

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE VINAGRE DE ALCOOL INCORPORADO COM MICROCÁPSULAS DE WASABI (*wasabia japonica*)

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF ALCOHOL VINEGAR INCORPORATED WITH WASABI MICROCAPSULES (*wasabia japonica*)

Taynara Goes dos Santos – goestaynara19@gmail.com

Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Sergipe

Maria de Fátima Martins Vasconcelos – fatima.b.s.martins@outlook.com

Mestranda em Ciência e tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Sergipe

Filipe de Oliveira Melo – filipeomelo@outlook.com

Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Sergipe

Ariadne Matos dos Santos – dininhmatos@hotmail.com

Mestranda em Ciência e tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Sergipe

Alessandra Almeida Castro Pagani – alessandra@ufs.br

Prof^ª. Dr^ª. do Departamento de Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Sergipe

Resumo— Vinagre consiste em um condimento obtido através da fermentação alcoólica que converte açúcar em etanol (álcool), este sofre transformação em ácido acético pela fermentação acética decorrente de bactérias e conferindo o gosto característico de vinagre. Nesse condimento a adição de ervas e/ou especiarias pode acarretar um aumento das características sensoriais de aroma, sabor e também valor nutricional e econômico. A incorporação de microcápsulas de wasabi (*wasabia japonica*) especiaria de sabor picante e aromatizante, rico em betacaroteno glucosinolatos e isotiocianatos, agrega valor ao vinagre de álcool. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar as características físico-químicas de vinagre de álcool incorporado com microcápsulas de wasabi obtidas pela técnica de gelificação iônica. Na caracterização das microcápsulas foi verificado que encapsulamento aumentou o teor de clorofila. Já no vinagre foi constatado pelas análises físico-químicas que os valores obtidos estavam de acordo com as definições e parâmetros da legislação. Na determinação de carotenóides e clorofila, avaliados após a adição das microcápsulas, foi constatado inicialmente uma elevada migração dos pigmentos para o vinagre e posteriormente a migração foi decaindo, sendo estabilizada após 5 horas. Após 7 dias foi feita uma nova leitura desses pigmentos, aonde foi observado uma diminuição do teor de carotenóides e de clorofila da microcápsula, já na leitura desses pigmentos no vinagre foi verificado o aumento dos valores desses pigmentos e mudanças no seu perfil sensorial. Conclui-se que a incorporação de microcápsulas de wasabi em vinagre de álcool, agrega valor econômico como também nutricional e sensorial.

Palavras-chave— vinagre condimentado; wasabi; microcápsulas.

Abstract— Vinegar consists of a condiment obtained through alcoholic fermentation that converts sugar into ethanol (alcohol), this undergoes transformation into acetic acid by acetic fermentation due to bacteria and giving the characteristic taste of vinegar. In this condiment, the addition of herbs and / or spices can increase the sensory characteristics of aroma, taste and also nutritional and economic value. The incorporation of wasabi (*wasabia japonica*) spice capsules with a spicy and flavoring flavor rich in beta-carotene glucosinolates and isothiocyanates adds value to alcohol vinegar. The objective of this work was to develop and evaluate the physicochemical characteristics of alcohol vinegar incorporated with wasabi microcapsules obtained by ionic gelation technique. In the characterization of microcapsules, it was verified that encapsulation increased the chlorophyll content. Already in vinegar was verified by the physicochemical

analyzes that the values obtained were in accordance with the definitions and parameters of the legislation. In the determination of carotenoids and chlorophyll, evaluated after the addition of microcapsules, it was initially observed a high migration of pigments to vinegar and later the migration was decaying, being stabilized after 5 hours. After 7 days a new reading of these pigments was made, where it was observed a decrease in the carotenoid and chlorophyll content of the microcapsule, while in the reading of these pigments in vinegar it was verified the increase of the values of these pigments and changes in their sensory profile. It was concluded that the incorporation of wasabi microcapsules in alcohol vinegar adds economic as well as nutritional and sensory value.

Keywords- spicy vinegar; wasabi; microcapsules.

1 INTRODUÇÃO

O vinagre é uma solução diluída de ácido acético, elaborada de dois processos consecutivos: a fermentação alcoólica, representada pela conversão de açúcar em etanol (álcool) e da fermentação acética, que corresponde à transformação do álcool em ácido acético por determinadas bactérias, conferindo o gosto característico de vinagre (MARQUES, 2008).

Nos parâmetros de definição da identidade e qualidade do Vinagre ou Fermentado acético deve apresentar acidez volátil mínima de 4,0 (quatro) gramas por 100 mililitros, expressa em ácido acético, podendo ser adicionado de vegetais, partes de vegetais ou extratos vegetais aromáticos ou de sucos, aromas naturais ou condimento e deve apresentar-se límpido e com características sensoriais próprias (BRASIL, 1999).

Condimento utilizado a cerca de 8000 a.c., o vinagre tem como a principal finalidade é atribuir gosto e aroma aos alimentos, também é utilizado para conservar vegetais e outras substâncias, atribuindo-lhes gosto agradável. Os condimentos, de modo geral, quando ingeridos em quantidades moderadas, estimulam a digestão. O vinagre apresenta propriedades estimulantes, pois favorece a secreção do suco gástrico aumentando a ação dissolvente (EMBRAPA, 2006).

Do total de aproximadamente 200 milhões de litros de vinagre consumidos anualmente no Brasil, cerca de 80% são referentes ao vinagre de álcool. Depois do vinagre de álcool, o produto elaborado à base de vinho é o mais consumido no Brasil, seguido pelo vinagre balsâmico e pelos vinagres de frutas, principalmente maçã (ANAV, 2007).

Dentre os condimentos, ervas e molhos utilizados o vinagre é um produto facilmente acessível no Brasil, porém pouco valorizado comercialmente devido, em parte, ao desconhecimento do consumidor de suas propriedades funcionais. Isto é um reflexo do pequeno número de pesquisas realizadas no país sobre este tema (BELLINI, 2006).

Para designação e padronização de vinagre condimentado a normativa de nº 6 de 2012 do Ministério da Agricultura e Pecuária estabelece que os fermentados acéticos podem incluir os condimentados e deve-se alterar sua denominação, que deve constar o nome fermentado acético seguido do nome do condimento (condimentado e o composto). Poderá ser utilizado a especiaria inteira ou suas partes ou de aroma natural do tempero, poderá apresentar turbidez proveniente desses ingredientes (BRASIL, 2012).

Wasabi às vezes conhecida como rábano japonês (*wasabia japonica*), é uma cultura perene muito apreciada pelo seu sabor picante e é amplamente utilizada na culinária japonesa. Foi cultivada pela primeira vez no Japão, mas agora está sendo cultivada em outros países, como Taiwan e, mais recentemente, na Nova Zelândia (DEPREE; HOWARD; SAVAGE; 1998). Wasabi ou raiz forte japonesa é um condimento utilizado para evitar o odor forte de peixe cru na elaboração de pratos como sushi e sashimi. É obtida a partir do caule seco da raiz-forte e comercializado na forma de pó, que tem um alto custo devido a sua particularidade de condições climáticas. (KANEMARU; MIYAMOTO, 1990; ISSHIKI et al., 1992), apresenta sabor picante e é um aromatizante, rico em betacaroteno glucosinolatos e isotiocianatos (FENG, 2012). Os isotiocianatos são conhecidos por ter ação antimicrobiana, fungicida e atividade pesticida (YANO

et al., 2000). O isotiocianato de alil é o principal responsável pela ação bactericida (ISSHIKI et al., 1992).

Os isotiocianatos são compostos organosulfurados e são as principais substâncias aromáticas dos vegetais crucíferos, como o repolho wasabi, o rábano silvestre e o wasabi, que são comumente adquiridos pelos consumidores. O teor de isotiocianato é um importante indicador de qualidade da pasta wasabi, mas é extremamente volátil durante o processamento e armazenamento e pode diminuir rapidamente para um nível muito baixo (LIQING QIUA, et al., 2019).

A microencapsulação pode ser definida como uma poderosa ferramenta aplicada para a proteção de biomoléculas. Esta técnica é baseada na incorporação de uma matriz polimérica, criando um microambiente na cápsula capaz de controlar as interações entre a parte interna e a externa (BORGOGNA et al., 2010). Esta técnica pode ser conseguida por uma ampla variedade de métodos e técnicas, proporcionando isolamento, aprisionamento, proteção ou de libertação controlada de materiais sensíveis ou reativos, por exemplo, aromas e fragrâncias (MARTINS et al., 2014).

A técnica de encapsulação pode ter diversas aplicações na indústria de alimentos, podendo ser utilizada para estabilização de material encapsulado, controle de reações oxidativas, para a liberação controlada, para mascarar sabores, cores ou odores indesejáveis, prolongar a vida útil e proteger compostos de valor nutricional. Vários polímeros, como alginato, quitosana, carboximetilcelulose (CMC), carragena, gelatina e pectina são aplicados, utilizando várias técnicas de microencapsulação (FÁVARO-TINDADE et al., 2008). Diante dessas informações das características do wasabi, e da ausência de trabalhos que intensifique o uso de ervas ou especiarias como o wasabi em vinagres, aumentado suas propriedades e valorizando o seu potencial econômico, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar as características físico-químicas de vinagre condimentado incorporado com microcápsulas de wasabi (*wasabia japonica*), apontando a viabilidade e funcionalidade da inclusão desse condimento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Foi obtido o pó do wasabi comercializado em empório de produtos naturais na cidade de Aracaju/SE e também foi adquirido o vinagre de álcool utilizado para desenvolvimento do produto. O processamento e as análises físico-químicas foram realizadas no Departamento de Tecnologia de Alimentos localizado na Universidade Federal de Sergipe (UFS), Campus São Cristóvão/SE.

2.2 OBTENÇÃO DAS MICROCÁPSULAS

O encapsulamento do wasabi ocorreu pela técnica de gelificação iônica, que iniciou-se com a pesagem de 2g do wasabi em pó e foi adicionado juntamente a 2 % de alginato de sódio a solução a em 100 ml de água filtrada. A mistura foi triturada com um mixer até a total homogeneização. Em seguida a solução foi gotejada em uma solução de Cloreto de cálcio a 4%, através de uma seringa. As esferas foram deixadas em repouso por 5 minutos, e posteriormente foram removidas, lavadas com água destilada e secas em temperatura ambiente por aproximadamente 20 minutos.

2.3 ADIÇÃO DAS MICROCÁPSULA DE WASABI AO VINAGRE

Em garrafas plásticas de 100 ml foram adicionado 80 ml de vinagre de álcool e 20 g de microcápsula de wasabi. As garrafas foram envolvidas com papel alumínio para não ocorrer interferência de algumas análises sensíveis a luminosidade.

2.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO PÓ E DA MICROCÁPSULA DO VINAGRE DE ALCOOL.

Inicialmente ocorreu uma caracterização do pó e da microcápsula do wasabi onde foram realizadas as análises físico-químicas de acidez, pH, capsaicina, carotenoides, clorofila, colorimetria e ácido ascórbico, todas elas foram realizadas em triplicata e de acordo com metodologia específica.

Posteriormente da obtenção das microcápsulas e da adição dessas ao vinagre foram realizadas análises físico-químicas de acidez, pH, capsaicina, carotenoides, clorofila, cinzas, extrato seco.

2.4.1 pH

Para análise de pH foram pesados 5 g da amostra de microcápsulas e adicionados 50 mL de água destilada, em seguida, realizou-se a filtragem em papel de filtro com auxílio de funil dentro de um erlenmeyer 125 mL. Em seguida, o pH foi medido por potenciômetro, à temperatura ambiente, utilizando pHmetro modelo mPA-210, marca Tecnopon (IAL, 2008).

2.4.2 Acidez titulável total

A acidez titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N, foram pesados 5 gramas da amostra do pó e das microcápsulas do wasabi e adicionados 50 mL de água destilada. Em seguida, realizou-se a filtragem em papel de filtro e colocando-a em um erlenmeyer. Acrescentaram-se 2 gotas de fenolftaleína e em seguida, titulou-se até a viragem com NaOH 0,1N. O resultado foi expresso em mL de NaOH 0,1 N por 100g de amostra (IAL, 2008).

2.4.3 Determinação de Capsaicina

Para a determinação do teor de capsaicina pesou-se 0,2 g da amostra e misturou-se com 25 mL de solução de metanol / água (9 : 1, v / v), deixando em agitação contínua por 30min. Após agitação, filtrou-se a solução com papel de filtro quantitativo e aferiu-se com metanol em balão de 50 mL. As leituras das absorbâncias foram realizadas no espectrofotômetro Micronal-B582 em comprimento de onda de 248 e 296 nm. Para a quantificação da capsaicina foram construídas curvas padrão, cujas equações foram: a 248 nm, $y = 2,7537x$, $R^2 = 0,9791$; a 296 nm, $y = 1,5774x$, $R^2 = 0,9952$, para o cálculo final da capsaicina utilizou-se a equação $y = 1,5774$, $R^2 = 0,9952$ por quantificar um melhor resultado. A média dos valores encontrados foi expressa em mg / mL.

2.4.4 Determinação de Carotenóides e de Clorofila

Para a aferição de teores de clorofila foram pesada 2g e adicionada ao almofariz e maceradas, depois acrescentou 0,2g de carbonato de cálcio e 7mL de acetona a 80% e homogeneizar e filtradas com papel filtro com auxílio do funil no balão volumétrico de 25 mL (âmbar), completou-se o volume com acetona a 80% metodologia adaptada do Methods in enzymology. O teor de Carotenóides será estimado a partir da leitura do extrato filtrado em espectrofotômetro a 646,8 e 663,2 e 470nm. A concentração foi estimada de acordo com a seguinte equação: carotenóides = $[1000 \times A_{470} - (1,82 \times Ca - 104,96 \times Cb)] / 198$. Para a determinação do teor de clorofila, foi utilizado o espectrofotômetro a 646,8 e 663,2 nm, sendo estimado a partir da leitura do extrato filtrado, e calculado pelas equações clorofila b (Cb) = $21,50 \times A_{646,8} - 5,10 \times A_{663,2}$, clorofila T = $7,15 \times A_{663,2} + 18,71 \times A_{646,8}$.

2.4.5 Medição do perfil de cor da pó e da microcápsula do wasabi

A cor do pó e da microcápsula de wasabi foi medida usando um cromômetro (CR-400, Konica Minolab). Uma porcelana branca padrão foi usada para calibrar o instrumento antes do teste. O pó e a microcápsula do wasabi foi espalhada em uma placa de plástico com fundo branco e exposta em luz padrão. L^* (leveza), a^* (dimensão vermelho-verde) eb^* (dimensão amarelo-azul), foram determinadas a partir de três locais diferentes de cada amostra.

2.4.6 Determinação de ácido ascórbico do pó e da microcápsula do wasabi

Foram coletados em uma alíquota de 5g da amostra e adicionadas no almofariz e macerada e filtrada em papel filtro, e diluídas com a solução de ácido oxálico 2% para 50mL em balão volumétrico. Posteriormente coletou-se 7mL da solução e colocadas em um erlenmeyer e titula-se com Diclorofenol em triplicata de acordo com Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C., 1984).

2.4.7 Determinação Extrato seco do vinagre incorporado com as microcápsulas

Retirou-se 25 ml de vinagre e colocado em cadinhos de porcelana previamente seca em estufa a 100°C por uma hora. As amostras foram evaporadas em chapa elétrica até que o resíduo estivesse seco, onde este foi submetida à secagem em estufa a 105°C por uma hora. Depois foram resfriadas em dessecador e aferiu-se o peso, resultado do extrato seco foi expresso em m/v (IAL, 2008).

2.4.8 Determinação de Cinzas do vinagre incorporado com as microcápsulas

Determinou-se o teor de cinzas com retirada de 25 ml de vinagre que foram colocadas em cadinhos de porcelana e carbonizadas e incineradas em mufla a 550°C até obter-se resíduo de coloração cinza esbranquiçada. As cinzas foram resfriadas até temperatura ambiente em dessecador (IAL, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização do pó e das microcápsula do wasabi

Os resultados obtidos na caracterização do pó e da microcápsula do wasabi estão descritos na tabela 1. Na avaliação das análises físico-química do pó e da microcápsula do wasabi os valores obtidos foram estatisticamente semelhantes para quase todo os parâmetros analisados, exceto para capsaicina e clorofila. Para valores de acidez, pH, carotenoides entre o pó e microcápsula a variância foi ($p > 0,05$) essas análises obtiveram valores aproximados.

Tabela. 1- Tabela com valores obtidos nas análises físico-químicos nas microcápsulas e no pó do wasabi.

Análises		Wasabi (pó)	Microcápsula do Wasabi
Acidez (ácido acético NaOH.100g a 0,1N)		0,18%	0,25%
pH		6,37	6,26
Capsaicina mg/ml		4,19	0,12
Vitamina C (mg de AA/100g)		51,43	6,43
Carotenóides		2,1288	2,6716
Clorofila		1,8045	2,91207
Colorimetria	<i>L</i>	38,23	37,77
	<i>a*</i>	-2,13	-1,90
	<i>b*</i>	20,23	20,30

Fonte: O autor (2019)

Na análise de determinação de valores de ácido ascórbico o pó do wasabi apresentou um teor de 51,43 mg de AA em 100g da amostra, sendo uma propriedade benéfica do wasabi devido a ação

antioxidante da vitamina C no organismo. Porém, esse teor de ácido ascórbico determinado após encapsulamento do wasabi, foi de 6,43 mg de AA em 100g da amostra, o que indica que se deve aumentar a concentração do wasabi na formulação de obtenção das microcápsulas. Na figura 1 abaixo, pode-se visualizar as imagens do vinagre condimentado e das microcápsulas.

Figura 1- Imagem do vinagre condimentado e das microcápsulas de *wasabi* elaborados



Microcápsulas do *Wasabi*



Vinagre com microcápsulas de *Wasabi*

Na avaliação de cor, a microcápsula e o pó do wasabi apresentaram valores estatisticamente semelhantes ($p < 0,06$), nos parâmetros L^* (luminosidade), a^* (vermelho/verde) e b^* (amarelo/azul). Na coordenada a^* os valores obtidos foram no pó (-2,13) e na microcápsula (-1,90) o que indica que o produto é decorrente da cor verde. Na indicação de tonalidade da coordenada a^* (vermelho/verde), quando os valores obtidos são negativos é uma indicação que o produto é de tonalidade verde, ao contrário da tonalidade vermelha os valores serão positivos. Em uma pesquisa realizada para a avaliação das propriedades da pasta de wasabi na medição de cor, ocorreu que na coordenada de L^* (54,320) e na coordenada a^* (-4,980) os valores obtidos foram superiores devido a concentração de wasabi na pasta. Já na coordenada b^* (21,101) os valores foram semelhantes os desse estudo (Liqing Qiu. et.al, 2019).

Na determinação de teores de clorofila os resultados obtidos no estudo, foram que a microcápsula obteve um valor maior em relação ao pó, o encapsulamento fez com que a houvesse a concentração de clorofila, com isso aumentando seus valores de isotiocianato composto aromático que lhe atribui seu sabor característico do wasabi. No estudo realizado por Liqing Qiu. et.al. (2019), ele relatou que ocorreu degradação dos teores de clorofila e isotiocianato e pelo aumento da temperatura e capacidade de moagem, o tamanho das partículas do wasabi pra elaboração da pasta.

Para os resultados obtidos de capsaicina o pó do wasabi com (4,19mg/ml), apresentou concentrações de capsaicina maiores comparados os da microcápsula (0,12mg/ml). O sabor forte e picante do wasabi, diferente do sabor da capsaicina, a substância química encontrada nas pimentas. Enquanto a capsaicina dá a sensação de “queimação” na língua, a wasabi afeta o sentido olfativo, liberando vapores químicos que afetam a passagem do ar pelo nasal, fato este que foi comprovado neste estudo, pois foi quantificado valores mínimos de capsaicina, tanto no pó de wasabi, como também nas microcápsulas.

3.2 Caracterização físico-química do vinagre incorporado com as microcápsulas do wasabi

Os resultados obtidos na caracterização do vinagre incorporado com as microcápsulas do wasabi estão descritos na tabela 2. Na avaliação das análises o vinagre apresentou teor de 5,7% acidez volátil em ácido acético, na legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de 2012, define somente o valor mínimo de 4% de acidez volátil pra fermentados acéticos. Na determinação de resíduo mineral fixo (cinzas) foi obtido valor de 1,67 g.L⁻¹, o vinagre condimentado consistiu dentro dos parâmetros da legislação que define valor mínimo de 1,0 g.L⁻¹ e o máximo 5,0 g.L⁻¹.

Tab. 2- Tabela com valores obtidos nas análises físico-químicos do vinagre condimentado.

Análises		Vinagre condimentado
Acidez (ácido acético NaOH.100g a 1M)		5,7%
pH		3,26
Cinzas (g. L ⁻¹)		1,67
Extrato seco (g. L ⁻¹)		3,39
Capsaicina mg/ml	P/ 248 nm	0,12
Carotenoides	Inicialmente	44,5
	Após 7 dias	11,15
Clorofila	Inicialmente	0,00
	Após 7 dias	28,24

Fonte: O autor (2019)

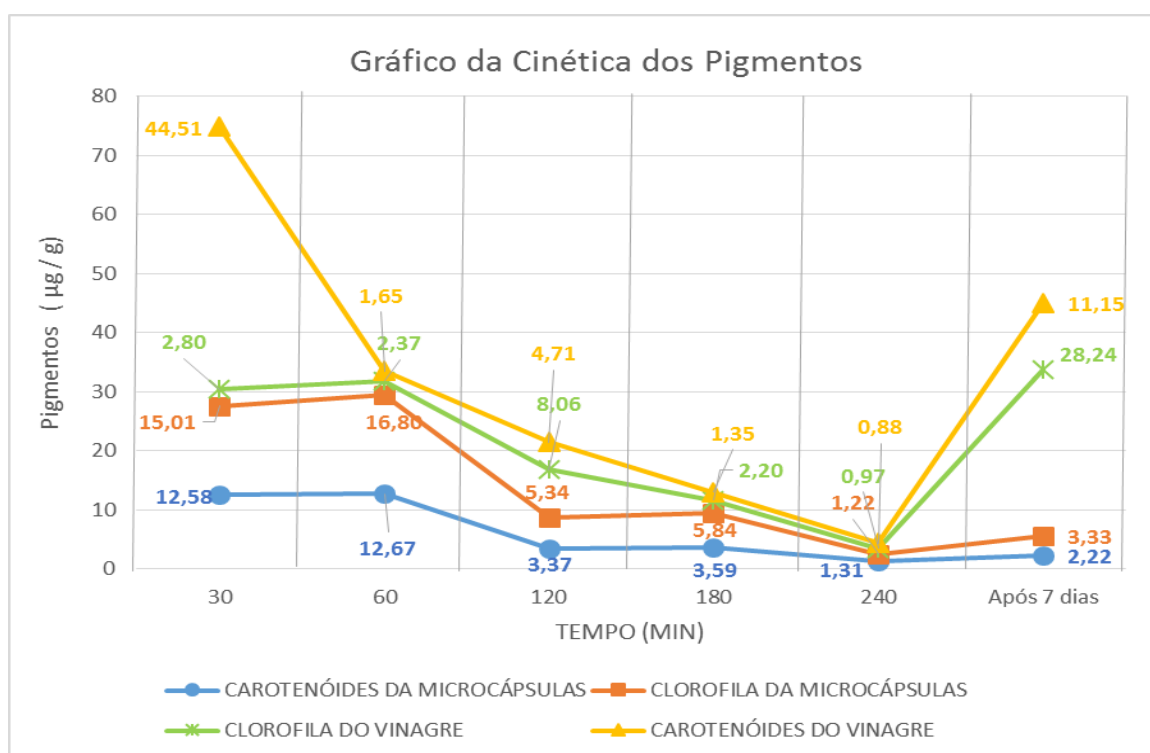
Na analises de extrato seco o vinagre condimentado apresentou 3,39 g. L⁻¹, valor abaixo do que estabelecido na legislação de 7,0 g. L⁻¹ como mínimo de extrato seco. Com a adição das microcápsulas de wasabi no vinagre ocorreu uma migração de capsaicina, apresentando 0,121 mg/ml de capsaicina no vinagre de álcool, como também ocorreu a migração da clorofila das microcápsulas para o vinagre.

3.3 Cinética dos teores de carotenóides e clorofila do vinagre incorporado com as microcápsula do wasabi

Na determinação de carotenoides e clorofila as análises foram realizadas inicialmente após uma hora da adição das microcápsulas ao vinagre, para verificar a influência da migração desses pigmentos, onde essas analises foram feitas tanto no vinagre como nas microcápsulas, essa verificação foi realizada por cinco vezes, em 1 e 1 hora consecutivamente, a última analise foi realizada 5 horas após a adição da microcápsula ao vinagre. As análises demostraram que inicialmente o vinagre ocorreu uma expressiva migração de carotenoides, que ao decorrer das análises esse valor foi diminuindo. Já a clorofila se comportou de maneira diferentes liberando seus pigmentos aos passar do tempo.

Ao analisar a influência da migração desses pigmentos para vinagre condimentado, observou-se que diminuía os valores da microcápsula e aumentava os teores de carotenoides e clorofila no vinagre. Ocorreu um enriquecimento do vinagre condimentado, melhorando suas propriedades sensoriais e aromáticas em relação ao vinagre de álcool. Os valores obtidos estão relatados no gráfico 1.

Gráfico 1 – Cinética da determinação de carotenoides e clorofila do vinagre condimentado e das microcápsulas adicionadas no vinagre.



As embalagens contendo o vinagre condimentado foram armazenadas e após 7 dias foi feita uma nova leitura desses pigmentos, onde foi observado que houve um pequeno aumento do teor tanto de carotenoides e de clorofila da microcápsula dentro do vinagre, já na leitura desses pigmentos no vinagre condimentado foi verificado o aumento significativo dos valores desses pigmentos. Foi observado também que ocorreu mudanças no perfil sensorial e aromático do vinagre de álcool ao adicionar as microcápsulas de wasabi, o resultado foi um vinagre condimentado, enriquecido de compostos aromáticos e sabor picante.

4 CONCLUSÃO

Diante do exposto no presente trabalho o desenvolvimento do vinagre condimentado, pode-se observar que ao adicionar as microcápsulas de wasabi no vinagre de álcool ocorreu migração dos pigmentos carotenoides e clorofila em valores expressivos, e da capsaicina em pequenas concentrações. Havendo então um enriquecimento das características sensoriais e aromáticas do vinagre condimentado e sendo possível agregar valor econômico ao vinagre de álcool, quando se adiciona microcápsulas de *wasabi*.

REFERÊNCIAS - ABNT

ANAV, Associação Nacional das Indústrias de Vinagres. Disponível em: http://www.anav.com.br/publicacoes.php?id_titulo=1. 26 Acesso em: 28 de agosto de 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 36, de 14 de outubro de 1999. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para fermentados acéticos. **Diário Oficial da União, Poder Executivo**, Brasília, DF, 15 de outubro de 1999, Seção 1, p. 76.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 6, de 3 de abril de 2012. Aprova o Regulamento Técnico de padrões de identidade e qualidade e a classificação dos fermentado acético. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 03 abril 2012.

EMBRAPA, Sistema de Produção de Vinagres, 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinagre/SistemaProducaoVinagre> Acesso em: 18/06/2019.

FAVARO-TRINDADE, C.S.; GROSSO, C.R.F. Microencapsulação de ingredientes alimentícios. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.11, p.103-112, 2008.

FENG, C. H. The tale of sushi: history e regulations. *Comprehensive Reviews Food Science Safety*, v. 11, n. 2, p. 205–220, 2012.

KANEMARU, K.; MIYAMOTO, T. Inhibitory effects on the growth of several bacteria by brown and allyl isothiocyanate. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, v. 37, n. 10, p. 823–829, 1990.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3. ed. São Paulo: IAL, 2005.

ISSHIKI, K.; TOKUOKA, K.; MORI, R.; CHIBA, S. Preliminary examination of allyl isothiocyanate vapor for food preservation. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, v. 56, n. 9, p. 1476– 1477, 1992.

Liqing Qiu, Min Zhanga,b,†, Bhesh Bhandari, Zhongxiang Fangd, Yaping Liu. Size reduction of raw material powder: The key factor to affect the properties of wasabi (*Eutrema yunnanense*) paste. *Advanced Powder Technology*. Vol.30, 1544-1550, 2019.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in enzymology**, San Diego, v. 148, p. 362-385, 1987.

LUTZ. I. A. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 2008. p. 25-26.

MARQUES, F., SPINOSA, W., FERNANDES, K., CASTRO, C., CALIARI, M. Padrões de identidade e qualidade de fermentados acéticos comerciais de frutas e vegetais.

Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 30(Supl.1): 119-126, maio 2010. Soga, O. (1982) Stimulative production of γ -aminobutyric acid by *Phoma wasabia*. *Agricultural and Biological Chemistry* 46(4), 1061± 1063.

YANO, T, YAJIMA, S.; VIRGONA, N.; YANO, Y.; OTANI, S.; KUMAGAI, H. The effect of 6-methylthiohexyl isothiocyanate isolated from *Wasabia japonica* (wasabi) on 4- (methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol-S lung tumorigenesis in mice. *Cancer Letters*, v. 155, n. 2, p. 115–120, 2000.