

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CAMPUS CAMPO MOURÃO – PARANÁ

MICHELI LAZZARI

**APLICACAO DE CURCUMINA NANOENCAPSULADA EM BALAS
DURAS: CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E FÍSICO-QUÍMICAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2014

MICHELI LAZZARI

**APLICACÃO DE CURCUMINA NANOENCAPSULADA EM BALAS
DURAS: CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E FÍSICO-QUÍMICAS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos da Coordenação dos Cursos de Tecnologia e Engenharia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *campus* Campo Mourão, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Renata Fuchs
Co-orientador: Prof. Dr. Odinei H. Gonçalves

CAMPO MOURÃO
2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão

Coordenação dos Cursos de Tecnologia e Engenharia de Alimentos
Engenharia de Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

**APLICAÇÃO DE CURCUMINA NANOENCAPSULADA EM BALAS DURAS:
CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E FÍSICO-QUÍMICAS**

por

MICHELI LAZZARI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 08 de dezembro de 2014 às 16h30min horas como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Renata Fuchs
Orientadora

Prof. Dr. Evandro Bona

Prof^a. Dr^a. Stéphani Beneti

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Agradeço aos meus pais e ao meu noivo, pelo amor, paciência e apoio em todos os momentos.

Agradeço aos meus amigos, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Reverencio a Professora Dra. Renata Fuchs pela sua orientação e dedicação neste trabalho e, por meio dela, me reporto a toda a Coordenação de Engenharia e Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – *Campus* Campo Mourão, pelo apoio.

Agradeço aos professores da banca examinadora, pelas contribuições referentes a este estudo.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Muito Obrigada!

RESUMO

LAZZARI, M. **Aplicação de curcumina nanoencapsulada em balas duras: características sensoriais e físico-químicas.** 2014. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

A bala é um produto preparado à base de açúcares e adicionado de substâncias que a caracterizam, como corantes, ácidos e aromatizantes. O emprego de aditivos químicos em alimentos, como o corante, é um dos mais polêmicos avanços da indústria alimentícia já que seu uso justifica-se por questões de hábitos alimentares. Devido aos malefícios causados pelos corantes artificiais, a indústria alimentícia depara-se com a necessidade de substituí-los por corantes naturais, como a curcumina; que apesar de apresentar algumas desvantagens, não há evidências de danos à saúde. O objetivo do trabalho foi desenvolver formulações de bala utilizando os corantes tartrazina e curcumina encapsulada e logo avaliar o pH, cor e aceitação dessas balas através de testes sensoriais. Para a elaboração das balas, fez-se a dissolução da sacarose em água até atingir a temperatura de 100°C, após adicionou-se o xarope de glicose prosseguindo o cozimento até atingir a temperatura de 135°C, então a massa foi resfriada até atingir a temperatura de 25°C e adicionada de corante, aroma artificial e ácido cítrico, com constante agitação para melhor dissolução da matéria-prima. A massa obtida foi colocada sobre um mármore com molde, e depois de resfriada, foi colocada em recipientes para análise. Com relação ao pH, foi observado valor adequado (3,3), uma vez que é recomendado valores entre 3,0 a 3,5 para balas. Para verificar se as balas obtiveram cores diferentes, foi calculada a diferença de cor, ΔE , onde se obteve o valor de 5,73. Isto mostra que as balas apresentaram tonalidades diferentes, pois a bala utilizando o corante natural teve sua tonalidade mais próxima ao verde. No teste de aceitação verificou-se que as duas formulações não diferiram entre si ao nível de 5% de significância em relação à intensidade do sabor, aroma, aparência e impressão global, mas para a intensidade da cor, pode-se observar que as amostras diferiram entre si ao nível de 5% de significância. No teste triangular, verificou-se que 67 dos 100 provadores perceberam a diferença entre as balas elaboradas com curcumina encapsulada e com tartrazina, onde se concluiu que as amostras são diferentes ao nível de 5% de significância. Para o teste tetraédrico verificou-se que 62 dos 100 provadores agruparam as amostras de forma correta, permitindo-nos concluir que as amostras são diferentes ao nível de 5% de significância. Constatou-se através dos resultados obtidos que a bala dura utilizando o corante natural curcumina encapsulada teve uma maior aceitação, mostrando uma boa resposta do consumidor perante a substituição do corante artificial.

Palavras-Chaves: Bala. Tartrazina. Curcumina. Físico-Química. Sensorial.

ABSTRACT

LAZZARI, M. **Application curcumin nanoparticles in lasts candies: characteristics sensory and physico-chemical**. 2014. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

The candy is prepared product based on sugar and added substances that characterize such as dyes, acids, and flavorings. The use of chemical additives in foods, such as dye, is one of the most controversial developments in the food industry since its use is justified by diet issues. Due to the damage caused by artificial coloring, the food industry is faced with the need to replace them with natural dyes such as curcumin; that despite its drawbacks, there is no evidence of damage to health. The objective was to develop hard candy formulations using the dye tartrazine and encapsulated curcumin and then evaluate the pH, color and acceptance of these bullets through sensory tests. For the development of bullets, there was the dissolution of sucrose in water up to 100 ° C temperature, after added glucose syrup continuing the cooking to the temperature of 135 ° C, then the mass was cooled to the temperature of 25 and dye added, artificial flavor and citric acid with constant stirring to better dissolution of the raw material. The obtained mass was placed on a marble mold, and after cooled, was placed into containers for analysis. With respect to pH, was observed suitable value (3.3), as recommended values between 3.0 to 3.5 for candies. To verify that the bullets had different colors, was calculated the color difference, ΔE , which revealed the value of 5.73. This shows that the candies had different shades because the bullet using natural dye had its closest shade to green. At the acceptance test, it was found that the two formulations did not differ at the 5% level of significance in relation to the intensity of flavor, aroma, appearance and overall impression, but the intensity of the color, it can be seen that the samples differ from each other at 5% significance level. In the triangular test, it was found that 67 of 100 panelists perceived the difference between encapsulated with candies designed and curcumin, tartrazine, where it was concluded that the sample are different at the 5% significance level. For the tetrahedral test it was found that 62 of the 100 judges grouped the samples correctly, allowing us to conclude that the sample are different at 5% significance level. It was found by the results of the hard candy using the encapsulated curcumin natural dye had a greater acceptance, a good consumer response before replacing the artificial coloring.

Keywords: Candy. Tartrazine. Curcumin. Physical-Chemistry. Sensory.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Fluxograma geral do processamento de bala dura..... | 19 |
| Figura 2 - Balas de abacaxi elaboradas com tartrazina (A) e com curcumina (B)..... | 28 |
| Quadro 1 - Modelo de ficha para o teste de aceitação de bala.. | 22 |
| Quadro 2 - Modelo de ficha para o teste triangular de bala.. | 23 |
| Quadro 3 - Modelo de ficha para o teste tetraédrico de bala.. | 24 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Formulações de bala dura utilizando o corante artificial tartrazina e o corante natural curcumina nanoencapsulada respectivamente..... | 20 |
| Tabela 2 - Médias dos valores obtidos para os parâmetros referentes à cor..... | 24 |
| Tabela 3 - Médias da aceitação sensorial para os atributos avaliados nas balas de abacaxi elaboradas com os corantes tartrazina e curcumina nanoencapsulada..... | 25 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 OBJETIVOS E METAS | 13 |
| 3 REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 3.1 HISTÓRICO DA BALA DURA | 14 |
| 3.2 FABRICAÇÃO | 15 |
| 3.4 CORANTE ARTIFICIAL E CORANTE NATURAL | 16 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 18 |
| 4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO | 18 |
| 4.2 ELABORAÇÃO DA BALA DURA | 18 |
| 4.3 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DA BALA DURA | 21 |
| 4.3.1 Determinação do pH | 21 |
| 4.3.2 Determinação da cor | 21 |
| 4.4 CARACTERIZAÇÕES SENSORIAIS DA BALA DURA | 22 |
| 4.4.1 Teste de Aceitação | 22 |
| 4.4.2 Teste Triangular | 23 |
| 4.4.3 Teste Tetraédrico | 23 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 25 |
| 5.1 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DA BALA DURA | 25 |
| 5.1.1 pH | 25 |
| 5.1.2 Cor | 25 |
| 5.2 ANÁLISES SENSORIAIS DAS BALAS | 27 |
| 5.2.1 Teste de Aceitação Global | 27 |
| 5.2.2 Teste triangular | 29 |
| 5.2.3 Teste tetraédrico | 29 |
| 6 CONCLUSÃO | 30 |
| REFERÊNCIAS | 31 |

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução RDC nº 265, de 22 de setembro de 2005, denomina-se bala dura o produto preparado à base de açúcares fundidos e adicionada de substâncias que caracterizam o produto, como sucos de frutas, óleos essenciais e outras substâncias permitidas. A principal característica do produto é o de apresentar-se duro e quebradiço, normalmente transparente ou translúcido (ANVISA, 2004).

As balas duras estão entre os doces mais tradicionais, porém por estarem em estado vítreo, os açúcares presentes são higroscópicos e susceptíveis à absorção de água do ambiente. Um dos principais problemas desse tipo de bala é a redução de sua vida útil, ocasionada pelo derretimento da camada externa de açúcares (SPANEMBERG, 2010).

Em relação aos parâmetros ideais de balas duras, os que mais impactam durante o processo são: o teor de sólidos solúveis na calda (medidos em °Brix); o pH da calda; a temperatura de cozimento e a umidade da massa (SPANEMBERG, 2010).

É sabido que a cor de um alimento é um importantíssimo atributo que está associado ao seu sabor e, por isso, influencia muito na decisão da compra. Entretanto, as cores vibrantes e intensas proporcionadas pelos corantes artificiais, como a tartrazina, estão deixando de ser um diferencial positivo na decisão do consumidor (CORANTEC, 2012).

O corante amarelo tartrazina (INS 102) tem seu uso autorizado para remédios e alimentos como balas, caramelos e similares, de grande consumo pela faixa infantil. Entretanto, o consumo do corante tartrazina pode provocar reações adversas em pessoas sensíveis (MACHADO, 2009).

Estudos realizados nos Estados Unidos e Europa desde a década de 70 comprovam casos de reações alérgicas ao corante, como asma, bronquite, rinite, náusea, broncoespasmos, urticária, eczema e dor de cabeça (ANVISA, 2007 a).

O corante tartrazina foi avaliado toxicologicamente pelo Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – JECFA, grupo de especialistas que avalia a segurança de uso de aditivos para o Codex Alimentarius, com enfoque em análise

de risco. O JECFA determinou a IDA (Ingestão Diária Aceitável) numérica de 7,5 mg/kg de peso corpóreo para tartrazina (ANVISA, 2007 a).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução RDC nº 387, de 05 de agosto de 1999, o limite máximo de corante tartrazina que pode ser adicionado em balas é de 0,030g/100g (ANVISA, 1999).

A indústria alimentícia depara-se com a necessidade de substituir os corantes artificiais, devido a seus malefícios para a saúde. Para isso, têm sido usados pigmentos naturais de vegetais, microrganismos ou animais, ou substâncias sintéticas idênticas às naturais. Embora os corantes naturais apresentem desvantagens (baixa estabilidade e alto custo) frente aos corantes artificiais, os naturais têm sido utilizados há anos sem evidências de danos à saúde. Portanto, apesar das desvantagens, a substituição por corantes naturais é gradativa na indústria alimentícia, pois conferem ao produto aspecto natural, o que aumenta a aceitação pelo consumidor (GOMES, 2012).

A eminente proibição do uso de corantes artificiais no Brasil é acompanhada pela preferência do consumidor por alimentos que apresentem aditivos e ingredientes mais saudáveis em seus rótulos (CORANTEC, 2012).

Os corantes naturais, como a curcumina, estão relacionados com importantes atividades biológicas. Seus efeitos benéficos em relação à saúde estão relacionados com suas propriedades antioxidantes, proteção contra danos oxidativos a componentes celulares, efeitos antiinflamatórios e prevenção das doenças crônicas não transmissíveis (VOLP et al., 2009).

A curcumina tem potencial para substituir corantes artificiais considerados nocivos à saúde humana, contudo sua aplicação industrial se torna um desafio devido à sua sensibilidade frente a agentes externos e sua baixa solubilidade em água. O processo de nanoencapsulação em polímeros biodegradáveis e biocompatíveis é uma alternativa promissora para viabilizar a utilização da curcumina (BUZANELLO, 2013).

A grande maioria dos trabalhos se concentra no uso da curcumina em aplicações biomédicas, negligenciando a capacidade da curcumina em substituir os corantes artificiais atualmente utilizados na indústria de alimentos (BUZANELLO, 2013). Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da substituição do corante tartrazina por curcumina nanoencapsulada, nas características físico-químicas e sensoriais de bala dura.

2 OBJETIVOS E METAS

- Desenvolver as formulações de bala dura com os corantes tartrazina e curcumina nanoencapsulada;
- Analisar o pH e a cor das balas duras desenvolvidas;
- Determinar a aceitação dos produtos desenvolvidos;
- Avaliar a existência de diferença sensorial entre os produtos desenvolvidos, utilizando dois métodos sensoriais discriminativos (Testes triangular e tetraédrico).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 HISTÓRICO DA BALA DURA

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Chocolate, Cacau, Balas e Derivados (ABICAB), pode-se dizer que a história das balas no Brasil divide-se em "Pré-história", quando eram produzidas de forma artesanal em pequenas cozinhas, dentro de casas de famílias de imigrantes, "História", período marcado pela inauguração das primeiras fábricas e ampliação do setor e "Industrialização", com a mecanização dos processos e consolidação do mercado.

A composição típica de balas duras nos EUA é de 50% de sacarose e 50% de xarope de glicose. No Brasil, onde o açúcar cristal é mais barato, a composição mais utilizada é de 60% de sacarose e 40% xarope de glicose.

O termo "bala" foi adotado no Brasil devido ao seu formato ser parecido com o do projétil das armas de fogo (FERREIRA, P. B, 2008).

As primeiras balas feitas no Brasil foram as "balas japonesas" ou "balas de mistura", que eram produzidas por portugueses ou italianos, principalmente no Rio de Janeiro e em São Paulo, feitas à base da mistura de água, açúcar, essências e corantes, esta massa era enrolada à mão e cortada à faca em diversos formatos lúdicos, como flores e bichos, e vendidas em grandes potes de vidro. Quando a procura por balas cresceu, os produtores passaram a embrulhá-las separadamente e a vendê-las no varejo (FERREIRA, P. B, 2008).

A fase "História" começa por volta de 1883, com a fundação da Casa Falchi Indústria e Comércio, criada em São Paulo por Emigdio Falchi, um confeitoiro italiano. Era uma pequena fábrica de bombons, doces e balas, que logo progrediu e abriu caminho para diversas fábricas (FERREIRA, P. B, 2008).

Por volta da década de 40 começa a fase "Industrialização", com a chegada de máquinas mais avançadas, vindas da Inglaterra, Alemanha, Itália, EUA e França, que realizavam todo o processo produtivo, desde o cozimento das matérias-primas até o acabamento final. Com os equipamentos, também vieram técnicos

estrangeiros, que, com seu conhecimento, ajudaram a consolidar o setor de confeitos no país (FERREIRA, P. B, 2008).

Os sabores das guloseimas brasileiras conquistaram de tal forma o consumidor que algumas marcas e produtos marcaram época. Este potencial de sedução pelo paladar, com doces de qualidade, fez do Brasil o terceiro maior produtor mundial de balas, confeitos e gomas de mascar, atrás apenas dos Estados Unidos e Alemanha. Hoje, são produzidas 509 mil toneladas de doces por ano no Brasil e exportamos para 144 países ao redor do mundo (FERREIRA, P. B, 2008).

3.2 FABRICAÇÃO

O processo mais comum de fabricação de balas duras é composto de dissolução dos açúcares, cozimento, temperagem, moldagem, resfriamento e embalagem (CALGAROTO et al., 2011).

A dissolução de açúcares inicia com a pesagem dos ingredientes sob agitação constante e aquecimento suficiente para permitir a completa dissolução dos cristais de sacarose. Segundo Luccas (1999) a etapa de dissolução é fundamental na fabricação de balas duras, porque a presença de material cristalino pode causar a cristalização descontrolada nas demais fases do processo.

A quantidade de água adicionada também deve ser controlada para permitir a dissolução dos ingredientes, mas o excesso pode causar cozimento prolongado (FADINI E QUEIROZ, 2005). Nesta etapa é importante também a proporção e o tipo de açúcares na formulação, pois a estabilidade do produto final também depende de uma formulação adequada.

Após dissolução dos açúcares a calda formada passa pelo processo de cozimento até atingir a temperatura de 135°C. Então a calda é resfriada e colocada nos moldes até ocorrer o resfriamento completo, sendo posteriormente retirada dos moldes e embalada (SPANEMBERG, 2010).

3.4 CORANTE ARTIFICIAL E CORANTE NATURAL

O emprego de aditivos químicos em alimentos, como o corante, é um dos mais polêmicos avanços da indústria alimentícia já que seu uso justifica-se por questões de hábitos alimentares, sendo a aparência do produto a maior justificativa para empregá-lo. Os corantes mais empregados em alimentos industrializados são os obtidos artificialmente. Dentre os corantes artificiais, o mais relacionado a alergias e demais reações adversas é a tartrazina, que dá coloração amarela (GOMES, 2012).

O corante tartrazina tem seu uso autorizado para remédios e alimentos como balas, caramelos e similares, de grande consumo pela faixa infantil. Entretanto, o consumo do corante tartrazina pode provocar reações adversas em pessoas sensíveis, não tendo sido estas reações comprovadas dentro de uma relação de causa e efeito (MACHADO, 2009).

Com o objetivo de proteger a saúde da população, adotando medidas para prevenir riscos associados ao consumo de alimentos que contenham o aditivo INS 102, corante tartrazina, a ANVISA obriga as empresas fabricantes de alimentos que contenham na sua composição o corante, a declarar na rotulagem, especificamente, na lista de ingredientes, o nome do corante por extenso (MACHADO, 2009).

Os novos hábitos alimentares bem como o novo estilo de vida expõem o homem a uma gama de fatores de risco para as doenças crônicas não transmissíveis. Desta forma, a ênfase na busca por alimentos que contribuem para a obtenção de uma saúde adequada tem aumentado significativamente em todo o mundo. As preferências instintivas levam a prática do consumo de alimentos coloridos naturalmente. Desta forma, a substituição por pigmentos naturais, como a curcumina, em alimentos; servem primariamente para propósitos de cor, mas também pela busca do consumidor em alimentos mais saudáveis. (VOLP et al., 2009).

A curcumina está relacionada com importantes atividades biológicas. Seus efeitos benéficos em relação à saúde estão relacionados com suas propriedades antioxidantes, proteção contra danos oxidativos a componentes celulares, efeitos antiinflamatórios e prevenção das doenças crônicas não transmissíveis (VOLP et al., 2009).

A indústria dos corantes naturais apresentou significativo desenvolvimento nos últimos 25 anos impulsionado pela pressão dos consumidores que apresentam certos receios com relação à saúde, visto que a população e a mídia em geral responsabilizam os aditivos alimentares e os corantes pelo aumento da prevalência das alergias alimentares (VOLP et al., 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho foi desenvolvido com o apoio do laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Câmpus* Campo Mourão entre os meses de outubro de 2013 e outubro de 2014, utilizando os equipamentos necessários, descritos nos métodos e procedimentos, disponíveis no laboratório da Universidade.

4.2 ELABORAÇÃO DA BALA DURA

O processo de fabricação das balas seguiu o fluxograma apresentado na Figura 1.

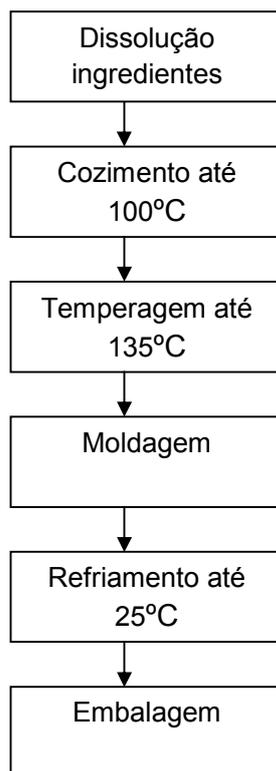


Figura 1 - Fluxograma geral do processamento de bala dura.

A primeira etapa da elaboração foi a dissolução da sacarose em água até atingir a temperatura de 100°C. Após, foi adicionado o xarope de glicose prosseguindo-se o cozimento até atingir a temperatura de 135°C. A massa foi resfriada até atingir a temperatura de 25°C e adicionada de corante, aroma artificial e ácido cítrico, com constante agitação para melhor dissolução da matéria-prima. A massa obtida foi colocada sobre um mármore com molde, e depois de resfriada, foi colocada em recipientes para análise (CALGAROTO, 2011).

O corante amarelo tartrazina utilizado foi da marca Mix.

A curcumina nanoencapsulada foi disponibilizado pelo Prof. Dr. Odinei H. Gonçalves, onde a obtenção da mesma deu-se através da pesagem do lipídio sólido (cera de carnaúba) e dos triglicerídeos de ácido cáprico/caprílico (MCT) diretamente no reator e este foi conectado ao banho termostático (DIST-Mod-DI-950M) a 75°C. O lipídio sólido foi derretido por 5 minutos e então a curcumina foi adicionada e homogeneizada por agitação magnética por 5 minutos. Para a dispersão da fase aquosa; 0,0525 g de caseinato de sódio foi dissolvido em 50 g de água. Esta foi aquecida na mesma temperatura do banho termostático e adicionada no reator

encamisado sob agitação do dispersor Ultraturrax (IKA, T25), que foi mantida por 10 minutos. Imediatamente após esse tempo, a dispersão foi descarregada em um Becker e resfriada em banho de gelo até atingir 30°C. O tamanho das micropartículas foi avaliado visualmente (microscópio óptico BIOVAL modelo L2000A com câmera acoplada ao computador).

Várias foram às formulações testadas, a fim de obter um produto com corante curcumina, o mais semelhante possível à bala utilizando o corante tartrazina. Verificou-se a necessidade de se adicionar um veículo à formulação com curcumina para torná-las mais parecidas, onde este veículo utilizado foi a base preparatória da curcumina nanoencapsulada, sem a adição de curcumina.

Ao final dos testes, foram elaboradas duas formulações de balas duras; a primeira formulação com tartrazina e a segunda formulação com curcumina nanoencapsulada, como descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Formulações de bala dura utilizando o corante artificial tartrazina e o corante natural curcumina nanoencapsulada respectivamente.

| Ingredientes | Formulação 1 | Formulação 2 |
|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Açúcar Cristal (g) | 100,000 | 100,000 |
| Xarope de Glicose (g) | 60,000 | 60,000 |
| Água (mL) | 40,000 | 40,000 |
| Ácido Cítrico (mL) | 2,000 | 2,000 |
| Aroma (mL) | 1,500 | 1,500 |
| Tartrazina (g) | 0,068 | - |
| Curcumina (g) | - | 0,500 |
| Veículo* | 0,800 | - |

Fonte: Adaptado de Calgaroto et al. (2011)

***Veículo: Base preparatória da curcumina nanoencapsulada.**

Como as balas não eram embaladas, conforme ocorria a sua fabricação; no mesmo dia eram feitas as análises sensoriais, devido à susceptibilidade de absorção de água da mesma, podendo mudar os resultados das análises.

4.3 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DA BALA DURA

As amostras de bala das formulações desenvolvidas foram submetidas à determinações físico-químicas, em triplicata, onde foi quantificado pH e cor.

4.3.1 Determinação do pH

O pH foi determinado através do papel indicador universal de pH da marca MACHEREY-NAGEL. A leitura foi feita de forma direta em contato com a calda após a temperagem, onde ocorre a mudança da cor na presença de íons livres em uma solução.

4.3.2 Determinação da cor

Para avaliação da cor, imagens da superfície das balas, utilizando o colorímetro digital foram convertidas para parâmetros do sistema CIELAB (ROMÃO et. al, 2006) . Foram avaliados 3 parâmetros de cor: L*, a* e b*. O valor de a* caracteriza coloração na região do vermelho (+a*) ao verde (-a*), o valor b* indica coloração no intervalo do amarelo (+b*) ao azul (-b*) e o valor L* nos fornece a luminosidade, variando do branco (L=100) ao preto (L=0). Para mensuração da diferença total da cor, segundo Drlange (1994), foi utilizada a Fórmula 1, descrita a seguir.

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

4.4 CARACTERIZAÇÕES SENSORIAIS DA BALA DURA

As amostras de balas duras foram avaliadas sensorialmente por testes afetivos e discriminativos.

As amostras foram analisadas no laboratório de sensorial da UTFPR – campus Campo Mourão, através dos testes de aceitação global e testes discriminativos (triangular e tetraédrico).

4.4.1 Teste de Aceitação

Ambas as formulações foram avaliadas por 100 provadores, com relação aos atributos sabor, aparência, aroma e impressão global, utilizando escala hedônica de 9 pontos (9 = gostei muitíssimo, 1 = desgostei muitíssimo) (DUTCOSKY, 2007).

Os resultados da análise sensorial foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância.

| TESTE DE ACEITAÇÃO | |
|--|--------------------------|
| Nome: _____ | Data: ____/____/____ |
| Você está recebendo uma amostra de bala. Prove-a e diga o quanto você gostou ou desgostou de sua cor, sabor, aroma, aparência e impressão global, de acordo com a escala abaixo: | |
| 9 – gostei muitíssimo | Código da amostra: _____ |
| 8 – gostei muito | Cor: _____ |
| 7 – gostei moderadamente | Sabor: _____ |
| 6 – gostei ligeiramente | Aroma: _____ |
| 5 – não gostei/nem desgostei | Aparência: _____ |
| 4 – desgostei ligeiramente | Impressão global: _____ |
| 3 – desgostei moderadamente | |
| 2 – desgostei muito | |
| 1 – desgostei muitíssimo | |
| Comentários: _____ | |
| _____ | |

QUADRO 1 – Modelo de ficha para o teste de aceitação de bala.

4.4.2 Teste Triangular

As amostras de balas foram submetidas ao teste triangular (ABNT-NBR, 1993). Foram oferecidas aos julgadores não treinados três amostras, sendo duas iguais e uma diferente, codificadas com números de três dígitos aleatórios apresentadas em todas as combinações possíveis. Após explicar o procedimento do teste, foi solicitado aos participantes a avaliar as amostras, da esquerda para a direita, e identificar qual a amostra é diferente. O provador consumiu água mineral, em temperatura ambiente, entre as amostras, como branco. Os resultados deste teste foram analisados através do software V-Power disponível no site <http://www.opp.nl/uk/software/v-power/index.html>.

| | |
|---|----------------------|
| TESTE TRIANGULAR | |
| Nome: _____ | Data: ____/____/____ |
| Você está recebendo três amostras codificadas. Duas amostras são iguais e uma é diferente. Por favor, avalie a COR das amostras da esquerda para a direita e escreva o número da amostra com a COR DIFERENTE. | |
| _____ | |
| Comentários _____ | |
| _____ | |

QUADRO 2 - Modelo de ficha para o teste triangular de bala.

4.4.3 Teste Tetraédrico

As amostras de balas foram avaliadas pelo teste Tetraédrico (Ennis, 2012). Neste teste, quatro amostras foram apresentadas aos provadores, sendo duas amostras de um grupo e duas de outro. Os provadores foram convidados a agrupar as amostras em dois grupos, com base na semelhança entre as amostras. Os resultados deste teste foram analisados através do software V-Power disponível no site <http://www.opp.nl/uk/software/v-power/index.html>.

| TESTE TETRAÉDRICO | |
|--|-------|
| Nome: _____ Data: ____/____/____ | |
| Você está recebendo quatro amostras codificadas. Duas amostras são iguais e duas são diferentes. Por favor, avalie a COR das amostras da esquerda para a direita e agrupe as amostras em dois grupos, anotando abaixo o número das amostras. O primeiro grupo na primeira coluna e o segundo grupo na segunda coluna. | |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| Comentários _____ | |
| _____ | |

QUADRO 3 - Modelo de ficha para o teste tetraédrico de bala.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DA BALA DURA

5.1.1 pH

Com relação ao pH, parâmetro intrinsecamente associado à acidez, foi observado valor adequado (3,5), em ambas as formulações (tartrazina e curcumina nanoencapsulada), uma vez que é recomendado, conforme indicações de fabricantes de balas, valores entre 3,0 a 4,0 para balas.

De acordo com Morais (2012), a determinação do pH de uma dada substância é fundamental para reconhecer o caráter ácido ou alcalino da amostra, onde a adição de ácido cítrico, influencia diretamente o valor de pH do produto.

No processo de fabricação de balas duras são adicionados ácidos orgânicos para realçar o sabor. O pH está diretamente relacionada à quantidade de ácido adicionado. Baixa acidez implica em produtos com sabor alterado e alta acidez acelera o processo de hidrólise da sacarose, formando açúcares simples como glicose e frutose. Quando isto acontece, a bala apresenta maior tendência em absorver água do ambiente, reduzindo assim a vida útil (SPANEMBERG, 2010).

A acidez de uma bala é um parâmetro bastante relevante e o adequado equilíbrio entre doçura, aroma e acidez contribui para o sabor da mesma e conseqüentemente para maior aceitação do produto.

5.1.2 Cor

A cor é o primeiro critério utilizado na aceitação ou rejeição, por isso, na indústria de alimentos a cor é um atributo importante (Batista, 1994). A adição de corantes nos alimentos é, muitas vezes, uma exigência do consumidor. Se a cor for

atraente, dificilmente o alimento não será ingerido ou, pelo menos, provado (Silva et al., 2000).

Os valores médios obtidos para os parâmetros L^* , a^* e b^* estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Média dos valores obtidos para os parâmetros referentes à cor.

| Parâmetros | Média dos valores | |
|------------|-------------------|-----------|
| | Tartrazina | Curcumina |
| L^* | 62,93 | 57,15 |
| a^* | -5,41 | -8,79 |
| b^* | 46,90 | 50,03 |

A luminosidade (L^*) foi maior na bala utilizando o corante tartrazina do que quando utilizando o corante curcumina nanoencapsulada, evidenciando valores de luminosidade que caracterizam cores mais claras, isto por estarem mais próximos ao branco puro.

Os valores de a^* obtidos encontraram-se todos na faixa negativa, onde evidência que as balas produzidas com ambos os corantes possuem coloração esverdeada.

Para o parâmetro b^* obtiveram valores positivos para ambos os corantes utilizados, indicando assim que as balas apresentam coloração amarela.

Para verificar efetivamente se as balas obtiveram cores diferentes, foi calculada a diferença de cor, ΔE , onde se obteve o valor de 5,73. Isto mostra que as balas apresentaram tonalidades diferentes, pois a bala utilizando o corante natural curcumina nanoencapsulada obteve valores referentes ao parâmetro a^* mais altos (-8,79), por isso sua tonalidade se assemelha mais ao verde.

No caso de balas duras, se a superfície do produto não é uniforme com relação à cor, medidas pontuais podem exigir um grande número de determinações e/ou não ser representativas. Além dessa dificuldade, a superfície do produto não é lisa, dificultando o contato com os sensores de medida (ROMÃO et al., 2006).

A utilização do colorímetro fez-se necessário para obterem-se condições mais padronizadas das amostras para conseqüentes análises sensoriais, para que não fosse perceptível a diferença de cor.

5.2 ANÁLISES SENSORIAIS DAS BALAS

5.2.1 Teste de Aceitação Global

Os resultados médios obtidos no teste afetivo para avaliação da intensidade dos atributos cor, sabor, aroma, aparência e impressão global das formulações com tartrazina e curcumina nanoencapsulada estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Médias da aceitação sensorial para os atributos avaliados nas balas de abacaxi elaboradas com os corantes tartrazina e curcumina nanoencapsulada.

| Atributos | Tratamentos | |
|------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Tartrazina | Curcumina |
| Cor | 7,23 ±1,15 ^b | 7,78± 0,84 ^a |
| Sabor | 7,62±1,00 ^a | 7,41±1,13 ^a |
| Aroma | 6,06±1,33 ^a | 6,15±1,42 ^a |
| Aparência | 6,92±1,01 ^a | 7,18±1,15 ^a |
| Impressão global | 7,27±0,89 ^a | 7,43±0,86 ^a |

- Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si (p>0,05).

O teste de aceitação avalia o quanto um consumidor gosta ou desgosta de um determinado produto (ESTEVES, 2009).

Verificou-se que estas duas formulações não diferiram entre si ao nível de 5% de significância em relação à aceitação do atributos sabor, aroma, aparência e

impressão global, para os quais os valores médios obtidos correspondem aos pontos médios das escalas utilizadas, isto é, "gostei muitíssimo/desgostei muitíssimo". Quanto à cor, pode-se observar que a amostra elaborada com curcumina nanoencapsulada é significativamente mais aceita ($p < 0,05$) que a bala elaborada com tartrazina. Tais dados comprovam que substituição do corante artificial pelo natural é possível sensorialmente, possibilitando a obtenção de um produto com aceitação sensorial igual ou até melhor que o produto tradicional.

A cor é um dos fatores que mais influência significativamente a aceitabilidade do produto. Geralmente é utilizada como forte indicador de qualidade, portanto, o desenvolvimento de produtos de aparência atrativa é importante para a indústria de alimentos. Os corantes são utilizados para restituir, melhorar ou padronizar a cor dos produtos alimentícios (SILVA et al., 2000).

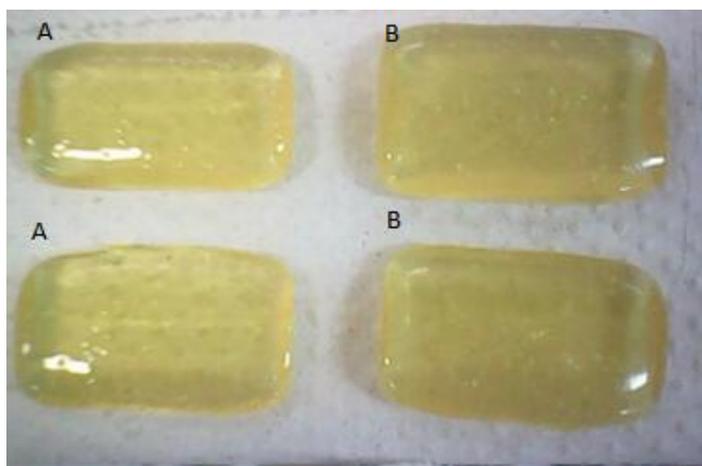


Figura 2. Balas de abacaxi elaboradas com tartrazina (A) e com curcumina (B).

É sabido que a cor de um alimento está associada ao seu sabor e, por isso, influência muito na decisão da compra. Entretanto, as cores vibrantes e intensas proporcionadas pelos corantes artificiais, como a tartrazina, estão deixando de ser um diferencial positivo na decisão do consumidor (CORANTEC, 2012).

As balas são alimentos bastante apreciados por crianças e jovens, por isso a preocupação na substituição de um corante artificial por um natural, para que não somente traga uma aparência agradável ao produto, mas também benefícios ao consumidor.

5.2.2 Teste triangular

Este teste objetiva verificar se existe diferença entre duas amostras que sofreram tratamentos diferentes, como verificar se mudanças de ingredientes, processamento, embalagem ou estocagem, acarretou alterações sensoriais no produto (ESTEVES, 2009). Essa diferença avaliada foi a cor.

Neste teste, verificou-se que 67 dos 100 provadores perceberam a diferença entre as balas elaboradas com curcumina nanoencapsulada e com tartrazina. Este resultado permite concluir que as amostras são diferentes ao nível de 5% de significância. O valor de p encontrado ($p < 0,001$) permite afirmar que as amostras são diferentes.

5.2.3 Teste tetraédrico

Neste teste, o provador recebeu quatro amostras (provenientes de 2 tratamentos) e foi requisitado a agrupá-las duas a duas por similaridades. Verificou-se que 62 dos 100 provadores agruparam as amostras de forma correta. Este resultado permite concluir que as amostras são diferentes ao nível de 5% de significância. O valor de p encontrado ($p < 0,001$) permite afirmar que as amostras são diferentes.

Os resultados obtidos nos testes discriminativos realizado com as balas com tartrazina e curcumina nanoencapsulada indicam que os produtos são diferentes entre si. No entanto, o teste de aceitação indicou que a cor da bala elaborada com curcumina nanoencapsulada foi melhor que a cor do produto elaborado com o corante artificial. Esse resultado permite concluir que a substituição dos corantes resulta em produtos diferentes, entretanto, com maior aceitação pelo produto elaborado com corante natural.

6 CONCLUSÃO

As balas duras elaboradas apresentaram-se dentro dos parâmetros de qualidade físico-químicos considerados adequados para esse tipo de produto, podendo assim, serem comercializadas e consumidas com segurança.

Através da análise da cor pelo colorímetro podem-se obter amostras mais padronizadas para as conseqüentes análises sensoriais, mas devido os corantes não terem tonalidades semelhantes, foi possível observar diferença na cor.

As balas duras analisadas obtiveram boas avaliações por parte dos julgadores, tendo sido aceitas nos testes sensoriais.

No teste de aceitação global observou-se que os julgadores não perceberam diferença em relação à intensidade do sabor, aroma, aparência e impressão global entre as amostras apresentadas. Já em relação à cor, pode-se observar que a amostra elaborada com curcumina nanoencapsulada foi significativamente mais aceita do que a bala elaborada com tartrazina.

Com relação aos testes de diferença (triangular e tetraédrico), ambos indicaram que as amostras são diferentes.

Constatou-se neste trabalho que os resultados obtidos tiveram uma maior aceitação da bala dura utilizando o corante natural curcumina nanoencapsulada. Isto mostra uma boa resposta do consumidor perante a substituição do corante artificial.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Hasenclever. Tecnologia de balas e chicletes In: KHALIL, T.A. **Verificação dos pontos críticos numa linha de processamento de balas duras**. 2004. 54f. Trabalho de conclusão de curso-Engenharia de Alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiânia. Alimentos Industrializados Disponível em: <<http://www.consumidorbrasil.com.br/alimentosindustrializados>>. Acesso em: 08 out. de 2014.

ALMEIDA, MP. Aplicação de Amidos de Milho e Xarope de Glicose na fabricação de Balas de Goma In: KHALIL, T.A. **Verificação dos pontos críticos numa linha de processamento de balas duras**. 2004. 54f. Trabalho de conclusão de curso-Engenharia de Alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiânia.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 387, de 05 de agosto de 1999. Regulamento técnico que aprova o uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos 5: Balas, Confeitos, Bombons, Chocolates e Similares. **ANVISA**. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 20 ago. 2013.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Informe Técnico nº. 30, de 24 de julho de 2007 (a). Considerações sobre o corante amarelo tartrazina. **ANVISA**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/index.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC internacional**. 17. ed. Gaithersburg - EUA, 2003.

Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados – **ABICAB**. Disponível em: <<http://www.abicab.org.br>>. Acesso em: 20 Abr. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12994**: Métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas – classificação. Rio de Janeiro, 1993.

Batista CLLC (1994). **Produção e avaliação da estabilidade de corante hidrossolúvel de urucum**. 71 p. 1. ed. Ed.UFLA. Brasil.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **ANVISA**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucao/12/78.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

BUZANELLO, R. A. S. **Nanoencapsulação de curcumina em polímeros biodegradáveis/biocompatíveis.** Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/medianeira/cursos/mestradosdoutorados/OfertadosnesteCampus/ppgta/qualificacaodefesa/MD_PPGTA_M_BuzanelloRosanaAparecidadaSilva_2013.pdf>. Acesso em: 10 set. 2013.

CALGAROTO, Cléber; MICHELS, Rudah; CARVALHO, Daniele Souza de; PINTO, Ellen Porto. **Elaboração e análise sensorial de balas duras com diferentes formulações.** Disponível em: <<http://www.ufpel.edu.br/Fic/arquivos.doc>>. Acesso em: 15 out. 2014.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos.** Curitiba: Editora Champagnat, 2a edição, 2007.239p.

ESTEVES, Eduardo. **Análise Sensorial.** Disponível em: <http://w3.ualg.pt/esteves/docs/Microsoft/Word/AnaliseSensorial_091.pdf>. Acesso em: 15 out. 2014.

FADINI, Ana Lúcia; QUEIROZ, Marise. **Estudo da estabilidade física das balas duras adicionadas de lactato de sódio.** Campinas, 2002. Disponível em:<<http://www.purac.com/documents/publications/Balas>>. Acesso em: 03 nov. 2014.

FADINI, Ana Lúcia; QUEIROZ, Marise. Estudo da estabilidade física das balas duras adicionadas de lactato de sódio. **Verificação dos pontos críticos numa linha de processamento de balas duras.** 2004. 54f. Trabalho de conclusão de curso-Engenharia de Alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiânia.

FERREIRA, P. B. **Balas e Caramelos.** Disponível em: <<http://quimicadealimentos.files.com/balas-e-caramelos.doc>>. Acesso em: 03 nov. 2014.

GOMES, L. M. M. **Inclusão de carotenoides de pimentão vermelho em ciclodextrinas e avaliação de sua estabilidade, visando aplicação em alimentos.** Disponível em: <http://www.uff.br/tde_arquivos/Publico/lidiane.pdf>. Acesso em: 15 out. 2014.

HARDER, M. N. C.; CANNIATI, S. G.; ARTHUR, V. **Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum.** Piracicaba, 2007. Disponível em:

<http://www.fmv.utl.pt/spcv/PDF/pdf12_2007/339-342.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2014.

LUCCAS, V. **Processamento de balas duras e mastigáveis**. Tecnologia de fabricação de balas. Manual técnico n.17. Campinas SP-ITAL, 1999, 100p.

MACHADO, V. P. O. **Conservação e Rotulagem de Alimentos**. Disponível em:<<http://www.eteavare.com.br/arquivos/riscos/corante/tartrazina.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2013.

MORAES, Júlio. **O valor do pH**. Disponível em: <http://www.videos.uevora.pt/quimica.para.todos/valor_ph.pdf>. Acesso em: 09 out. 2014.

NITZKE, J. A. **Balas e Confeitos**. Porto Alegre: UFRGS - Departamento de Tecnologia de Alimentos, 2012. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus/ita02014/hm/balas.html>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C. **Análises de materiais biológicos**. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/analise_matbiologico.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2014.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. **Corantes artificiais em alimentos**. Disponível em: <<http://servbib.fcfar.unesp.br/ser/index.php/alimentos/article/viewFile/744>>. Acesso em: 03 nov. 2014.

ROMÃO, R. B. M.; YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T. **Metodologia para Avaliação de Cristalização em Balas Duras por Imagem Digitalizada**. Braz. J. Food Technol., v.9, n.2, p.151-155, abr./jun. 2006. Disponível em:<<http://bj.ital.sp.gov.br/artigos/html/busca/PDF/v9n2244a.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2014.

SILVA, J.; ALBINO, L.T.; GODÓI, M. **Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos**. 2000. Revista Brasileira de Zootecnia, 29, 1435-1439.

SPANEMBERG, F. E. M. **Planejamento de experimentos com mistura no estudo da vida útil de balas duras**. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'oeste. 2010. Disponível em: <https://www.unimep.br/phg/bidig/pdfs/docs/1503201_flavio_spanemberg.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2014.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. **Pigmentos naturais bioativos**. Disponível em:<<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/index/alimentos/article.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2014.