



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

RERISSON DO NASCIMENTO ALVES

**EXTRATO DE REPOLHO ROXO COMO INDICADOR DE QUALIDADE EM
FILMES PARA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS**

POMBAL-PB

2017

RERISSON DO NASCIMENTO ALVES

**EXTRATO DE REPOLHO ROXO COMO INDICADOR DE QUALIDADE EM
FILMES PARA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Raniero Lins de A. Meireles

Coorientadora: Prof^a. Dra. Karina da Silva Chaves

POMBAL-PB

2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

MON
A474e

Alves, Rerisson do Nascimento.

Extrato de repolho roxo como indicador de qualidade em filmes para aplicação em alimentos / Rerisson do Nascimento Alves. – Pombal, 2017. 36f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

"Orientação: Prof. Dr. Bruno Raniere Lins de A. Meireles".

"Co-orientação: Profa. Dra. Karina da Silva Chaves".

1. Embalagem inteligente. 2. Embalagem indicadora. 3. Repolho roxo. I. Meireles, Bruno Raniere Lins de A. II. Chaves, Karina da Silva. III. Título.

UFCG/CCTA

CDU 621.798(043)

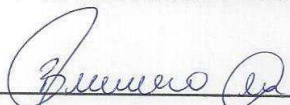
RERISSON DO NASCIMENTO ALVES

**EXTRATO DE REPOLHO ROXO COMO INDICADOR DE QUALIDADE EM
FILMES PARA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS**

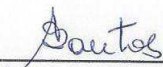
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado visando à obtenção do grau Bacharel em Engenharia de Alimentos, e aprovado na forma final pela Banca Examinadora designada pela Coordenação da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande-PB, Campus Pombal-PB.

Aprovado em 14 de Agosto de 2017.

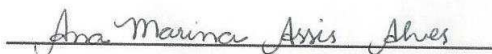
BANCA EXAMINADORA



Prof. Ms. Bruno Raniero Lins de A. Meireles
UFCG / CCTA / UATA – Orientador



Profª. Dra. Alfredina dos Santos Araujo
UFCG / CCTA / UATA – Examinador Interno



Ana Marina Assis Alves
UFCG POMBAL/PB – Examinador Externo

POMBAL-PB

2017

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela realização deste sonho, por segurar firme a minha mão durante essa caminhada e me fazer forte nos momentos de desânimo. Acima de tudo por iluminar os meus caminhos com boas oportunidades e pessoas especiais que permitiram que eu chegasse até aqui... e também pelos obstáculos que me fizeram crescer.

Agradeço a minha mãe Maria Gilma, pelo amor incondicional, por ser responsável por tudo que eu sou hoje, pela dedicação, pelos ensinamentos valiosos, por cada palavra de incentivo, por acreditar em mim, por ser meu refúgio e minha motivação para continuar. Te amo mãe, você é a razão pra esse sonho se concretizar.

Ao meu querido pai Abdon Alves (*in memoriam*), ao meu irmão Ralssen Alves por todo apoio, confiança e admiração, e em especial aos meus sobrinhos, Ravy que mesmo com seus poucos meses e ainda sem compreender muito bem a vida, me orgulha muito de ser seu tio e a minha sobrinha Thaemilly pelas brincadeiras, carinho e principalmente pelas as alegrias em que proporcionou em todos os momentos.

Aos meus avós José Dionísio e Maria das Dores, pelo o apoio e incentivo no meu progresso e nas minhas conquistas.

Ao meu tio Antônio, por toda dedicação, carinho e por acreditar que eu seria capaz de realizar esse sonho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles por ter me recebido e me orientado de forma única, admirável e exemplar. Que um dia eu tenha a honra de tornar-me um pesquisador tão bom quanto você: ético, inteligente e perspicaz.

A minha Coorientadora Prof^a. Dra. Karina da Silva Chaves que mesmo a distância dedicou muito de seu tempo me orientando, tornando esta caminhada muito mais fácil. Obrigado pelos ensinamentos, atenção, amizade e dedicação ao longo deste período. Desejo poder contribuir ao universo acadêmico com a mesma ética e entusiasmo que me transmitiu.

Registro também meu agradecimento a Prof^a. Ms. Mônica Correia Gonçalves pela oportunidade da iniciação científica, pelos importantes direcionamentos

passados em diversas etapas do curso, tudo isso foi fundamental para a concretização deste trabalho.

A Professora Alfredina dos Santos Araujo por ter aceitado compor a banca examinadora, pelas sugestões e disponibilidade na conclusão deste trabalho.

A Ana Marina Assis Alves por ter aceitado o convite para dar suas contribuições e correções para o enriquecimento deste trabalho.

A minha amiga Tassia Renata pela nossa amizade, pelos os momentos bons que compartilhamos e por me acolher sempre em sua casa durante todas as viagens que realizei no curso, minha eterna gratidão.

Agradeço ao meu melhor amigo de infância Wellington Vieira, pela amizade, confiança, por sempre levantar minha alta estima quando estava triste, sempre me dizendo que tudo era no tempo de Deus, obrigado por acompanhar toda minha trajetória.

Minha imensa gratidão à minha amiga Thamirys Lorraine, por ter compartilhado comigo de vários momentos, por ter chegado na melhor hora, pela ajuda no laboratório, pelas viagens com aventura, pelos conhecimentos transmitidos durante o estágio curricular, por todos os momentos bons e ruins que passamos e superamos, enfim obrigado por essa amizade, por estar sempre disposta a me ajudar em tudo. Nossa dupla é mesmo forte. Da graduação para toda vida!

Agradeço também a todos os amigos que de alguma forma estiveram presentes nesta jornada de quase cinco anos, sempre me apoiando, mesmo nas dificuldades, sempre dando aquele empurrão moral para que a caminhada se tornasse menos difícil. Deste modo agradeço a vários amigos, mas em especial a Maria Angélica, Thaisa Cidarta, Malba Senna, Kalinne Passos, Joana Simone, Sandrinha Alves, Renata Clara e Andressa Gonçalves, vocês fizeram meus dias na faculdade menos monótonos e sou totalmente grato pela amizade de vocês.

Em especial, agradeço a todos os professores que tive a oportunidade de conhecer ao logo desta trajetória acadêmica no curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG-POMBAL, pois ajudaram e contribuíram com minha formação acadêmica e profissional de maneira gratificante.

A todos, que direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho e que sempre me cercaram de carinho. Nada disso seria possível se não pudesse contar com vocês! Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	7
ABSTRACT.....	8
ARTIGO	9
ANEXO	22

RESUMO GERAL

Com o desenvolvimento da indústria de alimentos, o papel das embalagens vem sendo reinventado indo além da sua função de conter e proteger o produto, mas também com a idéia de informar em tempo real ao consumidor sobre a qualidade do produto, através das embalagens inteligentes. Neste contexto, objetivou-se desenvolver e caracterizar filmes indicadores de qualidade de alimentos utilizando amido de banana verde isolado ou combinado com outros biopolímeros incorporados com extrato vegetal de repolho roxo como indicador colorimétrico. Os filmes desenvolvidos foram submetidos aos seguintes tratamentos: (i) amido de banana com indicador; (ii) amido de banana e gelatina com indicador; (iii) alginato, amido de banana e gelatina com indicador; (iv) amido de banana sem indicador; (v) amido de banana e gelatina sem indicador; (vi) alginato, amido de banana e gelatina sem indicador. O extrato de repolho roxo foi avaliado quanto à sensibilidade a luz, e os filmes foram submetidos a ensaios de intumescimento, taxa de transmissão de vapor de água, avaliação da sensibilidade a diversas faixas de pH e ao teste de ativação em carne ovina. A luz influenciou na estabilidade do extrato de repolho roxo, com uma redução de 10,96% na taxa de compostos fenólicos. No índice de intumescimento os filmes com indicadores apresentaram menor taxa de absorção de água quando comparado aos filmes sem indicadores. Na avaliação da permeabilidade ao vapor de água, o filme amido sem indicador apresentou menor taxa de permeação ($1,05 \text{ g.h}^{-1}.\text{mm}.\text{m}^2.\text{Pa}^{-1}$), enquanto o filme com indicador alginato/amido/gelatina evidenciou maior taxa de permeação ($5,13 \text{ g.h}^{-1}.\text{mm}.\text{m}^2.\text{Pa}^{-1}$). A ativação dos filmes indicadores nas soluções ácidas, neutra e alcalinas apresentaram rápida mudança de coloração e esta manteve estável. Os filmes com indicadores em contato com a carne ovina apresentaram mudança de cor por meio dos parâmetros colorimétricos para ambos os filmes com indicadores durante os sete dias de armazenamento refrigerado, onde apenas o filme alginato/amido/gelatina com indicador apresentou mudança de cor perceptível ($\Delta E=8,10$) ao olho humano. Os resultados indicam que a utilização de polímeros naturais e extrato vegetal no desenvolvimento de embalagens indicadoras mostram-se viáveis como um veículo de comunicação com o consumidor, e uma alternativa econômica e ambientalmente correta.

Palavras-chave: Biopolímero; Repolho roxo; Embalagem inteligente.

ABSTRACT

With the development of the food industry, the role of packaging has been reinvented beyond its function of containing and protecting the product, but also with the idea of informing the consumer in real time about the quality of the product through the intelligent packaging. In this context, the objective was to develop and characterize food quality indicator films using green banana starch alone or combined with other biopolymers incorporated with vegetable extract of purple cabbage as a colorimetric indicator. The films developed were submitted to the following treatments: (i) banana starch with indicator; (ii) banana starch and gelatin with indicator; (iii) alginate, banana starch and gelatin with indicator; (iv) banana starch without indicator; (v) banana starch and gelatin without indicator; (vi) alginate, banana starch and gelatin without indicator. The extract of purple cabbage was evaluated for sensitivity to light, and the films were submitted to swelling tests, water vapor transmission rate, sensitivity evaluation to different pH ranges and activation test in sheep meat. The light influenced the stability of the purple cabbage extract, with a reduction of 10.96% in the rate of phenolic compounds. In the index of swelling, the films with indicators presented a lower water absorption rate when compared to the films without indicators. In the evaluation of the permeability to water vapor, the starch film without indicator had lower permeation rate ($1,05 \text{ g.h}^{-1}.\text{mm}.\text{m}^2.\text{Pa}^{-1}$), while the alginate/starch/gelatin indicator film showed a higher permeation rate ($5,13 \text{ g.h}^{-1}.\text{mm}.\text{m}^2.\text{Pa}^{-1}$). The activation of the indicator films in the acid, neutral and alkaline solutions showed a rapid color change and it remained stable. The films with indicators in contact with the ovine meat presented a color change through the colorimetric parameters for both films with indicators during the seven days of refrigerated storage, where only the alginate/starch/gelatin film with indicator showed a noticeable color change ($\Delta E = 8.10$) to the human eye. The results indicate that the use of natural polymers and vegetable extract in the development of indicator packages are feasible as a vehicle of communication with the consumer, and an economical and environmentally correct alternative.

Keywords: Biopolymer; Purple cabbage; Smart packaging.

ARTIGO - EXTRATO DE REPOLHO ROXO COMO INDICADOR DE QUALIDADE EM
FILMES PARA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

Artigo a ser submetido à Revista Alimentação Humana (SPCNA)

EXTRATO DE REPOLHO ROXO COMO INDICADOR DE QUALIDADE EM FILMES PARA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

ALVES, RN¹, CHAVES, KS², MEIRELES, BRLA³

¹Aluno do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande-Paraíba.

²Doutora em Tecnologia de Alimentos. Docente da Universidade Federal do Mato Grosso-Mato Grosso.

³Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Docente da Universidade Federal de Campina Grande (UATA/CCTA)-Paraíba.

Autor para correspondência: Rerisson do N. Alves, Paulista-PB, BRASIL, CEP 58860-000.

Email: rerisson-alves@hotmail.com, contato (83) 99622-4524

ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILMES INDICADORES DE pH

EXTRATO DE REPOLHO ROXO COMO INDICADOR DE QUALIDADE EM FILMES PARA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

PURPLE CAKE EXTRACT AS A QUALITY INDICATOR IN MOVIES FOR FOOD APPLICATION

RESUMO:

Novas tecnologias de alimentos vêm sendo desenvolvidas para atender as exigências dos consumidores, destacando as embalagens inteligentes indicadoras de pH, as quais indicam a correlação entre o pH do produto com o indicador incorporado. O estudo objetivou elaborar filmes indicadores de pH, utilizando amido de banana verde isolado ou combinado com gelatina e alginato incorporados com extrato de repolho roxo. Os filmes foram elaborados a partir das seguintes formulações: i) amido sem extrato; ii) amido e gelatina sem extrato; iii) alginato, amido e gelatina sem extrato; iv) amido com extrato; v) amido e gelatina com extrato; vi) alginato, amido e gelatina com extrato. O extrato vegetal foi avaliado à sensibilidade a luz e os filmes foram submetidos à análise de índice de intumescimento, transmissão de vapor de água (TVA), ativação a diversas faixas de pH e ativação em carne ovina. A luz afetou significativamente ($p < 0,0001$) o teor de compostos fenólicos no extrato vegetal. Os filmes indicadores apresentaram variações nas propriedades hidrofílicas/hidrofóbicas, onde o filme alginato/amido/gelatina apresentou maior taxa de intumescimento e TVA. A ativação em soluções de pH (2-13) o filme indicador alginato/amido/gelatina indicou melhor resposta perceptível à variação do pH, bem como na ativação em carne ovina. A aplicação de biopolímeros e extrato vegetal na elaboração de embalagens indicadoras mostrou-se uma alternativa viável como via de comunicação para o consumidor.

Palavras-chave: Filme biodegradável, Repolho roxo, Carne ovina.

ABSTRACT:

New food technologies have been developed to meet consumer demands, including intelligent pH indicator packaging, which indicates the correlation between the pH of the product and the built-in indicator. The objective of this study was to elaborate pH indicator films using green banana starch alone or combined with gelatin and alginate incorporated with purple cabbage extract. The films were prepared from the following formulations: i) starch without extract; (ii) starch and gelatin without extract; iii) alginate, starch and gelatin without extract; iv) starch with extract; v) starch and gelatin with extract; vi) alginate, starch and gelatin with extract. The vegetal extract was evaluated to light sensitivity and the films were submitted to the analysis of swelling index, water vapor transmission (TVA), activation to several pH ranges and activation in sheep meat. Light significantly affected ($p < 0.0001$) the content of phenolic compounds in the plant extract. The films showed changes in the hydrophilic/hydrophobic properties, where the alginate/starch/gelatin film had a higher swelling rate and TVA. Activation in pH (2-13) solutions of the alginate/starch/gelatin indicator film indicated a better perceptible response to pH variation, as well as activation in sheep meat. The application of biopolymers and vegetable extract in the elaboration of indicator packages proved to be a viable alternative as a means of communication for the consumer.

Keywords: Biodegradable film, Purple cabbage, Sheep meat.

INTRODUÇÃO

As embalagens são utilizadas na conservação de alimentos, aumentando a vida de prateleira dos produtos. Na tentativa de satisfazer os consumidores cada vez mais exigentes, têm sido estudado e aplicado materiais inovadores para embalagens, como as indicadoras de pH, que além de proteger o produto, interagem com o mesmo indicando a sua qualidade^{1,2}.

As embalagens indicadoras de pH são consideradas uma alternativa para a indústria alimentícia, especialmente na vida de prateleira dos alimentos, visto que a deterioração encontra-se associada à mudança de pH, permitindo assim que o consumidor detecte o estado de conservação do alimento através da mudança de cor da embalagem^{3,4}.

O sistema para o desenvolvimento de embalagens indicadoras de pH pode ser feito utilizando tanto fontes fósseis quanto fontes renováveis. Neste contexto, a utilização de polímeros naturais na formação de embalagens indicadoras de pH vem sendo estudada, visando entre outros aspectos, a preservação ambiental e a substituição parcial dos polímeros convencionais oriundos de fontes petrolíferas^{5,6,7}.

Entre os polímeros naturais, o amido e o alginato têm sido considerados como candidatos mais promissores na produção de filmes, principalmente por serem biodegradáveis, provendo de fontes renováveis, além de maior disponibilidade e bom desempenho^{8,9}. No entanto, em razão da natureza hidrofílica do polissacarídeo, alginato, os materiais produzidos apresentam baixa resistência à água, em comparação aos materiais petroquímicos. Uma alternativa para a melhoria dessas propriedades tem sido a aplicação de processos de reticulação com íons de cálcio visando diminuir a solubilidade em água¹⁰.

Em relação às fontes de amido, podemos destacar o amido da banana verde que vem sendo explorado com o intuito de avaliar seu potencial na indústria de alimentos, visto seu baixo custo, sua boa propriedade funcional, processo simples de obtenção e seu bom rendimento de extração, que pode variar de 70-80%, porcentagem comparável ao endosperma de grãos de milho e polpa de batata branca¹¹.

Com finalidade de otimizar as características hidrofílicas/hidrofóbicas e mecânicas dos filmes produzidos com polímeros naturais, pesquisas vem sendo desenvolvidas utilizando a combinação de matrizes poliméricas com a incorporação de extratos vegetais naturais como parte de embalagens indicadoras de pH, com finalidade de avaliar visualmente a qualidade do alimento embalado^{12,13}.

Dentre os extratos vegetais, o repolho roxo é naturalmente abundante e com baixo custo de obtenção, apresenta elevado teor em antocianinas, uma vez que esses compostos confere coloração que varia de rosa salmão, violeta e verde, onde pode ser utilizado na

indústria de alimentos por apresentar potencial como indicador de pH natural para embalagens indicadoras de qualidade de alimentos^{14,15}.

O presente estudo visou desenvolver uma embalagem indicadora de pH para aplicação em alimentos utilizando os biopolímeros, amido de banana verde, gelatina e alginato e extrato de repolho roxo como indicador colorimétrico.

METODOLOGIA

Extração do Amido da Banana Verde

O amido foi obtido pelos métodos descrito por Whistler¹⁶ e Sánchez-Hernández¹⁷ com algumas modificações. As bananas verdes foram lavadas, descascadas, cortadas em rodela e imersas em solução de bissulfito de 1% (m/v), sendo uma parte da fruta para duas de solução (m/v). A imersão foi mantida em repouso por 24 horas sob refrigeração (4 ± 2 °C). Após esse período, a polpa foi processada em liquidificador industrial (marca Urano – modelo UCB 950F), por 8 segundos e em seguida a massa foi filtrada em peneira granulométrica de 230 mesh e lavada até que o líquido de saída apresentar-se límpido. O filtrado permaneceu em repouso por 60 minutos e o sobrenadante foi descartado. A massa decantada foi submetida à secagem em estufa de secagem a 40 °C por aproximadamente 4 horas e o pó resultante foi pesado, etiquetado e armazenado em temperatura ambiente.

Análises Físico-Química do Amido

A umidade foi determinada pelo o equipamento infravermelho (SÉRIE ID – V1.8, MARTE®). A atividade de água determinada pelo o equipamento aqualab (SERIES 4TE, DECAGON), sendo as análises realizadas em duplicatas.

Obtenção do Extrato de Repolho Roxo

O extrato foi preparado de acordo com o método descrito por Fuleki¹⁸ com algumas modificações. Uma amostra de 150 gramas de repolho roxo foi triturada e macerada com 80 mL de etanol-água (7:3). O pH da amostra foi ajustado para 2,0 com ácido clorídrico (1 M) e armazenado durante 24 horas a 5 °C, protegido da luz. Após este período, o material foi filtrado e o extrato foi centrifugado a 2000 rpm durante 10 minutos. O sobrenadante foi filtrado novamente usando papel Whataman #1, o extrato resultante foi acondicionado ao abrigo de luz e sob refrigeração.

Avaliação da Sensibilidade do Extrato de Repolho Roxo à Luz

Na avaliação da sensibilidade do extrato a luz, o mesmo foi exposto à luz fluorescente comum (Lâmpada de 25 W, TASHIBRA[®]) em uma câmara específica, onde foram monitorados pelo o período de tempo de 1, 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 240, 360, 480, 600 minutos¹⁹. Durante este período, alíquotas do extrato foram retiradas para determinação de compostos fenólicos totais através do método de Folin-Ciocalteu²⁰.

Preparo dos Filmes Poliméricos e Indicadores

Os filmes foram elaborados utilizando o amido da banana verde isolado ou combinado com gelatina e alginato. O glicerol foi adicionado em ambos com a função de agente plastificante. O amido (2% m/v) foi disperso em água destilada e submetido aquecimento de 90 °C por 30 minutos sob agitação. A gelatina (2% m/v) foi dispersa em água destilada e aquecida a 40 °C por 10 minutos sob agitação. Após o preparo dos hidrogéis, os filmes foram preparados a partir de três formulações: (i) amido (2% m/v) e 0,5 g de glicerol, (ii) amido (2% m/v) e gelatina (2% m/v) (1:1) com adição de 0,7 gramas de glicerol; (iii) alginato, amido, gelatina e glicerol (1,5:0,5:2:1 m/v) dispersos em água destilada e submetido aquecimento de 90 °C por 20 minutos sob agitação. As formulações foram colocadas em placas de petri com diâmetro de 65 a 90 mm (casting). Apenas para a terceira formulação foi realizada a reticulação do alginato com solução de 0,2% (m/v) de cloreto de cálcio. Os filmes foram submetidos a secagem em estufa de ar circulante a 40 °C por 24 a 72 horas.

Os filmes indicadores foram elaborados conforme procedimento descrito anteriormente, adicionando-se o extrato de repolho roxo na proporção de 5% (v/v) para as duas primeiras formulações e 15% (v/v) para a terceira formulação.

Determinação do Comportamento Hidrofílico/Hidrofóbico dos Filmes

Índice de Intumescimento

Os filmes poliméricos com e sem indicadores foram cortados em 4 cm² e foram mantidos em dessecador com sílica gel por 3-7 dias. Após esse período as amostras foram pesadas e submetidas a um processo de imersão em água destilada em intervalos de tempo de 1, 4, 7, 10, 15, 20, 30 minutos. O cálculo do índice de intumescimento foi realizado conforme a metodologia descrita por Wang²¹.

Taxa de Transmissão de Vapor de Água

A avaliação da transmissão do vapor de água (TVA) utilizou a metodologia descrita da ASTM²², pelo Método do Dessecador Invertido, utilizando solução NaCl 15% (m/v) sob

vácuo e em ambiente com temperatura e umidade controladas. As amostras foram avaliadas em triplicata durante 7 dias, em intervalos de tempo de 12 em 12 horas.

Avaliação da Sensibilidade do Extrato do Repolho Roxo em diferentes faixas de pH

A sensibilidade do extrato foi avaliada em faixas de pH variando de 2,0 a 13,0, sendo adicionado 1 mL da solução do extrato em 3 mL de diferentes soluções aquosas ácidas e básicas, onde foi observado a mudança de cor em cada pH. Os parâmetros de cor foram determinados através do colorímetro digital CR 10 (Konica Minolta Japão), em escala CIELAB.

Teste de Ativação dos Filmes em diferentes Faixas de pH

Os filmes ativos foram cortados em 4 cm² de diâmetro e expostos em soluções aquosas com pH definidos em uma escala de 2,0 a 13,0. Após a mudança de cor dos filmes indicadores, os parâmetros foram determinados através de colorímetro digital CR 10 (Konica Minolta Japão), em escala CIELAB, definindo a variação total das cores dos filmes indicadores em relação as suas condições iniciais³.

A diferença total de cor (ΔE) dos filmes indicadores imersos em diferentes pHs foi calculada em comparação com o filme exposto a um pH 5 utilizando a Equação (1). O pH 5 foi utilizado para representar o pH próximo dos alimentos, visto que os filmes serão aplicados como indicadores de qualidade para alimentos, através do monitoramento do pH²³.

Eq (1):

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

$$\Delta L^* = L^* - L_0^*$$

Onde: $\Delta a^* = a^* - a_0^*$

$$\Delta b^* = b^* - b_0^*$$

Sendo que ΔE é a diferença total de cor; L^* , a^* e b^* são os atributos de cor dos filmes em cada valor de pH; L_0^* , a_0^* e b_0^* são os parâmetros de cor do filme utilizado como referência.

Teste de Ativação dos Filmes em Carne Ovina

Para avaliar a aplicabilidade dos filmes ativos como indicadores de qualidade para alimentos, utilizou-se a carne ovina. A matéria-prima foi adquirida no frigorífico da cidade de Pombal-PB. As peças de carnes foram cortadas em tamanhos padronizados, e depositadas em bandejas de isopor, onde foram colocados sobre a superfície da carne um círculo de 50 mm de papel manteiga e sobre esta na mesma dimensão filme indicador e toda a amostra foi

recoberta com filme PVC. As amostras foram mantidas sob temperatura de refrigeração (4 °C) durante 7 dias, e a mudança de cor da embalagem foi determinada em intervalos de 24 horas, através de colorímetro digital CR 10 (Konica Minolta Japão), em escala CIELAB. O pH da carne foi determinado no tempo zero e sete dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

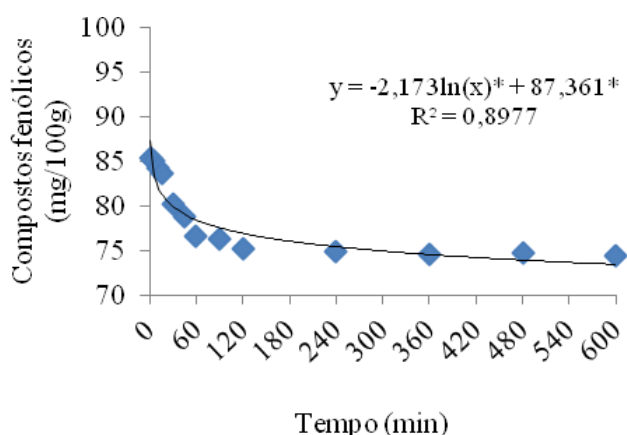
Caracterização Físico-Química do Amido da Banana Verde

O processo de extração do amido de banana verde teve rendimento de 12,23% de base seca. Este rendimento foi inferior ao obtido por Leonel²⁴, que obteve 20% para amidos de bananas em estágio inicial de maturação, frutos considerados extremamente verdes. A umidade do amido foi de $9,15 \pm 0,21\%$, apresentando-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira para amidos comerciais, a qual determina um teor máximo de 14 % de umidade²⁵. O teor de umidade obtido confere proteção às estruturas do amido sem variação nos teores mais importantes, como a amilose, para a formação do filme²⁶. A atividade de água do amido foi $0,28 \pm 0,07$, no entanto não há parâmetro para essa determinação na legislação brasileira para esse produto. Baixos valores de atividade de água, como o encontrado para o amido neste estudo, garantem uma estabilidade do produto durante o armazenamento.

Avaliação da Sensibilidade do Extrato de Repolho Roxo à Luz

O repolho roxo é uma fonte rica e relativamente barata de um pigmento arroxeadado, onde seu extrato apresenta poder tintorial e alto teor de antocianinas, em virtude de sua configuração química¹⁴. A luz é um dos principais fatores que contribuem para a degradação das antocianinas, provocando o decaimento na concentração dos compostos fenólicos e variações na intensidade da cor, sendo que essas alterações são mais intensas quando a luz encontra-se associada ao efeito do oxigênio²⁷. Observando a Figura 1, indica que a luz afetou de forma significativa ($p < 0,0001$) o teor dos compostos fenólicos durante os 600 minutos de avaliação. Observa-se que houve uma degradação rápida nas fases iniciais de exposição e após 90 minutos houve uma tendência de estabilização, mantendo uma concentração de compostos fenólicos de aproximadamente 74mg/100 g do extrato. Assim, esses resultados sugerem que apesar da perda de compostos fenólicos do extrato esta pode não afetar a sua função como indicador de pH nos filmes indicadores de qualidade de alimentos.

Figura 1. Estabilidade à luz dos compostos fenólicos totais do extrato de repolho roxo durante 600 minutos.



* Diferença significativa ($p < 0,05$).

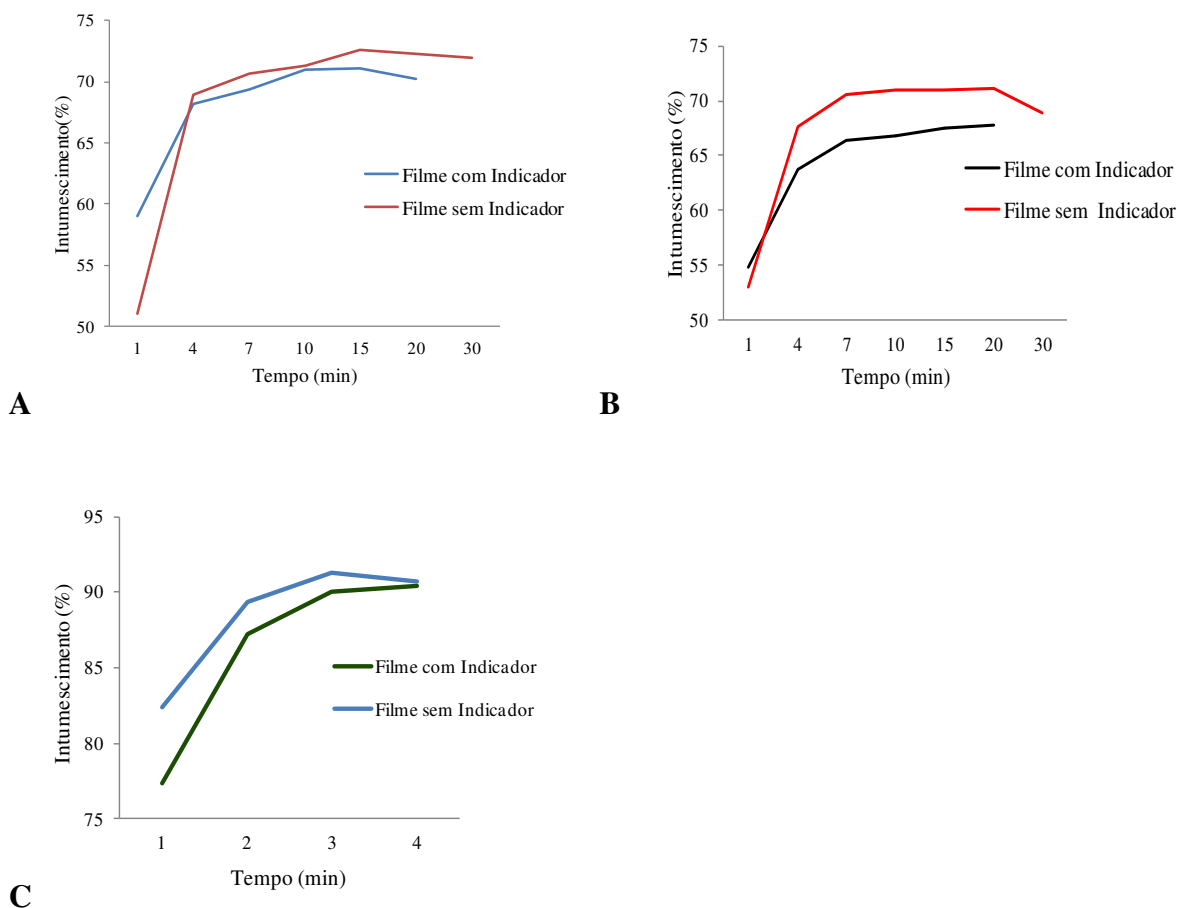
Índice de Intumescimento

O índice de intumescimento foi aplicado para determinar o grau de hidratação dos filmes com e sem a incorporação do extrato vegetal. A taxa de absorção de água do filme amido, amido/gelatina e alginato/amido/gelatina com e sem o extrato vegetal está apresentada na Figura 2. A incorporação do extrato de repolho roxo proporcionou uma menor absorção de água em todos os filmes quando comparado aos filmes sem indicador colorimétrico. Ao avaliar somente o filme de amido com e sem indicador (Figura 2A), o filme sem indicador apresentou uma taxa máxima de intumescimento de 72,65% e o filme com indicador de 71,13% ambos após 15 minutos. Após esse período, os filmes sem e com indicador tenderam a estabilizar sua taxa de absorção e iniciaram o processo de erosão após 30 e 20 minutos de contato. Com relação ao filme de amido/gelatina com e sem indicador, o filme sem indicador apresentou uma taxa máxima de intumescimento de 71,07% e o filme com indicador de 67,77%, ambos após 20 minutos. Após esse período os filmes tenderam a estabilizar sua taxa de absorção e iniciaram o processo de erosão após 20 e 30 minutos de contato, nos filme com e sem indicador, respectivamente (Figura 2B). O aumento inicial dos valores de intumescimento foi relacionado a uma maior retenção de água pela estrutura reticular enfraquecida, ocasionando desta forma, o ganho de massa para os filmes avaliados²⁸.

A taxa de hidratação do filme alginato/amido/gelatina com e sem indicador, quando comparado aos filmes de amido isolado e amido/gelatina, apresentaram valores superiores, com uma taxa máxima de 91,30% para o filme sem indicador e 90,43% para o filme com indicador após 3 e 4 minutos. Após esse período, ambos os filmes tenderam a estabilizar sua taxa de absorção e iniciaram o processo de degradação em 4 minutos de contato (Figura 2C). A reticulação do filme é descrita como um fator que apresenta uma influência na melhoria das propriedades hidrofílicas dos filmes de alginato, visto que esta torna a estrutura mais

compacta e com menor solubilidade, no entanto, neste estudo esta mostrou pouca influência na hidratação de ambos os filmes²⁹.

Figura 2. Índice de intumescimento dos filmes biopoliméricos: (A) filmes de amido da banana verde com e sem indicador. (B) filmes de amido/gelatina com e sem indicador. (C) filmes de alginato/amido/gelatina com e sem indicador reticulados com cloreto de cálcio.



Determinação da Transmissão de Vapor de água (TVA)

A permeabilidade ao vapor de água é considerada uma das propriedades de barreira de materiais. O seu conhecimento é fundamental para aplicações dos filmes em embalagens, porém não é uma propriedade restritiva. Um material muito permeável ao vapor de água poderá ser indicado para embalagens de vegetais frescos, enquanto um filme pouco permeável poderá ser indicado para produtos desidratados³⁰.

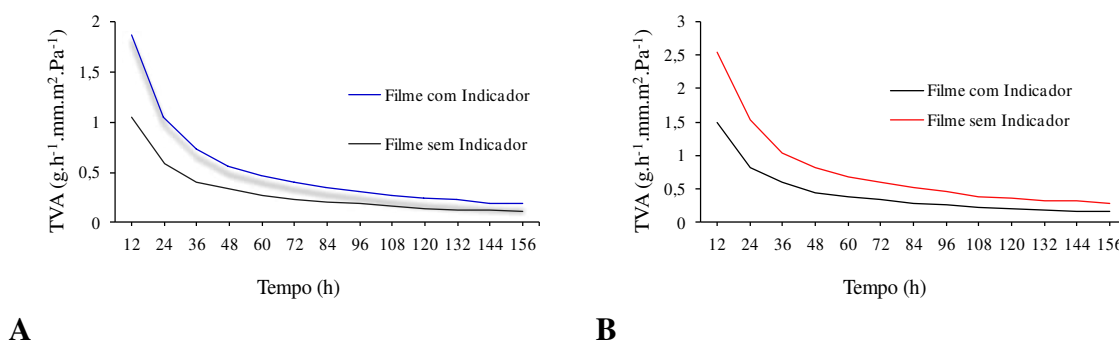
A Transmissão ao Vapor de Água (TVA) dos filmes de amido, amido/gelatina e alginato/amido/gelatina com e sem indicador colorimétrico é apresentado na Figura 3. O filme alginato/amido/gelatina com indicador apresentou maior taxa de transmissão de vapor de água quando comparado aos filmes de amido e amido/gelatina com indicadores apresentando uma taxa inicial de 5,33; 1,88 e 1,5 ($\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{mm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{Pa}^{-1}$), respectivamente. A diferença observada

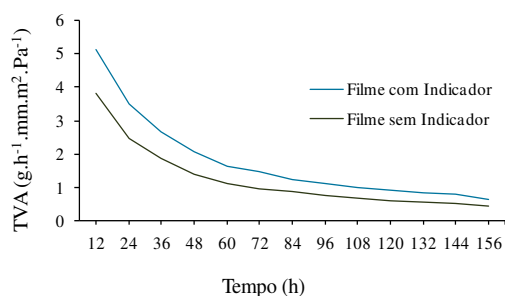
pode ser relacionada a espessura dos filmes, métodos de produção dos filmes e com a quantidade de plastificante adicionado³¹. Observa-se na Figura 3A, que o filme de amido de banana com indicador apresentou taxa máxima de transmissão de vapor de água de 1,88 ($\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{mm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{Pa}^{-1}$), quando comparado ao filme sem indicador com taxa de 1,05 ($\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{mm}\cdot\text{m}^2\cdot\text{Pa}^{-1}$), sugerindo que a adição do extrato afetou a permeabilidade do filme.

Com relação ao filme amido/gelatina, a adição do extrato reduziu a taxa de permeação de vapor de água quando comparado ao filme sem indicador, mostrando que a incorporação do extrato influenciou de forma positiva na redução da permeação de vapor de água (Figura 3B). A diferença observada entre o filme de amido/gelatina com e sem indicador pode ter sido influenciada pela espessura dos filmes, tendo em vista que a espessura do filme amido/gelatina sem indicador (0,09 mm) foi superior à espessura do filme com indicador (0,08 mm), esta diferença pode ter afetado a taxa de permeação, retardando alterações estruturais causadas pelo inchamento hidrofílico, o que afeta a estrutura do filmes, provocando tensões internas³².

Analisando os filmes alginato/amido/gelatina incorporados com ou sem indicador colorimétrico, foram observadas maiores taxas de permeabilidade ao vapor de água quando comparado aos filmes de amido de banana e amido de banana/gelatina com e sem indicador. Essa alta afinidade pela água está relacionado com a espessura dos filmes, visto que o filme com indicador (0,178 mm) e sem indicador (0,13 mm) apresentaram valores de espessura superiores quando comparados aos demais filmes (Figura 3C). Outro aspecto que provavelmente possa ter alterado a permeabilidade é a presença do constituinte alginato capaz de diminuir os rearranjos macromoleculares, favorecendo a permeação da água em toda a superfície dos filmes³³.

Figura 3. Taxa de transmissão de vapor de água dos filmes durante 7 dias: (A) amido de banana verde com e sem indicador. (B) amido/gelatina com e sem indicador. (C) alginato/amido/gelatina com e sem indicador reticulados com cloreto de cálcio.



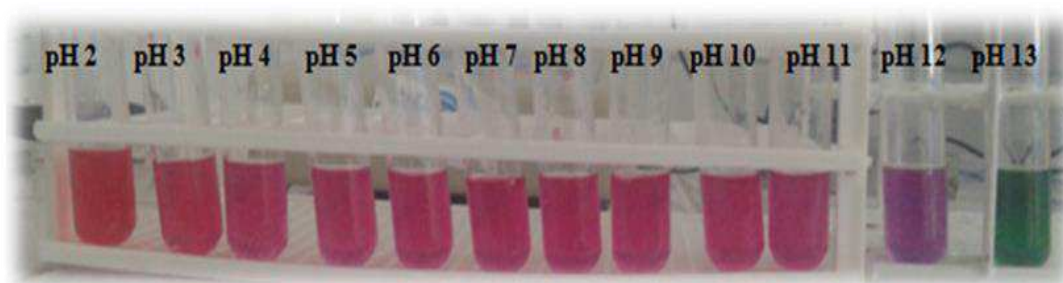


C

Avaliação da Sensibilidade do Extrato do Repolho Roxo a Diversas Faixas de pH

Na avaliação do extrato vegetal no intervalo de pH 2-13, observou-se mudança de cor perceptível variando entre vermelho escuro, rosa púrpura e verde escuro após 5 segundos de contato com as soluções (Figura 4). A ativação do extrato de repolho roxo foi analisada para validar a utilização como indicador de pH para filmes poliméricos.

Figura 4. Avaliação da sensibilidade do extrato vegetal a diversas faixas de pH.



O extrato vegetal apresentou variações de pH nas faixas avaliadas, na qual os valores de a^* para o pH 2 foi 23,60 (vermelho) e reduziu para -7,0 em pH 13 (verde). Nas demais faixas de pH avaliadas, o extrato apresentou uma pequena variação nos valores de a^* indicando que a cor do extrato mudou em função do pH (Tabela 1). Os valores positivos do parâmetro b^* indica cor amarela e negativos a cor azul, assim podemos verificar que o extrato de repolho roxo apresentou tendência para a coloração amarelada para a maioria dos pHs analisados, sendo que em pH 8 a 11 observou tendência para cor azul. Para o parâmetro de L^* , verificou-se valores próximos, sendo em média 13,40 para todos os valores de pHs examinados, indicando que o efeito de diferentes faixas de pH não influenciou na luminosidade.

De acordo com o parâmetro ΔE , quando o valor é superior a 5 pode ser facilmente visualizado pelo olho humano, enquanto que os valores acima de 12 implicam uma diferença absoluta de cor, notável mesmo para painéis não treinados^{34,35}. Verificando a diferença de cor

(ΔE) do extrato de repolho roxo, a maior mudança de cor ocorreu a pH 2, 3, 4, 9 e 13, enquanto para os demais pHs os valores foram inferiores a 5, logo não sendo possível perceber de forma visual a mudança das cor (Tabela 1).

Tabela 1. Análise colorimétrica do extrato de repolho roxo submetido a diversas faixas de pH.

pH	Parâmetros de Cor			
	a*	b*	L*	ΔE
2	23,60	4,70	16,30	18,93
3	12,50	1,00	13,60	7,04
4	10,60	0,30	13,90	5,22
5	5,60	0,30	12,40	0,00
6	8,00	1,30	13,80	2,95
7	6,30	1,40	10,50	2,30
8	8,70	- 1,00	13,80	3,64
9	10,30	- 1,00	13,60	5,02
10	5,90	- 0,80	13,20	1,39
11	5,40	- 2,10	12,80	2,44
12	4,40	0,60	13,80	1,87
13	-7,00	24,80	13,10	27,50

Teste de Ativação dos Filmes a Diversas Faixas de pH













Os filmes com indicadores apresentaram uma variação de cor similar ao observado no teste de ativação do extrato antes da incorporação nos diferentes filmes.













A Tabela 2 apresenta a ativação colorimétrica dos filmes indicadores em diferentes faixas de pH. A mudança de cor dos filmes foi observada após 10 segundos de contato com as soluções de pH, o que pode ser justificado pelas alterações na estrutura da molécula das antocianinas em função da mudança do pH²³.













O filme indicador de amido apresentou menor sensibilidade a variação de pH, na qual os valores de a* para o pH 2 foi de 19,90 (vermelho) e reduziu para - 10,30 em pH 13 (verde). Nos demais pHs analisados, o filme exibiu uma pequena variação nos valores de a* (Tabela 2). Os valores positivos do parâmetro b* indicam a cor amarela e os valores negativos a cor azul, assim, podemos observar que o filme indicador de amido apresentou cor amarela para todos os pHs avaliados em maior ou menor intensidade. A luminosidade (L*), expressou valores próximos, sendo em média 36, 07 para todos os pHs verificados, indicando que a

incorporação do extrato e o efeito das diferentes soluções de pH não influenciaram nesta característica do filme indicador de amido/gelatina.

Tabela 2. Ativação colorimétrica dos filmes com indicadores em diferentes faixas de pH.

Filme Indicador Amido												
pH	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Coloração												
a*	19,90	6,50	2,70	2,50	2,30	2,50	2,00	1,80	1,40	1,60	-2,00	-10,30
b*	2,30	2,70	1,90	2,30	3,90	4,60	3,70	4,20	1,00	1,40	3,70	11,60
L*	33,20	37,10	39,10	38,20	37,40	36,80	38,70	40,20	32,00	34,00	32,40	33,70
ΔE	18,10	4,17	1,00	0,00	1,80	2,35	1,56	2,85	6,42	4,51	7,47	12,94

Filme Indicador Amido/Gelatina												
pH	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Coloração												
a*	5,30	2,10	1,80	2,60	2,90	2,00	2,40	2,00	2,40	2,90	-3,10	-15,60
b*	3,10	4,30	5,00	5,50	5,40	6,60	5,20	5,20	5,40	5,50	4,20	9,80
L*	27,90	30,50	32,80	36,8	34,50	35,60	36,40	30,70	31,30	36,40	33,70	29,50
ΔE	9,60	6,43	4,10	0,00	2,32	3,01	0,54	6,13	5,50	0,45	6,62	19,53

Filme Indicador Alginato/Amido/Gelatina												
pH	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Coloração												
a*	28,80	4,60	3,50	5,00	4,90	4,00	4,68	3,50	2,70	4,40	-5,40	-12,80
b*	5,00	1,30	5,40	1,00	4,20	4,40	3,00	2,90	3,20	3,80	6,10	6,70
L*	24,80	27,80	38,60	36,20	31,50	40,34	38,60	37,70	38,00	32,70	36,80	40,20
ΔE	26,69	8,41	5,23	0,00	5,68	5,84	4,85	2,85	3,66	5,68	11,60	19,11

Em relação ao filme de amido/gelatina com indicador (Tabela 2), este demonstrou pouca diferença de comportamento de mudança de cor em relação ao filme indicador de amido na faixa de pH 2-13. Para os valores de a* indicou maior intensidade de coloração vermelha em pH (2,0) e coloração verde em pH (13,0), nas demais faixas de pH os valores apresentaram-se muito próximos ao observado do filme de amido com indicador. O parâmetro b* também apresentou a cor amarela para todos os pHs analisados em maior ou menor intensidade e a luminosidade valor médio de 33,00 para todos os valores de pH

Avaliando o filme com indicador de alginato/amido/gelatina verificou maior sensibilidade a variação de pH, apresentando valores de a* superiores quando comparado aos filmes indicadores de amido e amido/gelatina. Em relação ao parâmetro b*, este apresentou

comportamento semelhante aos demais filmes, com uma pequena variação em seus valores indicando cor amarela em todos os pHs analisados, enquanto a variável (L^*) evidenciou valor médio de 35,27 para os pHs verificados (Tabela 2).

No que diz respeito ao parâmetro ΔE , o filme de amido com indicador foi capaz de visualizar mudanças de cor muito notável a pH 2 (18,10) e a pH 13 (12,94). Na avaliação do ΔE para o filme amido/gelatina com indicador, percebeu-se comportamento similar ao filme de amido com indicador com maiores valores de mudança de cor (ΔE) no pH 2 (9,60) e pH 13 (19,53), indicando que nessa faixa de pH a mudança de cor é mais intensa favorecendo a percepção ao olho humano. Em relação à diferença total de cor (ΔE) para o filme alginado/amido/gelatina com indicador foi observada mudança de cor perceptível, sendo capaz de visualizar esse comportamento em uma ampla faixa de pH, com valores de ΔE variando entre (2,85 à 26,69) indicando que concentrações maiores de extrato melhora a visualização das mudanças de cores em filmes adicionados de extrato. O comportamento de mudança de cor observado para todos os filmes pode ser explicado pela alteração da estrutura da antocianina em função do pH, que em condições ácidas há predominância do cátion flavilium e/ou base quinoidal que contribuem para a coloração vermelha e roxa e acima do pH 8, estrutura aniônica e/ou abertura do anel chalcone levam a mudança de cor aumentando a intensidade da cor amarela^{23,36}. Assim, os resultados sugerem um potencial de aplicação dos filmes indicadores para embalagens indicadoras de pH.

Teste de Ativação dos Filmes Indicadores em Carne Ovina

A ativação dos filmes em alimentos foi realizado a fim de comprovar a eficácia do mesmo em matriz alimentar. Os parâmetros colorimétricos dos filmes indicadores e pH da carne obtidos durante 7 dias de estocagem estão apresentando na Tabela 3.

Ao longo do período de armazenamento foi observado um aumento de pH da carne ovina (degradação alcalina) e todos os filmes apresentaram mudanças nos parâmetros L^* e ΔE . O filme de amido com indicador apresentou variações no valor de a^* , demonstrando coloração vermelha durante os 7 dias de acondicionamento e o parâmetro b^* , cor amarela, foi predominante para todos os dias analisados. Com relação ao parâmetro L^* , este apresentou valor médio de 36,01. O parâmetro ΔE obteve-se valores inferiores a 5, com maior mudança de cor no último dia (4,99) de armazenamento.

Em relação ao filme de amido/gelatina com indicador, este apresentou comportamento similar ao filme indicador de amido, para os parâmetros a^* e b^* , indicando a predominância da coloração vermelha e amarela, respectivamente, durante os 7 dias de armazenamento. A

luminosidade apresentou valor médio de 34,90 e o parâmetro ΔE valores inferiores a 5 para todos os dias avaliados (Tabela 3).

Avaliando o desempenho do filme indicador alginato/amido/gelatina, a coloração vermelha e amarela também mostrou-se predominantes em todos os dias de armazenamento para os parâmetro a^* e b^* , respectivamente. O parâmetro L^* apresentou valor médio de 31,89, indicando escurecimento do filme em função da oxidação do pigmento mioglobina (coloração vermelho púrpura) para metamioglobina (coloração marrom) presente na carne ovina. No que diz respeito à diferença total de cor (ΔE), apresentou valores superiores a 5 em todo o período de estocagem, diferenciando dos filmes indicadores de amido e amido/gelatina, indicando que a mudança de coloração torna-se perceptível pelo consumidor.

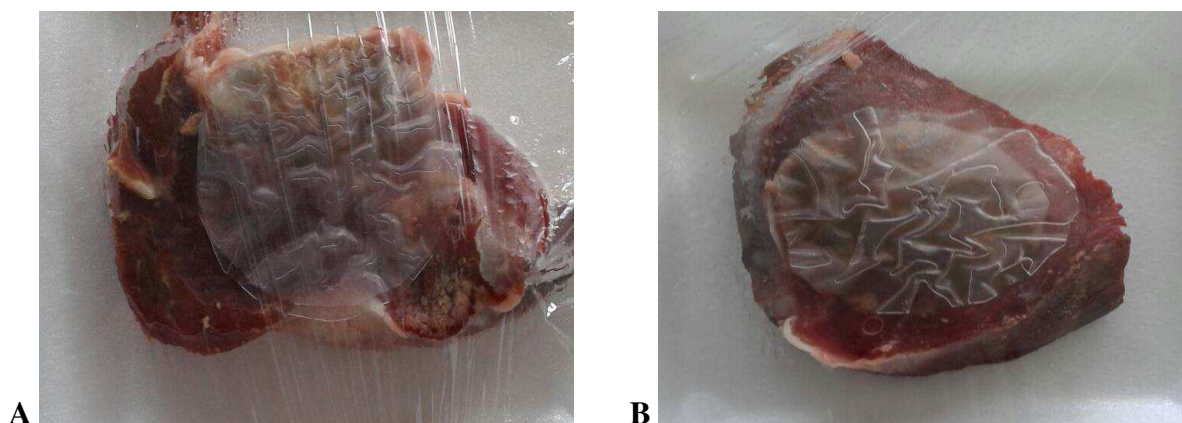
Tabela 3. Parâmetros colorimétricos dos filmes com indicadores e pH da carne durante 7 dias de armazenamento refrigerado.

Filme Indicador Amido							
Dias	1	2	3	4	5	6	7
a^*	1,33	5,76	3,67	3,00	4,20	4,90	4,50
b^*	3,07	3,87	5,93	5,00	4,30	5,00	4,12
L^*	40,30	36,80	37,00	34,40	34,80	34,80	34,00
ΔE	2,52	3,87	3,99	4,69	4,29	4,96	4,99
pH	5,55	-	-	-	-	-	6,15
Filme Indicador Amido/Gelatina							
Dias	1	2	3	4	5	6	7
a^*	1,75	6,06	3,03	4,16	2,10	1,80	2,20
b^*	6,70	6,10	5,83	3,60	2,30	5,00	4,84
L^*	41,20	38,20	32,40	34,30	33,70	32,40	32,10
ΔE	4,63	4,28	4,43	3,51	4,48	4,98	4,76
pH	5,56	-	-	-	-	-	6,31
Filme Indicador Alginato/Amido/Gelatina							
Dias	1	2	3	4	5	6	7
a^*	1,15	3,07	2,98	2,60	2,90	2,20	2,00
b^*	4,37	7,36	7,03	5,20	2,60	3,58	3,38
L	38,10	31,47	32,63	33,83	29,17	29,00	29,06
ΔE	5,46	8,15	7,29	5,38	7,51	8,14	8,10
pH	5,55	-	-	-	-	-	6,23

A mudança visual de cores dos filmes de amido, amido/gelatina e alginato/amido/gelatina com indicadores aplicados em carne ovina, após 7 dias sob refrigeração estão apresentados na Figura 5. Quando observamos os filmes de amido e amido/gelatina (Figura 5A e 5B), não foi observada uma mudança de cor perceptível ao longo do tempo, corroborando com os valores obtidos pela determinação dos valores de ΔE , visto que a mudança de cor nos filmes torna-se perceptível ao olho humano somente em valores superiores a cinco²³.

Avaliando o desempenho do filme alginato/amido/gelatina com indicador foi possível observar a mudança de cor do filme (rosa - roxa) durante o tempo de contato com a carne, corroborando com os resultados obtidos na ativação do filme em solução a pH 6 (Figura 5C; Tabela 2). Esse comportamento diferiu dos demais filmes de amido e amido/gelatina com indicadores, sugerindo que o aumento da concentração de extrato vegetal aplicada no filme alginato/amido/gelatina favoreceu na percepção visual do filme quando aplicada na carne ovina. No entanto na análise colorimétrica, todos os filmes mudaram de cor, desta forma, uma alternativa seria aumentar a concentração de extrato de repolho roxo para os filmes de amido e amido/gelatina, gerando uma maior intensidade de cor aos filmes, facilitando assim a percepção da alteração de cor no decorrer do tempo de armazenamento do produto.

Figura 5. Mudança visual de cor dos filmes com indicadores em contato com carne ovina durante 7 dias de armazenamento refrigerado. (A) amido (B) amido/gelatina (C) alginato/amido/gelatina.





CONCLUSÃO

A blenda amido/gelatina, incorporada com o extrato vegetal apresentou em geral melhores propriedades hidrofóbicas/hidrofílicas. A formulação alginato/amido/gelatina adicionada com 15% de extrato demonstrou melhor potencial como embalagem indicadora de pH, resultando desempenho satisfatório na ativação em diferentes soluções de pH e principalmente na carne ovina.

O uso dos biopolímeros, o amido de banana verde, gelatina e alginato, no desenvolvimento de embalagens indicadores de qualidade de alimentos, mostra-se uma alternativa viável para indústria de alimentos, visto o baixo custo dos materiais, sua alta biodegradabilidade e propriedades hidrofílicas/hidrofóbicas e indicadoras.

REFERÊNCIAS

- ¹ Kuswandi B, Restyana, A, Abdullah A, Heng, LY, Ahmad M. A novel colourimetric food package label for fish spoilage based on polyaniline film. *Food Control*. 2012 Jan; 25(1):184-189.
- ² Wallis G, Weil D, Madi LFC. O Mercado de Embalagem no Brasil. In: *BRASIL pack trends 2020*. 1th ed. Campinas: ITAL; 2012. cap. 1, pp. 11-41.
- ³ Pereira VA, De Arruda INQ, Stefani R. Active chitosan/PVA filmes with anthocyanins from *Brassica oleraceae* (Red Cabbage) as Time-Temperature Indicators for application in intelligent food packaging. *Food Hydrocolloids*. 2015 Jan; 43(1): 180-188.
- ⁴ Zhang X, LU S, Chen X. A visual pH sensing film natural dyes from *Bauhinia blakeana* Dunn. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 2014 Mar; 198(1): 268-273.
- ⁵ Landin et al, Bernardo et al, Martins et al, Francisco et al, Santo et al, Melo et al. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. *Polímeros*. 2016 jan; 26(2): 82-92.

- ⁶ Shen Z.; KAMDEM DP. Development and characterization of biodegradable chitosan films containing two essential oils. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2015 mar; 74 (1): 289–296.
- ⁷ Vera J, Kobsik K, Schmid M, Noller K. Influence of plasticizer on the barrier, mechanical and grease resistance properties of alginate cast films. *Carbohydrate Polymers*. 2014 Apr; 110(1): 309-319.
- ⁸ Moraes JO, Reszka A, Laurindo JB. Espalhamento e secagem de filme de amido-glicerol-fibra preparado por “tape-casting”. *Pesquisa agropecuária Brasil*. 2014 Fev; 49(2): 136-143.
- ⁹ Sirviö JA, Kolehmainen A, Liimatainen H, Niinimäki J, E.O. Hormi O. Biocomposite cellulose-alginate filmes: Promising packaging materials. *Food Chemistry*. 2014 May; 151(1):343-351.
- ¹⁰ Crossingham, YJ, Kerr PG, Kennedy RA. Comparison of selected physico-chemical properties of calcium alginate films prepared by two different methods. *International Journal of Pharmaceutics*. 2014 Jun; 473(1–2): 259–269.
- ¹¹ Almeida MCBM. Estudo para fins industriais das propriedades funcionais do amido nativo e modificado hidro termicamente, provenientes de banana verde, variedade “Prata” (Dissertação de Mestrado). Pombal: Universidade Federal de Campina Grande, 2013.
- ¹² Debiagi F, Ivano LRPFM, Nascimento PHA, Mali S. Starch biodegradable packaging reinforced with lignocelulosic fibers from agroindustrial wastes. *s. Biochemistry and Biotechnology Reports*. 2012 Dez; 1(2): 57-67.
- ¹³ Gomez-estaca J.; Dicastillo CL, Muñoz PH, Catalá R, Gavara R. Advances in antioxidant active food packaging. *Trends in Food Science and Technology*. 2014 Jan; 35(1):42-51.
- ¹⁴ Pourjavaher S, Almasi H, Meshkini S, Pirsá S, Parandi E. Development of a colorimetric pH indicator based on bacterial cellulose nanofibers and red cabbage (*Brassica olearaceae*) extract. *Carbohydrate Polymers*. 2017 Set; 156(1): 193-201.
- ¹⁵ Vizzotto M. Propriedades funcionais de pequenas frutas. *Informe Agropecuário*. 2012 Jun; 33(268): 84-88.
- ¹⁶ Whistler R L, Banana starch production. United States US Patent 5797985. 1998 Agu 25.
- ¹⁷ Sánchez-hernandez L. Desarrollo de un procedimiento tecnológico para la producción de maltodextrina a partir de almidón de plátano (Dissertação). Acapulco: Instituto Tecnológico de Acapulco, 1999.
- ¹⁸ Fuleki T, Francis FJ. Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *Journal of Food Science*. 1968 Jan; 33(1): 72-77.

- ¹⁹ Aramwit P, Bang N, Srichana T. The properties and stability of anthocyanins in mulberry fruits. *Food Research International*. 2010 mai; 43(4): 1093-1097.
- ²⁰ Slinkard K, Singleton VL. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1997 Jan; 28(1): 49-55.
- ²¹ Wang LC, Chen XG, Zhong D, Xu QC. Study on poly (vinyl alcohol)/carboxymethyl-chitosan blend film as local drug delivery system. *Journal of Material Science: Material in Medicine*. 2007 Feb; 18(6): 1125-33.
- ²² ASTM. Standard test method of water vapor transmission of materials. In: *Annual book of American Standard Testing Methods*. Philadelphia: ASTM; 1995. p. 95-96.
- ²³ Prietto et al, Mirapalhete et al, Pinto et al, Hoffmann et al, Vanier et al, Lim et al, Dias et al, Zavareze et al. pH-sensitive films containing anthocyanins extracted from black bean seed coat and red cabbage. *LWT- Food Science and Technology*. 2017 Jul; 80(1): 492-500.
- ²⁴ Leonel M, Carmo EL, Leonel S, Franco CML, Campanha R B. Extração e caracterização do amido de diferentes genótipos de bananeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2011 Out; 33 (2): 599-605.
- ²⁵ Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Padrões de identidade e qualidade para amidos e féculas, Resolução - CNNPA nº 12, (Abr 24, 1978).
- ²⁶ Sousa GM. Desenvolvimento de filmes biodegradáveis ativos e aplicação na conservação de massa alimentícia fresca (Dissertação). Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2012.
- ²⁷ Burton-Freeman B, Sandhu A, Edirisinghe I. Antocyanins. In: Haley M, Hill-Parks E, editors. *Nutraceuticals. Efficacy, Safety and Toxicity*. 1th ed. San Diego: 2016. Chap. 35, pp. 489-500.
- ²⁸ Turbiani FRB, Kieckbusch TG. Propriedades mecânicas e de barreira de filmes de alginato de sódio reticulados com benzoato de cálcio e/ou cloreto de cálcio. *Brazilian Journal Food Technology*. 2011 Jun; 14(2): 82-90.
- ²⁹ Lima AMF, Andreani L, Soldi V. Influência da adição de plastificante e do processo de reticulação na morfologia, absorção de água e propriedades mecânicas de filmes de alginato de sódio. *Química Nova*. 2007 Mar; 30(4): 832-837.
- ³⁰ Ribeiro EP, Seravalli EAG. *Química de alimentos*. 2th Ed. São Paulo: Blucher; 2011.
- ³¹ Miranda KWE. Filme antimicrobiano composto de base lipídica com aplicabilidade em alimentos (Dissertação). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2015.
- ³² Bertan LC. Desenvolvimento e caracterização de filmes simples e compostos à base de gelatina, ácidos graxos e breu branco (Dissertação). Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

- ³³ Straccia MC, Romano I, Oliva A, Santagata G, Paola L. Crosslinker effects on functional properties of alginate/N-succinylchitosan based hydrogels. *Carbohydrate Polymers*. 2014 Aug; 108(8): 321-330.
- ³⁴ Li Q, Yu H, Wang YN. In vivo spectroradiometric evaluation of colour matching errors among five shade guides. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2009 may; 36(1): 65-70.
- ³⁵ Tassanawat S, Phandee A, Magaraphan R, Nihitanakau M, Manuspiva H. pH-sensitive PP/clay nanocomposites for beverage smart packaging. In *Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems*; 2007 Jan 16-19 Bangkok, Thailand. Bangkok: 2007. p. 478-482.
- ³⁶ Fennema OR, Damodaran S, Parkin KL. *Química de Alimentos de Fennema*. 4th Ed. Porto Alegre: Artmed; 2010.

ANEXO - Normas de Publicação da Revista Alimentação Humana

Alimentação Humana é a revista oficial da Sociedade Portuguesa de Ciências da Nutrição e Alimentação (SPCNA) e publica artigos originais de investigação e de revisão, na área das Ciências da Nutrição e Alimentação.

A revista *Alimentação Humana* subscreve os requisitos para apresentação de artigos a revistas biomédicas elaboradas pela Comissão Internacional de Editores de Revistas Médicas (*International Committee of Medical Journal Editors*; ICMJE), disponível em www.icmje.org.

A consideração dos artigos para publicação implica conformidade com as normas de publicação.

Apresentação e estrutura do artigo

O artigo pode ser redigido em **português ou inglês**. O texto deve ser apresentado em Word para Windows, folha tamanho A4 (210x297 mm) com margens não inferiores a 2,5 cm, espaçamento entre linhas não inferior a um espaço e meio e redigido em letra tipo *Arial* tamanho 11 ou *Times New Roman* tamanho 12. Todas as páginas devem ser numeradas sequencialmente no canto superior ou inferior direito, sendo a página de rosto a n.º 1. O artigo não deve ultrapassar as 30 páginas.

A **página de rosto** deve conter o título e a identificação do(s) autor(es). O **título** (e sub-título, se aplicável) não deve ultrapassar os 150 caracteres (incluindo espaços). Deve ser conciso e não conter quaisquer abreviaturas. A identificação do **autores** deve ser feita com o apelido seguido das iniciais do(s) primeiro(s) nome(s); caso o artigo tenha mais de um autor, as identificações devem ser separadas por vírgulas e as categorias profissionais e instituições onde os autores exercem a sua actividade devem ser numeradas.

Exemplo:

Apelido A¹, Apelido BB^{1,2}

¹ Instituição X

² InstituiçãoY

A identificação do(s) autor(es) apenas deve constar da página de rosto. Cada autor deverá ter contribuído, cumulativamente, para: (i) concepção e projecto, análise de dados ou interpretação de resultados e (ii) redacção ou revisão crítica do artigo. Todos os autores devem aprovar a versão do artigo submetida para publicação e a versão final a ser publicada.

A primeira página deverá incluir referência a quaisquer **patrocínios ou subsídios** e/ou **conflitos de interesses**. A falta de menção a estes elementos será entendida como indicando a sua inexistência. Devem também ser referidos o nome e contactos (incluindo necessariamente morada e *e-mail*) do autor responsável pela correspondência. Finalmente, deve ser indicado um **título breve** (*running head*) com não mais de 50 caracteres (incluindo espaços).

A segunda página deve ter no topo o título em português e em inglês, seguindo-se os **resumos** em português e em inglês (*abstract*). O primeiro resumo deve corresponder ao idioma de redacção do artigo. Cada resumo não deve exceder os 1500 caracteres (incluindo espaços). Os resumos podem ser ou não estruturados e não devem conter referências, abreviaturas ou notas de rodapé. No final de cada resumo devem ser apresentadas entre três e dez **palavras-chave** (*key-words*).

Nas páginas seguintes o texto deve ser dividido em **secções**. Nos artigos de investigação as secções são habitualmente as seguintes: Introdução; Metodologia; Resultados; Discussão; Conclusões; Referências. Esta divisão pode ser substituída por qualquer outra que, no entender dos autores, melhor se adapte à apresentação do trabalho.

Figuras, tabelas e quadros

As figuras, tabelas e quadros são numerados (separadamente) por ordem de referência no texto. A legenda deve preceder a figura, tabela ou quadro correspondente. Nas tabelas e quadros deve ser evitado o uso de linhas verticais e restringido o de linhas horizontais.

Exemplo:

Quadro 1- Legenda do quadro 1

	A*	B
C	1	2
D	3	4

*Observação ou nota informativa

Estes elementos devem ser inseridos ao longo do texto nos locais desejados. A resolução das figuras (incluindo gráficos), deverá ser suficiente para permitir a sua adequada impressão a preto e branco. As tabelas e quadros deverão ser editáveis, isto é, não devem ser apresentados sob a forma de figuras. Poderá ser solicitado aos autores o envio das figuras, quadros e/ou tabelas nos programas em que foram originalmente concebidos.

Referências

As referências devem ser numeradas (numeração árabe) por ordem de introdução no texto e formatadas de acordo com o estilo bibliográfico recomendado pela ICMJE. Os autores são responsáveis pela exactidão e rigor das referências utilizadas.

.

Exemplos:

Artigo

Meneton P, Jeunemaitre X, de Wardener HE, MacGregor GA. Links between dietary salt intake, renal salt handling, blood pressure, and cardiovascular diseases. *Physiol Rev.* 2005 Apr;85(2):679-715.

Livro

Foster GD, Nonas CA, editors. *Managing obesity: a clinical guide.* Illinois: American Dietetic Association; 2004.

Capítulo de livro

Spear BA. Nutrition in adolescence. In: Mahan LK, Escott-Stump S, editors. *Krause's food, nutrition, & diet therapy.* 11th ed. Philadelphia: Saunders; 2000. Chap. 11, PP. 284-301.

Nas referências com mais de 6 autores, devem-se mencionar os primeiros 6 seguidos de *et al.* Os documentos electrónicos devem incluir a data de consulta.

Declaração de originalidade e de cedência de direitos

A originalidade da investigação e as opiniões expressas são da exclusiva responsabilidade dos autores; os artigos aceites para publicação passarão a ser propriedade da SPCNA. Os textos submetidos devem ser acompanhados de declaração de originalidade e de cedência dos direitos de propriedade do artigo. Esta declaração deve explicitar o título do artigo e ser assinada pelo autor principal ou pelo autor nomeado para contacto com a revista. Propõe-se o seguinte modelo:

Título do artigo enviado para publicação

O(s) autor(es) declara(m) que o artigo supra-identificado é de autoria própria e resulta de investigação original, não publicado em parte e em todo ou submetido para publicação noutra publicação. Mais, declaram que o texto/o artigo é alheio a quaisquer conflitos de interesses. O(s) autor(es) cedem o direito de propriedade do artigo publicado na revista Alimentação Humana, mantendo os direitos de autor.

Data

Assinatura

Sempre que se verifique conflito de interesses, a frase correspondente deve ser substituída por outra que os explicita. Quaisquer outros comentários ou observações que o(s) autor(es) considerem relevante serem transmitidos ao Corpo Editorial deverão ser incluídos nesta declaração.

Submissão do artigo

O artigo e versão digitalizada da respectiva declaração de originalidade e de cedência de direitos de propriedade deverão ser enviados por e-mail para: ah.spcna@gmail.com.

Processo de revisão

O artigo submetido para publicação será submetido a apreciação por pelo menos dois revisores. A revisão é feita anonimamente e resulta na aceitação ou rejeição do artigo. Os revisores podem propor alterações de conteúdo e/ou de forma aos autores, bem como solicitar esclarecimentos adicionais, ficando a publicação do artigo condicionada à efectivação das alterações e resposta aos pedidos de esclarecimento.

Após recepção dos comentários dos revisores, os autores dispõem de um prazo de duas semanas para enviar uma nova versão do artigo, anexando documento com a resposta às dúvidas dos revisores e/ou quaisquer esclarecimentos adicionais. A proposta de alterações e/ou solicitação de esclarecimentos não implica a posterior aceitação do artigo.

Provas tipográficas

As provas tipográficas serão, sempre que possível, enviadas aos autores, que devem proceder à sua revisão no prazo de uma semana. Nesta fase, apenas se aceitam modificações que decorram da correcção de gralhas tipográficas. O não cumprimento do prazo implica a aceitação pelos autores da revisão das provas efectuada pelos serviços da revista.