. Desta forma, conclui-se que o modo de preparo a partir da precipitação *in situ* da HA na matriz polimérica foi eficaz na formação

das membranas propostas, e o processo de reticulação à vapor com glutaraldeído conferiu boa estabilidade dos compósitos em meio aquoso.

Avaliação da atividade antimicrobiana de hidroxiapatita contendo própolis

13

Antonio Márcio Scatolini, Silvana Marina Piccoli Pugine, Luci Cristina de Oliveira Vercik, Mariza Pires de Melo, Eliana Cristina da Silva Rigo

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

Materiais cerâmicos de fosfatos de cálcio, como hidroxiapatita, são estudados e utilizados com o objetivo clínico e biológico. As aplicações são indicadas para aumento, preenchimento de defeito e tratamento de tumores ósseos, neste caso, atuando como suporte de ação prolongada associada a fármacos anticancerígenos, permitindo o tratamento da doença com a liberação de fármacos *in situ*. Dentre as principais causas de cirurgia de revisão em próteses implantadas, cerca de 7 % são ocasionadas por infecções. Em geral, os microrganismos mais comuns causadores dessas infecções são *Staphylococcus epidermis* (31%), *Staphylococcus aureus* (20%) e *Escherichia coli* (11%). Recentemente, a própolis tem sido alvo de diversos estudos, destacando suas propriedades biológicas e farmacológicas tais como antibacteriano, antiviral, antioxidante e anticâncer. A composição química da própolis é a responsável por essas atividades, especificamente a presença de compostos fenólicos, como os flavonoides. Portanto, baseado em estudos científicos que demonstram o grande potencial terapêutico da própolis, este trabalho teve como objetivos produzir hidroxiapatita contendo própolis, caracterizar e determinar sua atividade antimicrobiana. Extratos etanólicos à 30% (m/v) de própolis verde (PV) e própolis marrom (PM) foram obtidos e misturados à hidroxiapatita (HA) na proporção de 20% (m/v). Após 24 horas em agitação, a mistura foi filtrada e seca para a obtenção dos discos. Os extratos foram caracterizados pela determinação de compostos fenólicos segundo o método de Folin-Ciocalteu e pela quantidade de flavonoides, utilizando a metodologia de complexação com $AlCl_3$. O pó de hidroxiapatita, antes e após a adição da própolis (HA, HA-PV e HA-PM) e os extratos (PV e

PM), foram caracterizados por espectroscopia no infravermelho (IV). A análise qualitativa da atividade antimicrobiana dos extratos e dos discos produzidos, foi realizada de acordo com as recomendações da NCCLS (*National Committee for Clinical Laboratory Standards*), utilizando cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Os extratos PV e PM apresentaram valores para compostos fenólicos de 300,6 e 260,2 mg equivalente em ácido gálico/g de extrato seco, respectivamente. Para flavonoides, os resultados para PV e PM foram, respectivamente, 57,9 e 53,7 mg equivalente em quercetina/g de extrato seco. Os espectros obtidos por IV apresentaram bandas referentes aos grupos PO_4^{-3} , OH^- e CO_3^{-2} que caracterizam a fase HA, e bandas referentes aos grupos C=H, C=O e C=C, indicando a presença de flavonoides para PV, PM, HA-PV e HA-PM. Para o teste de difusão em ágar, observou-se a formação de halos de inibição circulares com valores de 18,8 mm de diâmetro para PV e 17,3 mm para PM. Os discos HA-PV e HA-PM apresentaram 12,2 e 10,71 mm, respectivamente. Os controles realizados utilizando etanol 80% e disco de HA não apresentaram halos de inibição. Os resultados indicam que PV apresenta atividade antimicrobiana relativamente maior que PM devido a quantidade de fenólicos. Os espectros obtidos por IV mostram que PV e PM foram incorporadas a HA e, nestas condições, HA-PV e HA-PM apresentam características antimicrobianas, sugerindo que a extração e o uso do extrato de própolis são promissores para a obtenção de um material bioativo com propriedades antimicrobianas.

Desenvolvimento de nanocompósitos zircônia-alumina-carbeto de nióbio por sinterização não-convencional

15

Raphael Euclides Prestes Salem Fábulo Ribeiro Monteiro, Adriana Scoton

Antonio Chinelatto, Eliria Maria de Jesus Agnolon Pallone

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São

Paulo - USP - Pirassununga, SP

(UTFPR-Londrina),

A zircônia é um material cerâmico de grande importância tecnológica, devido à alta tenacidade à fratura e boas propriedades tribológicas que apresenta em relação a outros materiais cerâmicos. A necessidade de se combinar essas propriedades notáveis com outras propriedades mecânicas requeridas em aplicações tecnológicas motiva a pesquisa em torno dos sistemas compósitos com matriz de zircônia. Entre diversos materiais de reforço estudados com essa finalidade, os carbetos metálicos têm sido reportados como bons candidatos a reforço em matrizes de óxidos cerâmicos, a fim de aumentar a dureza e a resistência à abrasão, entre outras propriedades. Entretanto, os materiais carbonáceos não possuem boa sinterabilidade, requerendo técnicas não-convencionais de sinterização ou adequações aos processos convencionais para se manter sua estabilidade química durante a sinterização, proporcionando assim a obtenção de materiais com alta densidade e tamanho de grão refinado. O objetivo deste trabalho é estudar o processamento e a sinterização de compósitos de matriz de zircônia reforçada com pós nanocristalinos de alumina-carbeto de nióbio. Os pós de alumina-carbeto de nióbio a serem utilizados como reforço no material em estudo foram produzidos por moagem de alta energia por meio de uma reação aluminotérmica ocorrida no próprio processo de moagem, utilizando como materiais de partida óxido de nióbio, alumina e grafite. Após a moagem de alta energia, os pós de alumina-carbeto de nióbio foram desaglomerados e submetidos a uma lixívia ácida para retirar as impurezas provenientes ao jarro e às bolas de moagem. Uma vez retiradas as impurezas, os pós foram

adicionados à matriz de zircônia por meio de um processo coloidal combinando moagem de bolas com ultrassonificação, com uma proporção de 5% em volume de alumina-carbeto de nióbio. Os pós compósitos serão prensados uniaxial e isostaticamente e sinterizados em forno convencional com atmosfera de argônio e pelas técnicas não-convencionais rápidas de SPS (*spark plasma sintering*) e de sinterização por micro-ondas. A caracterização físico-morfológica dos compósitos sinterizados será feita por medidas de densidade aparente, microscopia eletrônica de varredura e dilatometria. A caracterização mecânica dos compósitos será feita por medidas de nanoindentação, obtendo-se dureza e módulo elástico do material, e também por ensaios de desgaste e de compressão diametral. Os resultados de estudos semelhantes reportados na literatura são promissores, mostrando que os carbeto metálicos funcionam efetivamente como reforço em matrizes de zircônia e de alumina, aumentando sua tenacidade à fratura e resistência ao desgaste. Desta forma, espera-se que as técnicas não-convencionais de sinterização permitam a obtenção de compósitos com alta densidade, combinada com uma microestrutura refinada de grãos submicrométricos e levando a melhores propriedades mecânicas e tribológicas do compósito.

Avaliação econômica da utilização de resíduos em painéis de partículas

17

Rinaldo Rodrigues, Augusto Hauber Gameiro, Juliano Fiorelli

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

A indústria de painéis de madeira tem apresentado aumentos expressivos na produção, tanto em termos mundiais quanto no Brasil. Esses números são importantes, pois podem sinalizar aumentos nas atividades econômicas das indústrias moveleira, de construção civil, entre outras. Embora a utilização da madeira na confecção desses painéis seja mais conhecida e difundida, outros materiais de origem lignocelulósicas também podem ser utilizados como matérias-primas na confecção desses. Uma dessas possibilidades é a utilização de resíduos da produção agroindustrial, que pode impactar o resultado econômico da produção/utilização desses painéis. Este trabalho avaliou o interesse que o assunto despertou na comunidade científica, por meio de uma pesquisa bibliográfica na base de dados Web of Science - somente artigos de revisão paritária. Foram utilizadas as seguintes palavras-chave: *particleboard* and waste** e *particleboard* and waste* and economic**. As buscas foram efetuadas a partir do ano de 1985 e os resultados foram agrupados em décadas até o ano de 2015. No período compreendido entre 1985 até 1994 somente um trabalho tratou da utilização de resíduos na elaboração de painéis de partículas. No período de 1995 até 2004, a ocorrência identificada foi de 40 trabalhos. Na última década foram verificadas 162 ocorrências. Em relação à questão econômica observou-se 18 publicações entre os anos de 2005 e 2015. Ainda que as primeiras investigações científicas sobre painéis de partículas tenham sido registradas por volta da década de 1960, o interesse na utilização de resíduos teve início 35 anos após. Comparativamente, a questão econômica surgiu uma década após os registros de utilização de resíduos na produção de painéis. Este cenário sinaliza pela

continuidade da avaliação econômica da utilização de resíduos na produção de painéis de partículas.

Polpas celulósicas de pinus hornificadas utilizadas como material de reforço em matrizes cimentícias frágeis.

19

Julian Eduardo Mejia Ballesteros, Juliano Fiorelli

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

O uso das fibras vegetais, como reforço de matrizes inorgânicas à base de cimento, é uma alternativa que tem despertado interesse pelo seu desempenho econômico, social e ambiental. Porém seu uso é limitado devido à baixa durabilidade apresentada pelos compósitos, refletida pela perda de resistência das fibras vegetais que são degradadas pelo ambiente alcalino da matriz e pela instabilidade dimensional-volumétrica. Para contornar esta situação, pesquisas têm mostrado que é possível implementar mecanismos que modificam certas propriedades, das fibras celulósicas antes de serem incorporadas como reforço na matriz cimentícia. Dentro desse contexto, pretendeu-se aplicar e avaliar o processo de hornificação em polpa celulósica de pinus, como tratamento para otimizar as suas propriedades e permitir uma maior durabilidade e resistência, como parte de um composto de cimento reforçado. Foram determinadas e analisadas as propriedades morfológicas e microestruturais das polpas antes e após o processo do hornificação. Posteriormente, em uma segunda etapa do trabalho, foram desenvolvidos compósitos cimentícios reforçados com polpas tratadas e não tratadas e procedeu-se à avaliação de suas propriedades mecânicas e durabilidade, com vista para aplicação em construções zootécnicas.

Caracterização por Difração de Raio-X do subproduto magnético da extração de fosfato para identificação de magnetita.

20

Edson Luis Baroni Junior, Fernando Gustavo Tonin, Josiane Gonçalves Borges

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

A magnetita faz parte do grupo de minerais magnéticos, mais precisamente dos ferromagnéticos. Sua fórmula química é dada por Fe_3O_4 , possuindo dois íons Fe^{+3} e um íons Fe^{+2} distribuídos por sua estrutura espinélio inversa, sendo encontrada em rochas ígneas, metamórficas e sedimentares. O material magnético para análise foi adquirido junto à empresa Vale Fertilizante, localizada no município de Cajati/SP, sendo considerado um subproduto no processo de extração de fosfato (utilizada como fertilizante em solos) na mina de Serrana, onde a jazida é constituída principalmente de carbonatitos e jacupiranguitos de composição mineralógica diversificada, cujo os principais minérios são: Apatita, Calcita, Dolomita, Magnetita e Flogopita. Portanto, objetivo desse trabalho foi caracterizar, por difração de Raio-X, o subproduto magnético da extração de fosfato, para observar se este possuía magnetita em sua composição. Assim, de posse do material, por este apresentar diversas granulometria, ele foi submetido primeiramente, a separação granulométrica em mesa agitadora gerando um total de 7 amostras, de acordo com o tamanho de cada malha da peneira; são elas: *MESH 14* (1700 μm), *MESH 20* (850 μm), *MESH 28* (600 μm) *MESH 35* (425 μm), 48 *MESH* (300 μm), o FUNDO da peneira, onde se concentrava as partículas menores que o *MESH 48* e por fim, partículas que se concentravam no centro do fundo da peneira. Essa última amostra apresentava partículas menores que o restante do fundo e portanto, elas foram separadas por imã e reservadas gerando mais uma amostra, denominada de FUNDO 2. Cada amostra foi colocada em moinho de bolas, onde permaneceram 24h para desaglomeração e redução do tamanho de partícula. Feito isso, as amostra passaram por um processo de secagem com

10 e 11 de setembro de 2015

21

soprador industrial a uma temperatura de 50 °C e em estufa a uma temperatura de 60 °C. Em seguida, cada amostra foi submetida novamente à mesa agitadora, só que agora, em peneiras de 80 e 100 *MESH*, 180 µm e 150 µm respectivamente. Nessa última etapa observou-se que todas as amostras passaram pelas peneiras de 180 µm e 150 µm, e com isso, elas foram submetidas a análise de tamanho de partícula por espalhamento de luz. As amostras apresentaram média de tamanho de: 5,926 µm, 14,192 µm, 6,148 µm, 8.880 µm, 11.019 µm, 8.002 µm e 7.754 µm respectivamente.

Posteriormente, todas as amostras foram submetidas a caracterização por difração de Raio-X, no equipamento de bancada *Rigaku MiniFlex 600*, com varredura de 10 a 80° e velocidade de 1°/min. Os difratogramas das amostras foram comparados com os valores de 2θ de padrão e intensidade relativa de magnetita (Fe₃O₄) com os respectivos planos de difração do arquivo JCPDS, Nº. 19-0629. Todos os dados demonstraram estar dentro dos padrões para o referido mineral, cuja os planos de difração são: (111); (220); (311); (400); (422); (511); (440) e (533) e seus ângulos 2θ são: 18.269; 30.095; 35.422; 43.052; 53.391; 56.942; 62.515 e 73.948, respectivamente. Abaixo é mostrado um difratograma da *MESH 14*. (Figura 1).

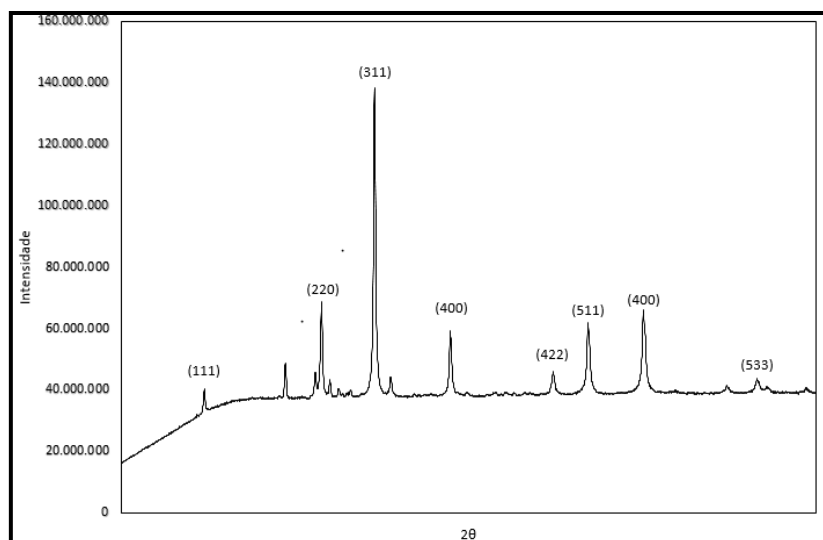


FIGURA 1: Difratograma da amostra *MESH 14* com os picos característico do mineral metálico magnetita.

Tratamentos químicos superficiais com H_3PO_4 e NaOH em nanocompósitos de Al_2O_3 - ZrO_2

22

Kátia H. Santos; Ludmila I.S. Nascimento; Julieta A. Ferreira; Eliria M.J.A. Pallone

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

Devido à diversidade dos biomateriais, assim como sua composição química e a necessidade de formatos e morfologias apropriadas, diferentes fatores têm definido o sucesso para suas aplicações, tais como: tratamentos de superfície, técnicas de processamento, degradabilidade e biocompatibilidade. Esses materiais devem apresentar propriedades físicas e biológicas compatíveis com os tecidos vivos hospedeiros, a fim de estimular uma resposta apropriada dos mesmos. Os materiais cerâmicos, por sua vez, destacam-se como biomateriais por demonstrarem melhor estabilidade química superficial e biocompatibilidade quando comparados a outros grupos de materiais empregados em implantes. Dentre os materiais cerâmicos mais utilizados encontram-se a alumina (Al_2O_3) e a zircônia (ZrO_2), que são consideradas cerâmicas bioinertes, pois não desenvolvem ligações químicas com o osso. No entanto, os materiais cerâmicos apresentam baixa resistência mecânica. Com isso, uma perspectiva para melhorar essas propriedades foi visualizada nos estudos de inclusões nanométricas em matriz de Al_2O_3 . Desde então, diversos pesquisadores tem demonstrado significativo interesse nos materiais cerâmicos nanoestruturados, ou seja, sistemas que contêm pelo menos uma característica microestrutural com dimensões nanométricas (até 100 nm) responsável por características peculiares em suas propriedades, onde se incluem os nanocompósitos. As principais vantagens desses materiais são a alta homogeneidade da microestrutura aliada à melhor sinterabilidade a temperaturas mais baixas, proporcionando aumento considerável da resistência mecânica, tenacidade e desgaste. A inclusão de partículas nanométricas de ZrO_2 em matriz de Al_2O_3 induz a melhorias na resistência mecânica do nanocompósito, quando

comparado com Al_2O_3 sem inclusões. Em condições fisiológicas este nanocompósito é praticamente inerte, causando pouca ou nenhuma resposta dos tecidos circundantes e mantendo-se essencialmente inalterada. Dessa forma, esse nanocompósito tem estimulado o desenvolvimento de novas técnicas, a fim de tornar o desempenho biológico destas cerâmicas mais adequadas. Assim, o objetivo desse trabalho foi estudar a influência de diferentes tratamentos na superfície de nanocompósitos de Al_2O_3 com 5% em volume de inclusões nanométricas de ZrO_2 , utilizando soluções de H_3PO_4 e NaOH . Para isso corpos de prova foram conformados usando prensagem uniaxial seguida de prensagem isostática. Posteriormente foram calcinados a 400°C e sinterizados a 1500°C . Em seguida foram realizados tratamentos químicos na superfície dos nanocompósitos com soluções de H_3PO_4 para tratamento ácido e NaOH para tratamento básico a temperatura de 90°C . A caracterização superficial dos nanocompósitos foi realizada por microscopia eletrônica de varredura (MEV), microscopia de força atômica (AFM), microscopia confocal e difratometria de raios-X. A análise microestrutural mostrou que o processo de mistura de suspensões utilizado foi efetivo na obtenção de uma boa dispersão das partículas nanométricas de ZrO_2 na matriz de Al_2O_3 . As análises obtidas por AFM e microscopia confocal da superfície dos nanocompósitos de Al_2O_3 -5% ZrO_2 mostraram que os tratamentos químicos utilizados promovem modificações na superfície do material, sendo que as rugosidades obtidas foram $R_a = 0,180 \mu\text{m}$ para as amostras sem tratamento, $R_a = 0,423 \mu\text{m}$ para as amostras tratadas com ácido e $R_a = 0,324 \mu\text{m}$ para as amostras tratadas com base, evidenciando que o tratamento de superfície pode melhorar o desempenho biológico dos materiais estudados.

Instrumentação para a caracterização dielétrica de filmes biodegradáveis.

24

*Paula Figueiredo, Josiane Gonçalves Borges, Izabel Cristina Freitas Moraes,
Walter F. Velloso Jr*

*Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São
Paulo - USP - Pirassununga, SP*

Os filmes biodegradáveis são objeto de um grande número de pesquisas devido à sua importância na substituição aos polímeros sintéticos. Para que seja possível o desenvolvimento desses filmes e sua aplicabilidade é importante conhecer suas propriedades dielétricas. O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de uma instrumentação para a caracterização dielétrica de filmes de gelatina. Foram estudados os efeitos da variação da frequência de oscilação do circuito, do tempo, da umidade e da adição de diferentes plastificantes em diferentes concentrações na permissividade relativa dos filmes de gelatina. A instrumentação projetada e construída foi capaz de medir com precisão a propriedade dielétrica das amostras. O circuito utilizado para a instrumentação foi um oscilador astável com funcionamento baseado no amplificador operacional (741) chaveado pela carga de um capacitor de placas paralelas, cujo dielétrico foi uma amostra do filme biodegradável. A partir dos valores da frequência de oscilação e geometria do capacitor, foi possível calcular a capacitância de cada amostra e, conseqüentemente obter os valores da permissividade elétrica relativa da película, usando relações básicas bem estabelecidas. Com simples variações introduzidas no circuito, foi possível variar a frequência dentro de uma faixa razoável (kHz). As medições foram realizadas durante o período de um mês, para os filmes de gelatina produzidos pela técnica de casting (4 g de gelatina/100 g de SF). Para estudar a influência da adição de plastificantes na permissividade relativa das amostras foram produzidos filmes de gelatina sem plastificantes e com mistura dos plastificantes sorbitol e glicerol na concentração de 25 g / 100 g de gelatina nas proporções 0:100, 30:70, 50:50, 70:30 e 100:0. O efeito da variação da

umidade na permissividade relativa dos filmes de gelatina foi avaliado em dois diferentes teores de umidade (60% e 13%). Os resultados obtidos mostraram que não houve variação da propriedade dielétrica estudada com o tempo. A permissividade relativa diminuiu com o incremento da frequência para todas as amostras de filmes analisadas. Foi observado que teor de umidade e a presença de plastificantes podem influenciar na permissividade relativa (constante dielétrica) dos filmes.

Avaliação de blendas bio-poliméricas nano-estruturadas na produção de filmes biodegradáveis pelo método de extrusão

Jaiber Humberto Rodriguez Llanos^{a}, Carmen Cecilia Tadini^b*

^a *Departamento de Engenharia de Alimentos, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos.*

^b *Departamento de Engenharia Química, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil*

O principal objetivo no desenvolvimento de embalagens para alimentos é a proteção dos alimentos. A crescente consciência ambiental e o aumento da escassez de recursos naturais têm provocado uma crescente demanda por materiais amigáveis ao meio ambiente. O problema ambiental provocado pelas embalagens provenientes de fontes não renováveis, de base sintética e não biodegradáveis, levaram a um incremento importante de pesquisas sobre o uso de materiais renováveis e biodegradáveis, como é o caso dos filmes a base de biopolímeros. Porém, tais filmes têm limitações em suas propriedades, devido à sensibilidade à umidade relativa do ambiente. Dentre as alternativas estudadas para melhorar as características desses materiais está o uso de nanopartículas e nanofibras, além das blendas biopoliméricas. Assim, o objetivo geral deste projeto é o desenvolvimento de blendas biopoliméricas de amido e quitosana estruturadas com nanopartículas de argila esmectita sódica (montemorillonita) e fibras celulósicas provenientes do bambu. Pretende-se estudar o efeito da proporção dos biopolímeros, das nanopartículas e dos parâmetros do processo de extrusão, além da qualidade de dispersão das nanopartículas sobre as principais propriedades físico-químicas dos filmes. Os filmes serão preparados com as seguintes formulações: proporção de quitosana-amido (0 e 100) %; (25 e 75) %; (50 e 50) %; (75 e 25) %; (100 e 0) %, as blendas poliméricas serão estruturadas com nanopartículas em concentrações de 0,0 g; 0,5 g; 1,0 g de NPs /100 g de polímero e 30 g glicerol/100 g de polímero. A qualidade da dispersão das nanopartículas será estudada por microscopia eletrônica de varredura e de força atômica, bem como a determinação das dimensões

características e do potencial zeta das nanopartículas. Os filmes serão caracterizados para determinar suas propriedades físico-químicas e micro estruturais.

Estudo efeito da pulsação do ar durante a fluidização de partículas de amido de milho utilizando-se simulações numéricas em COMSOL

28

M. G. Thomazi, R. Ribeiro, G. C. Dacanal

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

Na indústria de alimentos, o leito fluidizado é amplamente utilizado em processos de secagem, aglomeração e recobrimento de alimentos em pó. Entretanto, a fluidização destes ingredientes é caracterizada por apresentar canais preferenciais, devido ao pequeno tamanho de partículas. A fluidização pulsada é um modo particular de operação do leito fluidizado em que a vazão de ar oscila periodicamente com o tempo. Dentre as principais atribuições proporcionadas por estes sistemas, destacam-se o início da fluidização utilizando-se menores vazões de ar, e a minimização da formação de canais preferenciais. O uso de menores vazões de ar permite processar particulados coesivos sem que ocorra excessiva elutriação, que é um indicativo de melhor qualidade de fluidização. O objetivo deste trabalho foi o estudo da fluidodinâmica de partículas de amido de milho por meio de ensaios experimentais e simulações numéricas em COMSOL. Os ensaios experimentais foram conduzidos em um leito fluidizado, contendo 0,4 kg de amido de milho nativo. O diâmetro médio De Brouckere, densidade da partícula e porosidade total do leito foram iguais a 30 μm , 1446 kg/m^3 e 0,68. Os ensaios de simulação em COMSOL foram conduzidos utilizando-se o modelo de escoamento Euler-Euler para sistemas gás-sólido. Por meio de ensaios experimentais, foi obtido o perfil de queda de pressão pela velocidade do ar. A partir do perfil experimental, foram realizadas diversas simulações em COMSOL, a fim de se determinar o diâmetro médio equivalente que melhor se ajustou ao comportamento fluidodinâmico sem uso da pulsação do ar. Posteriormente, foram realizadas simulações em COMSOL variando-se as frequências de pulsação do ar em (5 , 10 e 15) Hz, de modo que a velocidade

do ar na entrada do leito foi representada pela função analítica: $v(t) = v_{max} \cdot \text{abs}(\sin(2\pi f t))$. O diâmetro médio equivalente que melhor se ajustou aos ensaios sem pulsação foi igual a 100 μm . A queda de pressão no leito foi maior para o ensaio a 5 Hz, que quando comparado com o ensaio sem pulsação. Este fenômeno também ocorreu para os ensaios a 10 Hz e 15 Hz, que indicaram que o uso da pulsação do ar resultou em maior retenção de produto no interior do leito fluidizado, ou seja, em menores taxas de elutriação. Os resultados obtidos aos 10 segundos de simulação e velocidade do ar a 0,40 m/s (Figura 1), indicaram que as simulações sem pulsação (0 Hz) apresentaram maior expansão do leito fluidizado que quando comparadas com os sistemas a (5, 10 e 15) Hz. A frequência a 5 Hz apresentou maior queda de pressão para a faixa de velocidade entre (0,30 e 1,0) m/s, ou seja, pode-se concluir que as oscilações da velocidade do ar a 5 Hz resultaram em menores taxas de elutriação durante a fluidização de partículas de amido de milho.

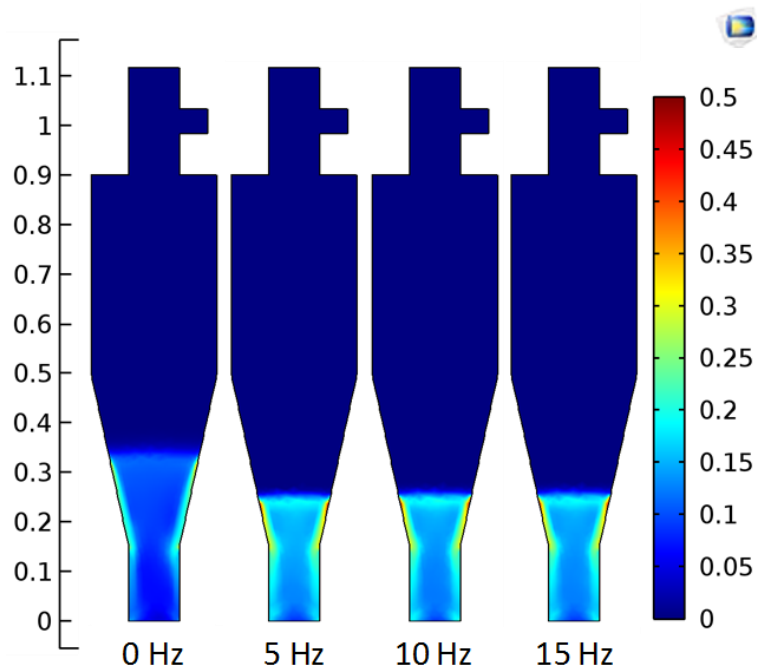


Figura 1. Visualização da expansão do leito fluidizado para os ensaios de simulação a 0,4 m/s e frequências de pulsação a (0, 5, 10 e 15) Hz.

Efeito das condições de secagem em Spray Dryer nas propriedades físico-químicas e atividade antioxidante de polpa de guavira (*Campomanesia Cambessedea* Berg)

Monique Mi Song Chung, Eliana Janet Sanjinez Argandoña, Izabel Cristina Freitas Moraes

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

O cerrado brasileiro tem sido alvo de diversos estudos devido a sua grande diversidade frutífera e o pouco conhecimento das características e benefícios para a saúde humana quando seus frutos são consumidos in natura ou processados. A guavira, também conhecida como gabioba, é um fruto proveniente do cerrado brasileiro, fonte de antioxidantes como compostos fenólicos e vitamina C. Contudo, sua disponibilidade limita-se a região de cultivo e ao período de safra. A desidratação da polpa da guavira visa aumentar sua vida de prateleira e facilitar a disseminação desse produto. Dessa forma, os objetivos desse trabalho foram a obtenção de polpa de guavira desidratada por atomização, utilizando maltodextrina DE10 ou goma arábica como agentes carreadores e avaliar a influência dos parâmetros de processo (temperatura do ar de secagem, vazão de alimentação e a concentração do agente carreador) nas características físicas, físico-químicas e na atividade antioxidante do produto obtido. A polpa de guavira com adição de maltodextrina ou goma arábica nas concentrações de 11 e 25 g/ 100 g de polpa foi desidratada em um secador *Spray Dryer* em escala piloto modelo MSD 5.0 com temperaturas do ar de secagem 130, 155 e 180°C e vazões de alimentação de 20 e 40 mL/min, e caracterizada quanto à umidade, atividade de água, solubilidade, cor, higroscopicidade, morfologia, tamanho médio e distribuição do tamanho de partícula, compostos fenólicos e atividade antioxidante (métodos DPPH e ABTS). A temperatura do ar de secagem, a concentração e o tipo do agente carreador influenciaram as características da

guavira em pó. A cor sofreu grande variação com as diferentes condições de secagem utilizadas, apresentando uma coloração próxima do amarelo e vermelho, sendo que as amostras obtidas utilizando maltodextrina possuem coloração mais clara que as obtidas com goma arábica. A temperatura do ar de secagem influenciou significativamente a atividade antioxidante do pó de guavira, de forma que o tratamento com maior atividade antioxidante foi o processo com temperatura de 155°C, 11% de agente carreador e vazão de 40 mL/min. Os pós de guavira com adição de goma arábica apresentaram maiores valores de atividade antioxidante quando comparados com a maltodextrina, indicando que a goma arábica apresentou melhor proteção dos compostos antioxidantes da polpa durante o processo de secagem. A caracterização de partículas é muito importante no estudo da influência das condições de secagem na produção de guavira em pó, bem como na viabilização desse produto fora de sua região e período de cultivo.

Sorção de umidade e permeabilidade ao vapor de água de filmes biodegradáveis de amido e farinha de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).

32

Ramírez-López, S.; Moreno, L. S.; Moraes I. C. F.

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

A Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) é uma planta cultivada na região dos Andes do sul do Peru e Bolívia. A farinha de cañihua é um material rico em macromoléculas, principalmente amido, e tem custo mais baixo quando comparada ao amido purificado, o que a torna uma alternativa viável para a produção de filmes biodegradáveis. No acondicionamento de alimentos e produtos farmacêuticos sensíveis a umidade, o controle do transporte de umidade através de filmes, utilizados como embalagem ou revestimento, é muito importante para garantir sua qualidade, segurança e vida de prateleira. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a sensibilidade à umidade de filmes biodegradáveis de amido e farinha isolados de grãos de cañihua. O amido ou a farinha de cañihua foi disperso em água (4 g polímero/100 g de solução), sob agitação magnética por 30 min, e o plastificante (0,15 g glicerol/ g polímero) foi adicionado nos últimos 10 minutos de agitação. As soluções filmogênicas foram obtidas após o aquecimento a 90 °C por 20 min e, posteriormente, resfriadas a 45 °C. Os filmes foram produzidos pela técnica *casting em* placas de acrílico e secos a 33 °C por 18 h, aproximadamente, e posteriormente foram caracterizados em relação à permeabilidade ao vapor de água (PVA), solubilidade em água e a isoterma de sorção. A taxa de permeabilidade ao vapor de água (TPVA) foi determinada a 25 °C e 100% de UR, pelo método gravimétrico e o valor da PVA foi calculado considerando a TPVA, espessura média de cada corpo-de-prova, a área efetiva de permeação e diferença de pressão parcial do permeante entre as faces do filme. A solubilidade em água foi obtida após 24 horas de imersão dos filmes em água sob agitação a 25 °C. Isotermas de adsorção de umidade foram obtidas no intervalo de atividade de

33

água de 0,114 a 0,855, pelo método estático. Os modelos de BET e GAB foram ajustados aos dados de sorção. As PVA foram similares para os filmes de farinha ($0,3873 \pm 0,0141 \text{ g.mm/kPa.h.m}^2$) e de amido ($0,3526 \pm 0,0152 \text{ g.mm/kPa.h.m}^2$). Entretanto, a solubilidade dos filmes de farinha ($24,37 \pm 0,22 \%$) foi maior que a dos filmes de amido ($18,79 \pm 0,44 \%$). Esse resultado pode ser relacionado com o maior conteúdo de proteína na farinha (14,69%) do que no amido (1,12%). O modelo GAB mostrou melhor ajuste ($R^2=0,995$) do que o de BET ($R^2=0,892$) para as isotermas e os filmes de farinha apresentaram similares valores de umidade na monocamada (7,624 g/100g) do que os filmes de amido (7,414 g/100 g b.s.). As interações moleculares água-proteína influenciam na capacidade de sorção de água dos filmes. Os filmes a base de amido nativo ou farinha de cañihua apresentaram altos valores de PVA, o que limita sua aplicação prática em produtos sensíveis à umidade e comportamento higroscópicos diferentes, o que promove funcionalidade e aplicações diferentes para os filmes de farinha e de amido.

Características estruturais e propriedades de pasta de amidos isolados de sementes de duas variedades de jaca

34

Carla Giovana Luciano, Izabel Cristina Freitas Moraes

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo - USP - Pirassununga, SP

A jaca é um fruto tropical bem difundido no Brasil, sobretudo na região nordeste, no entanto, sua rentabilidade ainda não foi bem assimilada, apresentando grandes desperdícios na agroindústria. Sua origem é asiática, sendo conhecidas diversas variedades desse fruto, dentre as quais as mais comuns são a jaca dura e a jaca mole, cuja diferença está na consistência da polpa. A jaca mole apresenta polpa completamente macia e é mais adocicada, enquanto a jaca dura tem a polpa ligeiramente dura. As sementes de jaca contêm uma quantidade considerável de amido, sendo ainda fonte de ferro e proteínas, o que a torna muito interessante para ser usada como matéria-prima no isolamento de amidos de fontes não-convencionais. O amido é um ingrediente com grande versatilidade de aplicações, que vão muito além da indústria de alimentos, e a seleção do amido para o uso industrial é função da sua disponibilidade, custo e propriedades funcionais. Dessa maneira, o objetivo geral desse trabalho foi a extração do amido de sementes de jaca das variedades dura e mole e sua caracterização estrutural e a determinação das suas propriedades de pasta. O amido obtido da variedade dura apresentou composição centesimal diferente em relação à variedade mole, com maior conteúdo de proteínas e umidade. O teor de amilose aparente foi estimado em torno de 29% para o amido de semente de jaca da variedade mole e 24% para o amido de semente de jaca da variedade dura. O amido de ambas as variedades de jaca apresentou grânulos lisos, arredondados e em forma de sino, e o diâmetro médio dos grânulos de amido de semente de jaca da variedade mole foi ligeiramente maior em comparação com a variedade dura, porém ambos apresentaram distribuição do tamanho de partículas monomodal. Os picos de cristalinidade foram característicos do tipo A para as duas

variedades, que não apresentaram diferença significativa no índice de cristalinidade. Quanto ao comportamento de pasta, observou-se que, com o aumento da temperatura ocorre uma mudança na textura do material, a temperatura de gelatinização é atingida e forma-se uma pasta, cuja viscosidade é maior, devido ao intumescimento dos grânulos. A viscosidade máxima (ou viscosidade de pico) alcançada para o amido de semente de jaca mole (2666 cP) foi menor com relação à variedade dura (3373 cP), assim como o *setback*, que indica a tendência que o amido possui de retrogradar. Dessa forma, o amido de semente de jaca dura possui maior tendência à retrogradação do que o amido isolado de semente de jaca mole. O conhecimento das propriedades reológicas, físicas, químicas e térmicas, assim como a estrutura morfológica do amido é necessário para sua utilização como agente de estrutura na formulação de alimentos, farmacêuticos e na otimização de diferentes materiais.