

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ÓPTICAS, DE BARREIRA AO VAPOR D'ÁGUA E MECÂNICA DE FILME BIOPOLIMÉRICO DE QUITOSANA E ALOE VERA

Alcinda Nathally Nogueira¹
Renata Cristina Borges da Silva Macedo²
Jeliel Fernandes Lemos³
Lidiane Pinto de Mendonça⁴
Karoline Mikaelle de Paiva Soares⁵

RESUMO

Devido a preocupações sobre os recursos naturais limitados da reserva de combustíveis fósseis e o impacto ambiental causado pelo uso de materiais de embalagem à base de plástico não biodegradáveis, pesquisas vêm sendo realizadas para o desenvolvimento de embalagens provenientes de polímeros naturais. Além do fator ambiental, os filmes biopoliméricos atuam sobre o alimento, prolongando a sua vida de prateleira. A quitosana vem sendo bastante analisada como matriz biopolimérica e diversos estudos já demonstraram a sua eficácia. Aloe vera é uma espécie de planta suculenta conhecida por suas propriedades antimicrobiana e antioxidante, que em razão dessas características, representa um bom potencial para manutenção da qualidade alimentar. O objetivo desse trabalho foi avaliar a combinação da quitosana e gel aloe vera como filme biopolimérico, bem como os efeitos das concentrações de aloe nas propriedades ópticas, de barreira ao vapor de água e mecânica. Foram sintetizados filmes de quitosana com concentrações de 5, 15 e 25%. O filme com 5% de aloe vera apresentou o melhor resultado quanto as propriedades mecânicas e maior coesão na seção de ruptura. Em relação as propriedades ópticas e de barreira ao vapor de água, pôde-se verificar que o filme com 25% de aloe vera apresentou menor luminosidade e maior permeabilidade ao vapor d'água, dessa forma, é possível inferir que uma maior concentração de aloe vera não implica em melhoria das propriedades, pois são afetadas pela não uniformidade da matriz. Além disso, para um melhor aproveitamento dos seus ingredientes ativos, é necessário um processamento mais adequado.

Palavras-chave: Polímeros naturais, Aloe barbadensis Miller, Embalagens.

INTRODUÇÃO

Recentemente, pesquisas consideráveis estão sendo realizadas para o desenvolvimento de biopolímeros. Tal aumento do interesse foi intensificado devido a preocupações sobre os

¹ Mestranda do Curso de Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, nathally7@hotmail.com;

² Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - RN, rehmacedo@hotmail.com;

³ Graduando do Curso de Biotecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - RN, jeliellemos@hotmail.com;

⁴ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Produção Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - RN, lidiane.mendonca@outlook.com;

⁵ Professora orientadora: Professora Adjunta do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - RN, karolinesoares@ufersa.edu.br.

recursos naturais limitados da reserva de combustíveis fósseis e o impacto ambiental causado pelo uso de materiais de embalagem à base de plástico não biodegradáveis. Os polímeros naturais incluem amidos, derivados de celulose, quitosana, gomas, proteínas e lipídios. Esses materiais oferecem a possibilidade de obter filmes finos e revestimentos para cobrir alimentos frescos ou processados e prolongar sua vida útil (ELSABEE; ABDU, 2013).

Os filmes atuam como barreiras de transferência de massa para umidade, oxigênio, dióxido de carbono, lipídios, atmosfera circundante e ainda, sabor e aroma entre os componentes alimentares. (AL-HASSAN; NORZIAH, 2012).

As formulações dos filmes em geral são constituídas de um agente formador de filme, solvente, plastificante, agente ajustador de pH, antifúngicos e antioxidantes. Além disso, as propriedades funcionais dos filmes podem ser melhoradas combinando-os com outros hidrocolóides.

A quitosana é um polissacarídeo natural seguro, não tóxico e biodegradável. Diversos estudos comprovaram a sua eficácia na aplicação em alimentos e suas propriedades antimicrobianas. É obtida pela desacetilação da quitina, a qual é preparada a partir de cascas de crustáceos, além disso, é o segundo polímero natural mais abundante da natureza depois da celulose (MA et al., 2017).

Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) é uma espécie de planta suculenta conhecida por suas propriedades funcionais que incluem antimicrobiano, cicatrização, anti-inflamatório, antioxidante e imuno-mediador (SUI CHIN; HAN LYN; NUR HANANI, 2017). Ademais, ela vem sendo utilizado paulatinamente na indústria dos alimentos, em alimentos funcionais e conservantes (PANDEY; SINGH, 2016). Devido à essas propriedades, o gel Aloe torna-se um potencial candidato para proteção e prolongamento da vida útil de produtos alimentícios.

O seu gel de aloe vera contém cerca de 99% de água e matéria seca constituída por polissacarídeos (55%), açúcares (17%), minerais (16%), proteínas (7%), lipídios (4%) e compostos fenólicos (1%). É composto também por vitaminas B1, B2, niacina, colina, ácido fólico e as antioxidantes A, C e E. Os carboidratos são derivados da camada de mucilagem da planta sob a casca, envolvendo o parênquima ou gel interno. (PANDEY; SINGH, 2016).

O objetivo desse trabalho é avaliar a combinação da quitosana e gel aloe vera como filme biopolimérico, bem como os efeitos das concentrações de aloe nas propriedades ópticas, de barreira ao vapor de água e mecânica.

METODOLOGIA

A quitosana foi obtida da fábrica Polymar (Fortaleza, CE). A aloe vera foi coletada em uma plantação da Universidade Federal Rural do Semi Árido (Mossoró, RN). A folha foi cortada longitudinalmente, na qual foi limpa com álcool 70% e água corrente. Separou-se imediatamente o parênquima mucilaginoso (gel) do clorofiliano. O gel foi triturado e peneirado com o auxílio de um tecido tule.

As soluções filmogênicas foram formadas dissolvendo a quitosana com grau de desacetilação de 85% em ácido acético 1% sob agitação durante 24 horas. A mistura do gel, quitosana e glicerol 20% foi realizada durante 15 minutos em um agitador magnético para obter a gelatinização. A aloe vera foi adicionada em diferentes concentrações (5, 15 e 25%). Com base no método de *casting*, 60 mL da solução foram depositados em uma placa quadrada com 15 cm de largura e 2 cm de profundidade, e então, secos à 40°C em estufa. A Tabela 1 apresenta as composições de cada filme.

Tabela 1_ Composição dos filmes de quitosana e alo vera

Tratamento	Glicerol*	Aloevera	Quitosana
A00	20%	0%	100%
A05	20%	5%	95%
A15	20%	15%	85%
A25	20%	25%	75%

*A concentração é calculada em relação a massa seca do biopolímero.

As propriedades ópticas se baseiam no método de reflectometria, no qual é utilizado um colorímetro com as leituras expressas no módulo L*, a*, b*, sendo: L correspondente à luminosidade (brilho, claridade ou refletância; 0 = escuro/opaco e 100 = branco); os valores a* e b* representam a cor propriamente dita, podendo variar do vermelho ao verde (a*) e do amarelo ao azul (b*). Para essa análise, foi utilizado um colorímetro modelo CR 10 Minolta®, para o cálculo da opacidade, as leituras foram feitas contra um fundo branco e preto. Os valores de opacidade foram calculados de acordo com a Equação 1.

$$Op = \frac{Opb}{Opw} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

Opb: Opacidade do filme contra um fundo preto;

Opw: Opacidade do filme contra um fundo branco.

A permeabilidade ao vapor de água (PVA) foi determinada por gravimetria, baseando-se no método descrito na norma ASTM E96-95. Círculos de filmes de 2 cm de diâmetro foram posicionados sobre o orifício de células de permeação, após isso os conjuntos foram pesados e postos em dessecador. Os conjuntos foram retirados e pesados em intervalos de uma hora durante seis horas. A PVA foi calculada pela Equação 2.

$$PVA = \frac{m \times \frac{1}{t}}{\Delta p \times A} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

m/t: coeficiente angular de perda de massa em função do tempo;

A: área de permeação

Δp : Diferença de pressão de vapor, mm Hg (1.333×10^2 Pa)

A propriedade mecânica denominada alongamento da ruptura foi determinada de acordo com a norma ASTM D882-83, na Máquina de Ensaio DL5000/10000, a uma velocidade de ensaio de 5 mm/min com aplicação de força total de 5KN. As amostras foram avaliadas com comprimento de 50 mm e largura de 5 mm.

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) da seção transversal foi realizada para avaliação da ruptura em um microscópio eletrônico modelo VEGA 3 a uma tensão de 15KV, com magnitude de 1Kx. As amostras de filme foram fixadas em suportes de alumínio com fita adesiva de carbono e metalizadas com uma camada de ouro de 6 nm em metalizador a vácuo modelo Q150R por 4 minutos, a 20 mA.

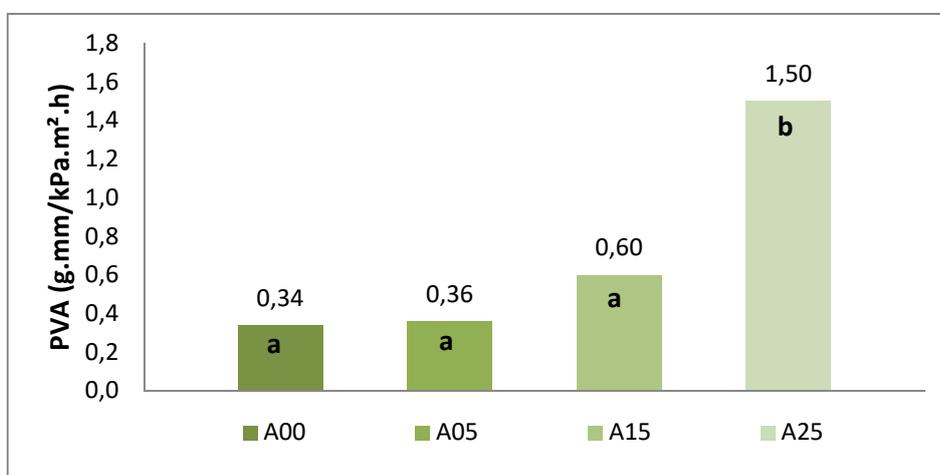
Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com auxílio do software STATISTICA® 12 e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de nível de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um filme eficiente quanto as propriedades de barreira, é necessário o controle da permeabilidade ao vapor de água, com interações mínimas com o ambiente externo. De acordo com o Gráfico 1, somente o filme A15 apresentou diferença significativa a um nível de 95% de confiança, sendo o menos adequado para prolongamento da vida útil do alimento.

Essa diminuição pode ser explicada pela não formação de ligação compacta entre a quitosana e os polissacarídeos da aloe vera, de forma que as moléculas de água tiveram espaço livre para permear através do filme.

Gráfico 1 – Resultados da TPVA dos filmes de quitosana e aloe vera



Nota: Médias com letras diferentes diferem a nível de confiança de 95% pelo teste de Tukey.

Em filmes poliméricos, as propriedades mecânicas são de fundamental importância, pois os materiais de embalagem devem ter resistência mecânica adequada para manter sua integridade durante o manuseio e armazenamento. O alongamento na ruptura é uma propriedade que representa o aumento percentual do comprimento da peça sob tração no momento da ruptura (MANO, 1991).

Segundo Ahmad et al., (2015), as propriedades mecânicas dos filmes dependem das interações intra e intermoleculares das cadeias poliméricas na rede.

Chin et. al., (2017), afirma que diferentes ligações cruzadas dos polímeros prejudica a interação e o alinhamento entre as cadeias da matriz polimérica.

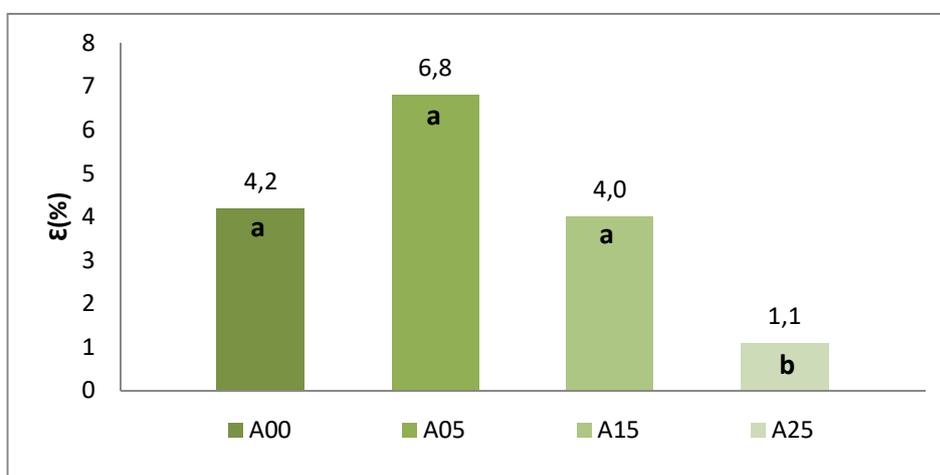
Observando o Gráfico 2, apesar de não apresentado diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre o controle e o filme A05, pode-se verificar um aumento de $4,22 \pm 4,90$ para $6,82 \pm 1,53$

com a adição de 5% de aloe vera, isso pode ser explicado pelo fato dos constituintes do gel de aloe se encaixarem na rede da quitosana, resultando em uma melhor flexibilidade desse filme.

Em contrapartida, o filme A15 reduziu significativamente ($p \geq 0,05$) em relação aos demais, ou seja, diminuiu a habilidade em se distender, possivelmente alguns constituintes propiciaram ligação cruzada.

Ao analisar as imagens de alta resolução da seção transversal da ruptura mecânica, pode-se observar que o filme A05 apresenta uma matriz polimérica mais contínua, indicando que o gel de aloe se dissolveu na solução formadora do filme. No entanto, o filme A25 apresenta uma aglomeração de conteúdo e falta de coesão, que pode ter influenciado a propriedade mecânica.

Gráfico 2 – Resultados do alongamento na ruptura dos filmes de quitosana e aloe vera



Nota: Médias com letras diferentes diferem a nível de confiança de 95% pelo teste de Tukey.

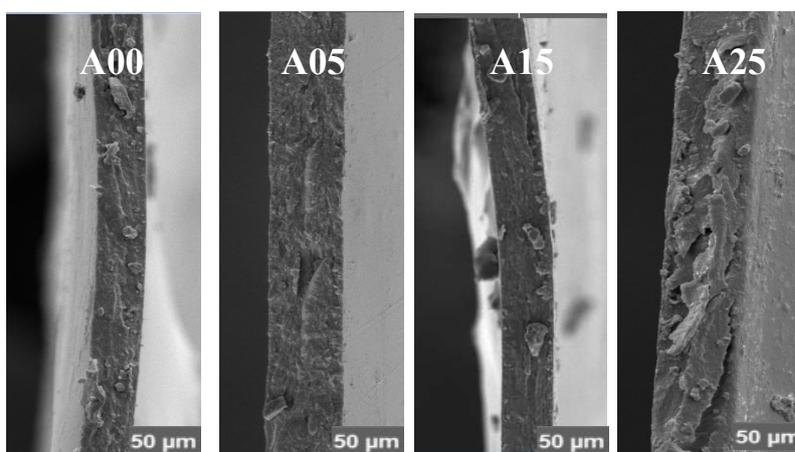


Figura 1 – MEV na seção transversal de ruptura dos filmes de quitosana e aloe vera

Devido a questões sensoriais, a cor e opacidade são características importantes a serem qualificadas, pois é indesejável que se altere muito a cor e o brilho original do alimento. A Tabela 2 mostra a diferença da coloração dos filmes. O valor de L* inferior para o filme A25 indica que esse filme possui uma cor mais escura, apresentando diferença significativa em relação aos demais. Essa diferença pode ser oriunda da maior quantidade de sólidos de Aloe.

Para valores de a* não foi observada diferença significativa ($p \geq 0,05$) com o aumento da concentração de gel de aloe, porém, foi observada uma tendência a um aumento da cor vermelha (+a). No parâmetro b* (mais próximo de amarelo), o aumento da concentração de aloe promoveu valores maiores, o filme A25 apresentou diferença significativa a um nível de confiança de 95%. Os resultados da opacidade não mostraram diferença relevante entre os tratamentos.

Segundo Pandey, et al., (2016), a aloe vera é utilizada de forma eficaz quando procedimentos adequados são utilizados, como o esmagamento e moagem da planta, seguido por várias etapas de filtração e estabilização. A presença de antraquinonas provoca o escurecimento não enzimático em produtos de aloe, sendo necessários alguns tratamentos para evitar essas reações.

Tabela 2_ Resultados de cor e opacidade dos filmes de quitosana e aloe vera

Filmes	L	a	b	Opacidade (%)
A00	81,74 ± 0,395 ^b	-2,90 ± 0,062 ^a	13,30 ± 0,838 ^a	45,720 ± 0,250 ^a
A05	80,78 ± 0,259 ^{ab}	-2,68 ± 0,039 ^a	14,46 ± 0,758 ^{ab}	45,460 ± 0,177 ^a
A15	79,76 ± 0,274 ^a	-2,48 ± 0,073 ^a	16,18 ± 0,490 ^b	45,660 ± 0,169 ^a
A25	75,42 ± 1,536 ^c	-2,34 ± 0,583 ^a	23,02 ± 1,608 ^c	46,280 ± 1,193 ^a

Nota: Médias com letras diferentes diferem a nível de confiança de 95% pelo teste de Tukey.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As soluções filmogênicas de quitosana e aloe vera apresentaram características favoráveis para a obtenção de filmes. Dentre os tratamentos utilizados, o que apresentou o melhor resultado quanto as propriedades mecânicas foi o filme de quitosana com 5% de gel de aloe vera, no qual apresentou maior coesão na seção de ruptura.

Em relação as propriedades ópticas e de barreira ao vapor de água, pôde-se verificar que o filme A25 apresentou menor luminosidade e maior permeabilidade ao vapor d'água, dessa forma, é possível inferir que uma maior concentração de aloe vera não implica em melhoria das propriedades, pois a não uniformidade da matriz afeta essas características. Além disso, é necessário um processamento mais adequado da aloe vera, de forma que os ingredientes ativos presentes nas folhas frescas sejam retidos para um maior aproveitamento das atividades atualmente conhecidas.

REFERÊNCIAS

AHMAD, M. *et al.* Optical and thermo-mechanical properties of composite films based on fish gelatin / rice flour fabricated by casting technique. *Progress in Organic Coatings*. v. 84, p. 115–127, 2015

AL-HASSAN, A. A.; NORZIAH, M. H. Starch-gelatin edible films: Water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers. *Food Hydrocolloids*, v. 26, n. 1, p. 108–117, 2012.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM - E96/E96M-12. Standard test method for water vapor transmission of materials, *Annual Book of Standards*, 1993.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM - D882-12. Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. *Book of Standards*, ASTM International, v. 08.01, 2012.

CHIN, S. S.; LYNA, F. H.; HANANI, Z. A. N. Effect of Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) gel on the physical and functional properties of fish gelatin films as active packaging. *Food Packaging and Shelf Life*. v. 12, 2017.

ELSABEE, Maher Z.; ABDUO, Entsar S. Chitosan based edible films and coatings: A review. *Materials Science and Engineering C*, v. 33, n. 4, p. 1819–1841, 2013.

MA, L. *et al.*, Recent developments in novel shelf life extension technologies of fresh-cut fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*. v. 64, p. 23–38, 2017.

MANO, E. B. *Polímeros como materiais de engenharia*. Edgard Blucher, São Paulo, 1991.

PANDEY, A.; SINGH, S. Aloe Vera: A Systematic Review of its Industrial and Ethno-Medicinal Efficacy. *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*, 2016.