



Produção e caracterização de filmes a base de gelatina, pectina e Kombucha

Production and characterization of films based on gelatin, pectin and Kombucha

Paula Juliana da Silva¹, Marianne Ayumi Shirai²

RESUMO

Os filmes biodegradáveis têm sido considerado como uma alternativa sustentável aos convencionais. Eles podem ser elaborados com diferentes biopolímeros e ao serem adicionados de agentes com propriedade antioxidantes, podem ter uma interação positiva com o alimento, auxiliando na sua conservação. O objetivo desse trabalho foi desenvolver um filme biodegradável à base de gelatina e pectina adicionando de diferentes concentrações de kombucha de *Clitoria ternatea* L. Na kombucha e nos filmes foram determinados a capacidade antioxidante pelos métodos FRAP, ABTS e DPPH, e concentração de compostos fenólicos totais. Os filmes foram caracterizados quanto à sua opacidade, solubilidade, permeabilidade ao vapor de água e propriedades mecânicas. Percebeu-se que o teor de compostos fenólicos não foi expressivo tanto para a kombucha quanto para os filmes, mas a capacidade antioxidante da kombucha e dos filmes foram incrementadas. A adição de kombucha não interferiu nas propriedades mecânicas e de barreira dos mesmos. Assim, com este trabalho foi possível obter filmes bioativos que podem ser utilizados na confecção de embalagens ativas para alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: antioxidantes; *Clitoria ternatea* L.; propriedades dos filmes.

ABSTRACT

Biodegradable films have been required as an alternative to conventional ones. They can be made with a variety of polymers and when added agents with antioxidant properties, they can have an interaction with the product that goes beyond being just a barrier. The objective of this work was to develop a biodegradable film based on gelatin and pectin by adding *Clitoria ternatea* L. kombucha, which has antioxidant compounds, in order to obtain an active and functional film. The kombucha and films were characterized for antioxidant capacity using the FRAP, ABTS and DPPH methods, in addition to the concentration of total phenolic compounds. The films were characterized regarding their opacity, solubility, water vapor permeability and mechanical properties. It was noticed that the content of phenolic compounds was not very significant for both the kombucha and the films and the antioxidant capacity of the kombucha increased after fermentation, only in accordance with FRAP and DPPH. Furthermore, increasing the concentration of kombucha does not significantly affect their mechanical and barrier properties.

KEYWORDS: antioxidants; *Clitoria ternatea* L.; film properties.

INTRODUÇÃO

Os filmes são definidos como biodegradáveis quando os seus materiais são degradados por microrganismos, levando à formação de compostos mais simples como água, metano e dióxido de carbono e podem ser produzidos a partir de polímeros naturais como polissacarídeos e proteínas apresentando uma alternativa ao uso das fontes convencionais de produção (BIERHALZ, 2010).

Diversos sistemas de embalagens são desenvolvidas com o propósito de interagir de forma desejável com o alimento. Os mesmos são denominados de embalagens ativas

¹ Bolsista da Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: paulajuliana@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 1311224924785328.

² Docente no Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: marianneshirai@utfpr.edu.br. ID Lattes: 3467228443793248.



ou inteligentes, sendo importantes para a conservação de alimentos. Ocorre uma relação entre o filme e alimento, em que as funções desse sistema vão além das funções de barreira contra o ambiente externo (MULLER, 2016).

A kombucha é uma bebida oriunda da fermentação de um chá, normalmente o chá verde ou chá preto acrescido de açúcar. Essa fermentação se dá por ação de bactérias e leveduras adicionadas ao chá, tornando-a uma bebida de composição rica em substâncias com propriedades bioativas, como os compostos fenólicos, que representam um importante grupo de antioxidantes e são responsáveis por supostos benefícios à saúde. (MIRANDA, 2021).

A planta *Clitoria ternatea* L., popularmente conhecida como feijão é uma leguminosa perene, nativa da Ásia. As suas flores azul-arroxeadas (ou roxo-azuladas) são usadas na medicina popular oriental como remédio caseiro para várias enfermidades (MONTEIRO, 2021). As flores da planta *Clitoria ternatea* L. são ricas em antocianinas, que são facilmente extraídos por serem solúveis em água e também são instáveis em meio ácido e possuem propriedades antioxidantes e compostos fenólicos (MOTA et al, 2022).

De acordo com Silva et al (2021), os compostos fenólicos são substâncias presentes em diversas plantas e fazem parte da classe dos compostos bioativos. Nos seres humanos, os compostos fenólicos podem agir como antimicrobianos e antioxidantes. Sua estrutura básica é composta de um anel aromático ligado a uma hidroxila e um esqueleto carbônico. De acordo com a posição de grupamentos hidroxila, originam-se os flavonoides, ácidos fenólicos simples, ácidos fenólicos e tocoferóis. No grupo dos flavonoides, que são considerados um dos grandes grupos de antioxidantes naturais, estão incluso as antocianidinas responsáveis pelo grupo das antocianinas presentes na *Clitoria ternatea* L.

Tendo em vista as alegadas propriedades antioxidantes tanto da Kombucha quanto da *Clitoria ternatea* L., este trabalho teve como objetivo elaborar um filme biodegradável e ativo, à base de gelatina e pectina, com adição de Kombucha de *Clitoria ternatea* L., e avaliar os compostos fenólicos, e as capacidades antioxidantes tanto da kombucha quanto dos filmes, além de avaliar as propriedades mecânicas dos filmes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram preparadas kombuchas utilizando como substrato a flor da planta *Clitoria ternatea* L. conforme o procedimento a seguir: a flor seca foi adicionada em um recipiente com água fervente na concentração de 5g/L, juntamente com o açúcar na concentração de 50g/L, aguardando 5 minutos de infusão. A infusão foi coada. Esperou-se o chá chegar à temperatura ambiente para inocular 20% do volume total com uma kombucha já fermentada. A bebida ficou em fermentação por um período de 7 dias de 21 dias.

Os filmes foram produzidos pela técnica de casting, sendo 3 formulações à base de pectina tipo BTM (baixa metoxilação) e gelatina tipo B, na proporção de 1:1 com diferentes concentrações de kombucha 10, 20 e 30% e um controle que não foi adicionado kombucha, apenas gelatina e pectina.

As propriedades mecânicas foram determinadas de acordo com a norma ASTM D882-00 (2001). A permeabilidade ao vapor foi determinada por método gravimétrico, conforme a ASTM E-96-00 (2000) com algumas modificações e a solubilidade segundo Paludo (2021).



Para as análises de fenólicos e antioxidantes dos filmes, pesou-se cerca de 0,5 g. e 10 ml de água destilada e manteve sob agitação por uma hora em agitador de tubos. Obtendo-se assim uma espécie de extrato dos filmes. Já a kombucha foi analisada na sua própria forma líquida sem nenhuma diluição. A capacidade antioxidante foi analisada pelo método de redução do ferro (FRAP) foi executada de acordo Rufino et al. (2006), com modificações. A capacidade antioxidante ABTS, foi executada de acordo com Rufino *et al.* (2007a). A capacidade antioxidante DPPH foi executada de conforme Rufino *et al.* (2007b). Os resultados foram expressos em mM Trolox equivalente por g filme e por ml de kombucha. Já a concentração de compostos fenólicos totais foi determinada pelo método Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965) e os resultados expressos em mg EAG por g filme e por ml de kombucha.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as diferenças entre as médias identificadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando-se o programa Statistica® 12.0 (Statsoft, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados de concentração de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante, do chá de *Clitoria ternatea* L. e das kombuchas com diferentes tempos de fermentação, 7 e 21 dias.

No que se refere a capacidade antioxidante pelo método FRAP podemos notar que o processo de fermentação com 7 dias aumentou em relação ao chá, enquanto no estudo de Ferreira (2022), constatou-se que a Kombucha teve elevada atividade antioxidante e no caso do FRAP, os tratamentos apresentaram atividade redutora maior que 450 μ M Trolox eq/L.

Já em relação ao método DPPH, houve um aumento em 7 dias. Para o ABTS, houve diminuição depois de 7 dias e aumento. Da mesma forma, os compostos fenólicos totais diminuíram em 7 dias, para depois aumentarem. Em comparação, Lopes (2022), em seu estudo, observou que a média da capacidade antioxidante, pelo método de DPPH aumentou em 3,7% após 12 dias de fermentação em comparação ao início.

Tabela 1 – Compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante das kombuchas com 7 e 21 dias de fermentação e do chá da *Clitoria ternatea* L.

| Amostras | FRAP (mM Trolox/ ml) | DPPH (mM Trolox/ ml) | ABTS (mM Trolox/ ml) | Compostos fenólicos (mg EAG/ ml) |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|
| Chá | 255,69 \pm 2,35 ^a | 258,66 \pm 5,78 ^a | 278,61 \pm 4,81 ^a | 0,02 \pm 0,01 ^a |
| Kombucha 7 dias | 490,30 \pm 2,15 ^b | 600,66 \pm 8,89 ^b | 194,16 \pm 11,11 ^b | 0,02 \pm 0,01 ^a |
| Kombucha 21 dias | 512,23 \pm 2,69 ^b | 580 \pm 2,67 ^b | 399,72 \pm 7,03 ^c | 0,10 \pm 0,01 ^b |

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autoras (2023)

Na tabela 2, pelo método FRAP podemos perceber que houve um aumento da capacidade antioxidante conforme se aumentava a kombucha, o mesmo ocorreu com o método DPPH, isso sugere uma relação positiva entre uma quantidade maior da kombucha e o aumento da atividade antioxidante. No método ABTS houve variação



inexpressiva. Já nos compostos fenólicos, houve o constante aumento, porém sem diferença significativa. Sgarzella e Veeck (2018) com seu estudo de filmes biodegradáveis obtiveram, pelo método DPPH, os valores entre 8,7g e 50,17 g/g de filme, pelo método ABTS FRAP, obtiveram valores que aumentaram conforme o aumento da adição da farinha da casca da goiaba serrana que possui compostos bioativos com propriedades antioxidantes. E para os compostos fenólicos os valores também foram bastante expressivos.

Tabela 2 – Compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante dos filmes com diferentes concentrações de kombucha

| Amostras | FRAP (mM Trolox/ g filme) | DPPH (mM Trolox/ g filme) | ABTS (mM Trolox/ g filme) | Compostos fenólicos (mg EAG/ g filme) |
|----------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|
| Controle | 10,73 ± 0,10 ^a | 2,56 ± 0,16 ^a | 5488,89 ± 3,31 ^a | 0,04 ± 0,01 ^a |
| K10 | 12,72 ± 0,18 ^b | 6,24 ± 1,99 ^b | 11266,67 ± 3,02 ^a | 0,05 ± 0,01 ^a |
| K20 | 13,02 ± 0,09 ^b | 7,52 ± 1,77 ^c | 8733,33 ± 1,06 ^a | 0,05 ± 0,01 ^a |
| K30 | 14,98 ± 0,2 ^c | 9,92 ± 0,07 ^d | 10377,78 ± 1,36 ^a | 0,05 ± 0,01 ^a |

K10: 10% de kombucha; K20: 20% de kombucha; e, K30: 30% de kombucha.

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Autoras (2023)

Na tabela 3, percebemos que conforme se aumenta a concentração da kombucha ocorre a queda no módulo de Young, na resistência à tração, e no caso da elongação na ruptura ocorre o oposto. No trabalho de Paludo (2021), a autora obteve para resistência à tração valores entre 19 e 43 Mpa, elongação na ruptura valores entre 1,80 e 2,77 %.

Tabela 3 – Propriedade mecânicas dos filmes

| Amostras | Módulo de Young (Mpa) | Resistencia à tração (Mpa) | Elongação na ruptura (%) |
|----------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Controle | 327,80 ± 28,29 ^a | 13,61 ± 2,17 ^{bc} | 27,74 ± 2,84 ^a |
| K10 | 236,75 ± 14,66 ^b | 14,66 ± 3,61 ^c | 39,79 ± 9,64 ^{ab} |
| K20 | 105,09 ± 10,05 ^{cd} | 10,04 ± 3,03 ^{ab} | 44,37 ± 13,90 ^b |
| K30 | 102,21 ± 9,92 ^{dc} | 9,92 ± 1,17 ^a | 51,26 ± 5,84 ^b |

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Autoras (2023).

Na tabela 4, vemos que a solubilidade aumentou conforme se aumentava a kombucha e os valores estão de acima dos encontrados no trabalho de Paludo (2021), a maior ou menor solubilidade pode ser vantajosa a depender da aplicação do filme, por exemplo para alimentos como uma sopa em pó cuja embalagem pode ir direto na água de preparo e se incorporar na sopa, é desejável que ela seja totalmente solúvel. A opacidade não aumentou conforme o aumento da kombucha. A permeabilidade ao vapor de água não teve diferença significativa entre as diferentes concentrações de kombucha apenas



em relação ao controle, o que pode sugerir nesse caso que caso ocorra o aumento do composto antioxidante, isso não interferirá nessa propriedade de barreira.

Tabela 4 – Solubilidade, Opacidade e Permeabilidade ao vapor de água (PVA)

| Amostras | Solubilidade (%) | Opacidade (T_{600}/mm) | PVA ($\text{g}/\text{m.Pa.h}$) |
|----------|-----------------------|-----------------------------------|--|
| Controle | $39,64 \pm 0,93^a$ | $0,58 \pm 0,08^a$ | $2,89 \times 10^{-7} \pm 2,26 \times 10^{-8a}$ |
| K10 | $34,13 \pm 3,35^a$ | $2,72 \pm 0,34^b$ | $1,47 \times 10^{-7} \pm 2,25 \times 10^{-8b}$ |
| K20 | $40,97 \pm 1,15^{bc}$ | $4,89 \pm 1,05^c$ | $1,32 \times 10^{-7} \pm 4,67 \times 10^{-9b}$ |
| K30 | $42,12 \pm 3,69^{cb}$ | $3,02 \pm 1,10^{bc}$ | $1,23 \times 10^{-7} \pm 4,24 \times 10^{-9b}$ |

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
Fonte: Autoras (2023)

CONCLUSÃO

Não houve correlação entre o aumento da kombucha e da capacidade antioxidante pelos métodos DPPH e ABTS, e também o valor de compostos fenólicos foi um tanto inexpressivo, talvez precise melhorar a forma de extração desses compostos do filme. O teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante pode variar muito de acordo com uma série de fatores, desde pH inicial do chá, tempo de fermentação, tipo de erva com o qual é preparado, temperatura ambiente, dentre outros. Já as propriedades mecânicas e de barreira não tiveram grande diferença conforme se aumentou a concentração da kombucha. E, outros estudos ainda são necessários a fim de otimizar a confecção dos filmes e sua aplicação como embalagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Araucária pela bolsa e pelo auxílio financeiro e ao Laboratório Multiusuário da UTFPR – campus Londrina (LabMult-LD).

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

BIERHALZ, Andréa Cristiane Krause. **Confecção e caracterização de biofilmes ativos à base de pectina BTM e pectina BTM/alginato reticulados com cálcio**. 2010. 126 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

FERREIRA, Rafael Bernardes. **Avaliação da atividade antienvhecimento da kombucha em *Drosophila melanogaster***. 2022. 39f. Monografia (Bacharel em Biotecnologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.



LOPES, Danielle Rubim. **Obtenção e avaliação de extratos de erva mate (*Ilex paraguariensis*) fermentados com a cultura simbiótica kombucha.** 2022. 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2022.

MIRANDA, Jeniffer Ferreira de. **Elaboração, caracterização e avaliação da atividade biológica de bebida de café arábica fermentada a partir de cultura simbiótica de kombucha.** 2021. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Aplicadas em Produtos para Saúde) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021.

MONTEIRO, José André Verneck. Produção Agroecológica de Flores do Feijão Borboleta (*Clitoria ternatea* L.), **Inovação Gastronômica e Conversão de Gramado Residencial em Horta Como Enfrentamento ao Isolamento Social da Covid-19.** 2021. 163 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2021.

MOTA, Felipe Gois et al. Extração e quantificação de antocianinas de flores *Clitoria Ternatea* Desidratadas. **Research, Society and Development.**, v. 11, n. 9, jul. 2022.

MÜLLER, Priscila Shultz. **Desenvolvimento de embalagem ativa biodegradável de amido de pinhão e de mandioca com antioxidantes e antimicrobianos naturais para conservação de manteiga orgânica.** 2016. 170f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)– Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

PALUDO, Natália. **Obtenção e aplicação de nanofibras de resíduo industrial de kombucha em filmes biodegradáveis.** 2021. 86f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

RUFINO, M. S. M. *et al.* **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP).** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 4 p.(Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 125).

RUFINO, M. S. M. *et al.* **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS +.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007a. 4 p.(Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 128).

RUFINO, M. S. M. *et al.* **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007b. 4 p.(Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 127).

SGANZERLA, William Gustavo; VEECK, Ana Paula de Lima. **Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis a base de amido de pinhão e pectina cítrica contendo farinha da casca de goiaba serrana (*Acca sellowiana*).** Instituto Federal de Santa Catarina. 2018.