



# ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,  
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

## **AVALIAÇÃO DA PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA DE FILMES NANOCOMPÓSITOS DE FÉCULA DE MANDIOCA INCORPORADO COM ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO-DA-ÍNDIA (*Syzygium aromaticum*).**

Gisele Fernanda Alves da Silva<sup>1</sup>; William Renzo Cortez-Vega<sup>2</sup>

UFGD/FCA – Caixa Postal 533, 79.804-970 – Dourados – MS, E-mail: giferalves@hotmail.com

<sup>1</sup>Bolsista de permanência da UFGD. <sup>2</sup>Orientador, Professor FAEN, Laboratório de Bioengenharia, Universidade Federal da Grande Dourados.

### **RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo avaliar permeabilidade ao vapor de água dos filmes à partir de fécula de mandioca com diferentes concentrações de argila montmorilonita, óleo essencial de cravo e glicerol. As soluções filmogênicas foram elaboradas de acordo com um planejamento experimental de 2<sup>3</sup> com 3 pontos centrais. Os filmes foram produzidos pela técnica de “casting”, que consiste na secagem em superfície, logo a pós foram caracterizados quanto permeabilidade ao vapor de água (PVA). O PVA foi determinada segundo o método padrão E96. As amostras foram dispostas de forma a encobrir recipientes contendo CaCl<sub>2</sub>, estes foram mantidos em dessecadores a uma umidade relativa de 75% a 25°C. O ganho de massa através do filme foi analisado a cada 24h durante 7 dias. Não houve variação significativa em relação à permeabilidade entre os tratamentos, porém percebe-se que com a adição de plastificante (glicerol) favoreceu o aumento da permeabilidade ao vapor de água. Conclui-se que os filmes apresentaram-se mais claros quanto à luminosidade, entretanto maior opacidade, a qual tendia a se tornar mais opaca, conforme aumentavam-se a concentração de montmorilonita e glicerol. Podendo assim ser selecionada a melhor formulação em virtude da característica desejada para cada aplicação.

**Palavra-chave:** mandioca, permeabilidade, barreira de oxigênio.

## INTRODUÇÃO

Amidos como o de mandioca, batata e arroz estão entre as fontes mais comuns utilizadas comercialmente. Devido sua composição os tubérculos e raízes como mandioca e batata, possui um processo de extração relativamente simples comparado aos cereais (BORGES, 2012).

A pesquisa e desenvolvimento de filmes comestíveis e coberturas com permeabilidade seletiva pode ser extremamente promissor no controle de mudanças respiratórias e aumento do período de conservação de produtos vegetais frescos (SILVA, 2012).

Permeabilidade é um processo no qual o vapor se dissolve de um lado do filme e se difunde até o outro lado (MCHUGH, 1994). Essa difusão é diferente da difusão capilar, que ocorre em membranas porosas ou com alguma imperfeição (SARMENTO, 1997).

Os revestimentos comestíveis podem ser usados para inibir a migração da umidade, oxigênio, dióxido de carbono, aromas e lipídios, podendo introduzir também aditivos como antioxidantes e antimicrobianos, melhorando assim as características intrínsecas e a integridade mecânica dos vegetais recobertos. A proteção com produto biodegradável tenta desempenhar a mesma função do filme plástico (BOTREL et al., 2010).

A permeabilidade através do filme/cobertura é determinada por diversos fatores, incluindo a morfologia, densidade, estrutura química, cristalinidade e orientação polimérica. O tipo de solvente, o plastificante e a taxa de secagem também influenciam o coeficiente de permeabilidade (MCHUGH et al., 1994).

Estando em tendência o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, torna-se o revestimento comestível uma grande vantagem. A determinação da biodegradabilidade de um produto se deve ao fator predominante de este ser degradado completamente por microrganismos em compostos naturais (exemplos, CO<sub>2</sub>, água, metano, hidrogênio e biomassa). O revestimento biodegradável poderá contribuir na redução do uso de fontes não renováveis, ajustando-se perfeitamente no ecossistema e evitando a poluição ambiental (VILLADIEGO et al., 2005)

## MATERIAL E MÉTODO

Para o desenvolvimento dos filmes foi utilizado fécula de mandioca com uma concentração fixa de fécula 3% (gramas para 100 ml água) e diferentes combinações de plastificante (glicerol), nanoargila e óleo de cravo, onde as concentrações das variáveis a ser utilizada foram determinadas por um planejamento experimental fracionário  $2^3$  (8 experimentos) com 3 repetições no ponto central, totalizando 11 experimentos.

Foram utilizados 2 níveis (-1, +1), representados por variáveis codificadas e 3 variáveis independentes: nanoargila montmorilonita (MMT), plastificante glicerol (G), e óleo essencial de cravo (OEC) no preparo da solução filmogênica no qual deu origem aos filmes representados na Tabela 1.

Tabela 1: Variáveis utilizadas no planejamento experimental para desenvolvimento de filmes nanocompósitos de fécula de mandioca.

Variáveis codificadas	Variáveis reais		
	MMT (g/100 g de solução)	OEC (ml/100g de solução)	G (g/100 g de fécula)
-1	0,2	0,12	25,0
0	0,5	0,30	30,0
+1	0,8	0,48	35,0

Onde: MMT: Montmorilonita, OEC: Óleo essencial de cravo, G: Glicerol

A matriz do planejamento do tipo fatorial Fracionário com 2 variáveis e 3 pontos centrais está representada na Tabela 2.

Tabela 2: Matriz do planejamento experimental utilizada para o desenvolvimento de filmes nanocompósitos de amido.

Experimentos	Variáveis codificadas			Variáveis reais utilizadas		
	MMT	OEC	G	MMT(g)	OEC(mL)	G(%)
1	-1	-1	-1	0,2	0,12	25
2	-1	-1	1	0,2	0,12	35
3	-1	1	-1	0,2	0,48	25
4	-1	1	1	0,2	0,48	35
5	1	-1	-1	0,8	0,12	25
6	1	-1	1	0,8	0,12	35
7	1	1	-1	0,8	0,48	25
8	1	1	1	0,8	0,48	35
9	0	0	0	0,5	0,30	30
10	0	0	0	0,5	0,30	30
11	0	0	0	0,5	0,30	30

Onde: MMT: Montmorilonita, OEC: Óleo essencial de cravo, G: Glicerol

O valor fixo, concentração de fécula foi 3% (3 gramas para 100 ml água)

Os filmes foram elaborados segundo a técnica de *casting*, com modificações ao método descrito por Ardakani et al., (2010). Três gramas de fécula de mandioca foram dispersa em água destilada e, a dispersão aquecida à temperatura de formação da solução filmogênica de aproximadamente 80°C, sob agitação constante de (350 rpm) com agitador de hélice por 15 min, após esse período foi adicionada a essa solução argila Montmorilonita e plastificante, sob agitação esperou-se 2 min e adicionou-se óleo essencial de cravo em agitação constante por aproximadamente mais 15 min, ambas as concentrações seguiram de acordo com o planejamento experimental das Tabelas 1 e 2.

Para a formação do filme verteu-se a média de 15g se solução filmogênica em placas de petri e levou-se para secarem a uma temperatura de 40°C, em estufa de circulação até que toda água livre evaporasse (aproximadamente 8h). Os filmes após seco foram mantidos em ambientes com a umidade controlada (75%) por 24h, e submetido as devidas análises.

### **Permeabilidade ao vapor de água**

A permeabilidade ao vapor de água (PVA) será determinada segundo o método oficial ASTM - E96. As amostra serão dispostas de forma a encobrir recipientes contendo CaCl<sub>2</sub>, estes serão mantidos em dessecadores a uma umidade relativa de 75% a 25°C. O ganho de massa através do filme será analisado a cada 24h durante 7 dias (ASTM, 1995). Para os cálculos dos valores será utilizada a Equação 3, em que M é o ganho de massa (g) do cloreto de cálcio. E é a espessura (mm) do filme e, A é a área de permeação (m<sup>2</sup>), t é o tempo (d) e ΔP é o diferencial de vapor (kPa).

$$PVA = \frac{\Delta W \cdot X}{A \cdot t \cdot \Delta P} \quad (1)$$

*PVA*: permeabilidade ao vapor de água (g.mm/KPa.dia.m<sup>2</sup>);

*ΔW*: ganho de peso pelo dessescante (g)

*X*: espessura do filme (mm)

*t*: tempo de incubação (dias)

*A*: área de superfície do filme exposto (m<sup>2</sup>)

*ΔP*: diferença de pressão parcial (KPa).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Conforme apresentado na Tabela 3, não houve variação significativa em relação a permeabilidade entre os tratamentos, comparando cada resultado obtido, com a Tabela 2, percebe-se que com a adição de plastificante (glicerol) favoreceu o aumento

da permeabilidade ao vapor de água, Segundo Gómez-Guillén et al., (2009) essa alteração se deve ao fato de os plastificantes apresentarem um caráter fortemente hidrofílico.

Tabela 3: Resultado da matriz experimental para permeabilidade ao vapor de água dos filmes a base de fécula de mandioca.

Tratamento	PVA* (g.mm.m <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup> .KPa)
1	1,00±0,11
2	0,38±0,04
3	0,55±0,34
4	0,90±0,55
5	1,19±0,13
6	1,44±0,05
7	1,44±0,24
8	2,29±0,65
9	1,40±0,06
10	1,34±0,056
11	0,77±0,52

\*Média ± erro padrão (em triplicata). PVA: Permeabilidade ao vapor de água

Médias na mesma linha com letras subscritas iguais são significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

A permeabilidade ao vapor de água foi influenciada pela adição de argila e glicerol. Sendo que a maior permeabilidade foi encontrada no filme de tratamento 8

( $2,29 \pm 0,65 \text{ g.mm.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}.\text{KPa}$ ) onde conteve 0,8g MMT, e 35% Glicerol, enquanto o menor valor foi de  $0,38 \pm 0,04 \text{ g.mm.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}.\text{KPa}$ , contendo 0,2g argila e 25% Glicerol. Moraes (2009) também obteve aumento na permeabilidade de filmes de amido de mandioca e nanoargila quando variada a concentração de plastificante de 20 para 30%. Esse fato pode ser explicado devido ao caráter hidrofílico do glicerol e também por esse interagir com as moléculas do polímero, fazendo com que os espaços entre as ligações sejam aumentados, aumentando assim a transferência de umidade através do filme.

## CONCLUSÃO

Filmes com maior concentração de glicerol favoreceu a permeabilidade ao vapor de água, devido ao seu caráter hidrofílico, para a embalagem de alimentos é desejável baixa permeabilidade, a partir disto a formulação que apresentou melhor característica de permeabilidade foi o tratamento 2 contendo 0,2g de MMT e 25% Glicerol. Assim como na permeabilidade, a adição de glicerol influenciou na solubilidade, e sua combinação com óleo essencial de cravo acentuou-se ainda mais.

Nenhuma das variáveis independentes interferiu significativamente para permeabilidade ao vapor de água. Conclui-se assim que a formulação ideal para elaboração do filme a partir da fécula de mandioca dependera das características requeridas para cada produto a ser embalado, e a finalidade para qual o produto será destinado.

## AGRADECIMENTO

Ao Laboratório de Bioengenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, por ceder os reagentes e equipamentos.

## REFERÊNCIAS

BORGES, J.A.; Produção de Filmes de Amido com Adição de nanorargila. **Trabalho apresentado para obtenção de título de Engenheiro de Alimentos**. Universidade Federal do Rio Grande - FURG, 2012

BOTREL, D.A. et al. Revestimento ativo de amido na conservação pós-colheita de pera Williams minimamente processada. **Ciência Rural**, v.40, n.8, p.1814-1820, 2010.

GÓMEZ-GUILLÉN, M.C.; GIMENEZ, B.; LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; & MONTERO, M. P. Fish gelatin: a renewable material for developing active biodegradable filmes. **Trends in Food Science & Technology**. v.20, 3-16,2009.

VILLADIEGO, A.M.D.; SOARES, N.F.F.; ANDRA- DE, N.J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V.P.R.; CRUZ, R. 2005. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, LII(300):221-244.

SILVA, D. F. P. *Ciência Rural*. CR-6578; Desempenho de filmes comestíveis em comparação ao filme de policloreto de vinila na qualidade pós-colheita de mexericas ‘Poncã’, Santa Maria, Brasil, 2012.

SARMENTO, S.B.S. *Caracterização da fécula de mandioca (Manihot esculenta C.) no período de colheita de cultivares de uso industrial*. 1997. 162p. **Tese (Doutorado/Alimentos e Nutrição Experimental)**-Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.