



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

ERICA PRIULLI

**APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA
(OKARA) NA ELABORAÇÃO DE TAPIOCA**

PALMAS

2020



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

ERICA PRIULLI

**APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA
(OKARA) NA ELABORAÇÃO DE TAPIOCA**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins, como exigência para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Caroline Freitas Roberta Pires

Linha de pesquisa do PPGCTA: Controle de qualidade e segurança alimentar.

PALMAS

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ERICA PRIULLI

APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA (OKARA) NA ELABORAÇÃO DE TAPIOCA

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 10 de fevereiro de 2020, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof. Dr. Aroldo Arevalo Pinedo UFT

Prof. Dr. Joenes Mucci Peluzio UFT

Prof.ª Dr.ª Caroline Roberta Freitas Pires Orientador – UFT

Agradecimentos

Para que esse trabalho fosse possível, contei com o apoio direto ou indireto de pessoas e instituições às quais estou profundamente grata.

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da minha vida e de minha família.

Agradeço a meu pai José e minha mãe Telma, por serem incansáveis em me ensinar os valores que levo para a vida.

Ao meu querido irmão Vinícius, pois mesmo estando longe em vários momentos de nossas vidas, sempre torceu pelo meu crescimento profissional.

A minha tia Cida, pois mesmo distante, tem vivenciado comigo cada momento do meu aprendizado nessa caminhada.

Ao meu namorado Gabriel, por ser um grande incentivador em minha busca por conhecimento.

A nutricionista Elisama, por me apoiar a iniciar este curso de Pós Graduação, por acreditar que poderia ser possível, e simplesmente me falar que eu iria conseguir.

A empresa Vogue Alimentação, por acreditar no meu sonho pessoal, e me incentivarem a estudar, especialmente em nome dos gestores Liliane, José Roberto, Ariane e Dalierme.

A todos os colaboradores da restaurante universitário da UFT e da cozinha do Hospital Geral de Palmas, pois não houve um dia se quer que não me deram forças para seguir na busca por aprendizado, seja na universidade, seja aprendendo com eles mesmos sobre determinação dentro das nossas cozinhas.

Agradeço aos profissionais da UFT técnicos de laboratório Douglas e Cristiane, e ao professor Clemilson, por compartilharem comigo parte do seu tempo e de seu conhecimento.

Agradeço a todos os professores da UFT, que em algum momento me auxiliaram nessa trajetória.

Agradeço em especial a professora Caroline, pela oportunidade de ser sua aluna. Seu profissionalismo e competência foi um diferencial para o início de minha caminhada enquanto pesquisadora.

RESUMO

A okara é um subproduto do processamento do extrato hidrossolúvel de soja (EHS). Este resíduo possui elevada qualidade nutricional em função do conteúdo de proteínas, fibras e ácidos graxos essenciais. A proposta deste trabalho foi desenvolver um produto do tipo tapioca, com substituição parcial do polvilho por farinha de okara, com características sensoriais e nutricionais satisfatórias. Foram realizadas análises físico-químicas, tecnológicas, microbiológicas, sensoriais e quanto a qualidade nutricional dos lipídeos presentes nas amostras de tapioca enriquecidas com farinha de okara nas proporções de 0% (FP) 15% (F15), 30% (F30), 40% (F40) e 50% (F50). A formulação F50 apresentou teores superiores de proteína, lipídeos, fibras, umidade e cinzas. A presença da farinha de okara acarretou em aumento na capacidade de absorção (IAA) de água e óleo (IAO). Ocorreu o deslocamento para valores positivos e crescentes para a^* e b^* , que indicam pigmentação vermelha e amarela em amostras com maiores concentrações de farinha de okara. Os valores de L^* indicaram a menor luminosidade em amostras acrescidas de farinha de okara. Nos testes de aceitação, não houve diferença sensorial significativa entre as formulações, para os atributos aroma, sabor e impressão global. As amostras enriquecidas com farinha de okara apresentaram melhor textura em relação às tapiocas tradicionais. A adição do resíduo de soja não interferiu na intenção de compra das tapiocas pelo consumidor. Pelo teste de ordenação a formulação F30 foi indicada como a mais preferida pelos provadores. Na análise sensorial descritiva foram definidos seis termos descritores sendo estes: cor, aroma de soja, sabor de soja, sabor de polvilho, maciez e crocância. Houve aumento significativo da coloração amarronzada e no aroma de soja com a adição de okara, sendo que os maiores valores foram apresentados pela formulação F50. Os provadores julgaram que as amostras de tapioca com adição de farinha de okara apresentaram aumento na sua maciez. Quanto à qualidade nutricional, observou-se que a presença de farinha de okara reduziu os índices de aterogenicidade e de trombogenicidade, alterou de forma desejável na relação h/H e P/S e reduziu a relação $\omega 6/\omega 3$. O perfil de ácidos graxos apresentados pelas tapiocas bem como os índices de qualidade nutricional, indicaram que o alimento teve o seu perfil lipídico beneficiado com a adição de farinha de okara. Conclui-se que o aproveitamento do resíduo de soja (okara), consiste em uma alternativa viável para agregar valor nutricional com qualidade sensorial satisfatório em tapiocas.

Palavras-Chave: Qualidade nutricional. Análise sensorial. Ácidos graxos.

ABSTRACT

Okara is a by-product of processing water-soluble soy extract (EHS). This residue has high nutritional quality due to the content of proteins, fibers and essential fatty acids. The purpose of this work was to develop a tapioca type product, with partial replacement of the starch by okara flour, with satisfactory sensory and nutritional characteristics. Physical-chemical, technological, microbiological, sensory analyzes were carried out and regarding the nutritional quality of the lipids present in tapioca samples enriched with okara flour in the proportions of 0% (FP) 15% (F15), 30% (F30), 40 % (F40) and 50% (F50). Formulation F50 showed higher levels of protein, lipids, fibers, moisture and ash. The presence of okara flour increased the absorption capacity (IAA) of water and oil (IAO). There was a shift to positive and increasing values for a^* and b^* , which indicate red and yellow pigmentation in samples with higher concentrations of okara flour. The L^* values indicated the lowest luminosity in samples added with okara flour. In the acceptance tests, there was no significant sensorial difference between the formulations, for the aroma, flavor and overall impression attributes. Samples enriched with okara flour showed better texture than traditional tapioca. The addition of soybean residue did not interfere with the consumer's intention to purchase tapioca. By the ordination test the formulation F30 was indicated as the most preferred by the tasters. In the descriptive sensory analysis, six descriptive terms were defined: color, soy aroma, soy flavor, starch flavor, softness and crispness. There was a significant increase in brown color and soy aroma with the addition of okara, the highest values being presented by formulation F50. The tasters judged that tapioca samples with the addition of okara flour showed an increase in their softness. As for the nutritional quality, it was observed that the presence of okara flour reduced the atherogenicity and thrombogenicity indexes, desirably changed the H / H and P / S ratio and reduced the ω_6 / ω_3 ratio. The fatty acid profile presented by tapioca as well as the nutritional quality indexes indicated that the food had its lipid profile benefited with the addition of okara flour. It is concluded that the use of soybean residue (okara) is a viable alternative to add nutritional value with satisfactory sensory quality in tapioca.

Keywords: Nutritional quality. Sensory analysis. Fatty acids.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Formulação da tapioca padrão e enriquecidas com farinha de okara. | 18 |
| Tabela 2. Valores médios da composição nutricional da farinha de okara (g/100g) do presente estudo e em comparação com a literatura..... | 22 |
| Tabela 3. Composição centesimal de tapiocas com diferentes concentrações de farinha de okara..... | 23 |
| Tabela 4. Parâmetros de cor das amostras de tapioca e da farinha de okara. | 27 |
| Tabela 5. Parâmetros de índice de absorção de água (IAA) e índice de absorção de óleo (IAO) das misturas de polvilho/farinha de okara..... | 28 |
| Tabela 6. Resultados das análises microbiológicas das formulações de tapiocas esquecidas com farinha de okara..... | 30 |
| Tabela 7. Valores das médias dos atributos sensoriais para as formulações de tapioca com adição de okara..... | 32 |
| Tabela 8. Índice de aceitabilidade (%) dos atributos sensoriais testados para formulações de tapiocas com adição de okara..... | 34 |
| Tabela 9. Formulações da tapioca padrão e enriquecidas com farinha de okara..... | 42 |
| Tabela 10. Atributos sensoriais levantados pela equipe de julgadores, suas respectivas definições e padrões que ancoram os extremos da escala não estruturada..... | 44 |
| Tabela 11. Escores médios conferidos aos atributos da análise sensorial para as formulações de tapioca com adição de okara avaliadas pelo método da ADQ..... | 46 |
| Tabela 12. Diferença de soma de ordens entre as amostras quanto à preferência dos julgadores obtida pelo teste de ordenação da preferência..... | 51 |
| Tabela 13. Formulações da tapioca padrão e enriquecidas com farinha de okara..... | 56 |
| Tabela 14. Formulações da tapioca padrão e enriquecidas com farinha de okara..... | 57 |
| Tabela 15. Composição de ácidos graxos das amostras. | 59 |
| Tabela 16. Índices de qualidade nutricional da fração lipídica das tapiocas com adição de farinha de okara..... | 61 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Histogramas de frequência quanto à avaliação sensorial das tapiocas enriquecidas com farinha de okara.33
- Figura 2: Formulações de tapioca. A. FP: Tapioca padrão contendo 100% de polvilho. F15: Tapioca contendo 15% de farinha de okara; C. F30: Tapioca contendo 30% de farinha de okara; D. F40: Tapioca contendo 40% de farinha de okara; E. F50: Tapioca contendo 50% de farinha de okara..... 47
- Figura 3. Gráfico de aranha representativo da análise descritiva quantitativa da tapioca com adição de okara.....50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------------------|---|
| ADQ | Análise Descritiva Quantitativa |
| AGI | Ácido graxo insaturado |
| AGMI | Ácido graxo mono-insaturado |
| AGPI | Ácido graxo poli-insaturado |
| AGS | Ácido graxo saturado |
| ANVISA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| AOAC | Association of official analytical Chemists |
| EHS | Extrato hidrossolúvel de soja |
| DCV | Doença cardiovascular |
| DMS | Diferença Mínima Significativa |
| F15 | Formulação de tapioca enriquecida com 15% de farinha de okara |
| F30 | Formulação de tapioca enriquecida com 30% de farinha de okara |
| F40 | Formulação de tapioca enriquecida com 40% de farinha de okara |
| F50 | Formulação de tapioca enriquecida com 50% de farinha de okara |
| FC | Fator de Correção |
| FO | Farinha de okara |
| FP | Formulação de tapioca padrão, preparada com 100% de polvilho |
| g | Gramas |
| H/H | Razão hipocolesterolêmica/hipercolesterolêmica |
| HDL | Hight Density Lipoprotein |
| IA | Índice de aceitabilidade |
| IAA | Índice de absorção em água |
| IAO | Índice de absorção em óleo |
| kcal | Quilocalorias |
| LDL | Low Density Lipoprotein |
| mg | Miligrama |
| mL | Mililitro |
| NMP | Número mais provável |
| P/S | Relação ácidos graxos poli-insaturados e saturados |
| UFC | Unidade Formadora de Colônia |
| $\omega 6/\omega 3$ | Relação ômega 6 e ômega 3 |

Sumário

| | |
|---|-----------|
| RESUMO | 5 |
| ABSTRACT | 6 |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 12 |
| 1.1. Objetivo geral..... | 14 |
| 2. ARTIGO 1. Avaliação físico-química, tecnológica e sensorial de tapioca enriquecida com farinha de okara..... | 15 |
| RESUMO | 15 |
| 2.1. INTRODUÇÃO | 16 |
| 2.2. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 17 |
| 2.2.1. Análises físico-químicas | 19 |
| 2.2.2. Análises tecnológicas de absorção de água e de óleo..... | 20 |
| 2.2.3. Qualidade microbiológica..... | 20 |
| 2.2.4. Análise sensorial afetiva..... | 20 |
| 2.2.5. Comitê de ética | 21 |
| 2.2.6. Análise estatística | 21 |
| 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 21 |
| 2.3.1. Composição centesimal | 21 |
| 2.3.2. Análises Tecnológicas de IAA e IAO | 28 |
| 2.3.3 Análise microbiológica | 30 |
| 2.3.4. Análise sensorial afetiva..... | 31 |
| 2.3.5. Custo de produção das tapiocas..... | 35 |
| 2.4. CONCLUSÃO | 35 |
| 2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 35 |
| 3. ARTIGO 2. Utilização da análise descritiva quantitativa para avaliação sensorial de tapiocas com adição de okara..... | 40 |
| RESUMO | 40 |
| 3.1. INTRODUÇÃO | 41 |
| 3.2. MATERIAIS E MÉTODOS | 42 |
| 3.2.1. Elaboração das tapiocas enriquecida com farinha de okara..... | 42 |
| 3.2.2. Análise sensorial descritiva quantitativa..... | 43 |
| 3.2.3. Análise sensorial afetiva..... | 45 |
| 3.2.4. Análise estatística | 45 |
| 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 46 |
| 3.3.1. Avaliação Sensorial Descritiva Quantitativa | 45 |

| | |
|---|----|
| 3.3.2. Teste sensorial afetivo | 51 |
| 3.4. CONCLUSÃO | 51 |
| 4. ARTIGO 3. Avaliação da qualidade nutricional de tapioca enriquecida com farinha de okara. | 54 |
| RESUMO | 54 |
| 4.1. INTRODUÇÃO | 55 |
| 4.2. MATERIAIS E MÉTODOS | 56 |
| 4.2.1. Matéria prima e obtenção das tapiocas | 56 |
| 4.2.2. Determinação do perfil lipídico | 57 |
| 4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 58 |
| 4.3.1. Composição dos ácidos graxos | 58 |
| 4.3.2. Qualidade nutricional das tapiocas | 61 |
| 4.3.2.1. Índice de aterogênicidade (IA) e Índice de trombogênicidade (IT) | 61 |
| 4.3.2.2. Razão de ácidos graxos poliinsaturados e saturados (P/S) | 62 |
| 4.3.2.3. Σ ácidos graxos hipocolesterolêmicos/ Σ ácidos graxos hipercolesterolêmicos (h/H)..... | 62 |
| 4.3.2.4. Razão $\omega 6/\omega 3$ | 62 |
| 5. CONCLUSÃO | 63 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 63 |
| CONCLUSÃO GERAL | 66 |
| REFERÊNCIAS | 67 |
| APÊNDICES | 68 |
| Apêndice I. Modelo da ficha utilizada na avaliação de ADQ das amostras de tapioca..... | 68 |
| ANEXOS | 69 |
| Anexo I. Questionário de análise sensorial afetiva | 69 |
| Anexo II. Ficha de análise de intenção de compra | 70 |
| Anexo III. Teste de preferência por ordenação | 71 |
| Anexo IV. Ficha de teste triangular | 72 |

1. INTRODUÇÃO GERAL

A soja é a cultura de maior destaque na safra brasileira de grãos. O Brasil é o segundo produtor mundial de soja. De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019), na safra de 2018/2019 a produção do grão no Brasil foi de 154 milhões de toneladas.

O grão da soja é um produto que pode tanto ser consumido na sua forma *in natura*, como ser processado e transformado em outros produtos prontos para o consumo ou em ingredientes da indústria, como exemplo na produção de produtos fermentados de soja (misso, shoyo e tempeh), produção de óleo de soja, obtenção da lecitina de soja, produção da farinha de soja e na produção de extrato hidrossolúvel de soja (EHS) (SBAN, 2015).

No processo de extração da fração aquosa utilizada para a produção de EHS, são gerados 1,2kg de resíduo de moagem (okara) para cada 1 kg de soja processada (GUIMARÃES et al., 2018a). Este subproduto do EHS é um considerável problema de eliminação para a indústria, no entanto, pode ser uma alternativa como componente na alimentação humana, visto que a há um interesse no seu valor nutricional (GUIMARÃES et al., 2018a). Este resíduo possui alto teor de umidade, em torno de 70% a 80%, o que o torna suscetível à deterioração e, portanto, é frequentemente despresado pela indústria alimentícia. No entanto, a okara ainda contém muitos nutrientes, com base no peso seco, possui aproximadamente 50% de carboidratos, 20 a 30% de proteínas e 10 a 20% de lipídios, bem como minerais e fitoquímicos (VONG & LIU 2016).

A utilização da soja e seus derivados é um segmento de mercado em expansão. Pesquisadores e indústrias estão cada vez mais preocupados em disponibilizar alimentos à base de soja, tornando-os enriquecidos nutricionalmente, principalmente pelo seu elevado teor de proteínas, além do aspecto funcional e do desenvolvimento sustentável, através do reaproveitamento de subprodutos (YOSHIDA et al., 2014).

Segundo Tavares et al. (2016) o processamento de alimentos a partir de incorporação de co-produtos da indústria pode agregar valores nutricionais no produto final. Outra característica importante desse subproduto, consiste na ausência de glúten em sua composição, sendo por isso adequada para celíacos (OSTERMANN-PORCEL et al., 2017).

A tapioca, assim como a okara, é isenta de glúten, e entrou no gosto popular em 2006, quando foi considerada como patrimônio histórico, cultural e material da cidade de Olinda. O produto é cada vez mais comum e consumido de diferentes maneiras não somente em feiras

livres, mas em shoppings e tapiocarias (MENEZES, 2014). Do ponto de vista nutricional, o polvilho utilizado na produção da tapioca (e também utilizado na elaboração de outros alimentos como peta, biscoito de polvilho, mangulão, pão de queijo entre outros) é considerado um alimento com elevado teor de carboidratos, mas com baixa quantidade e qualidade proteica (DIAS & LEONEL, 2006).

A utilização da soja em alimentos tradicionais tem aumentado. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), “O consumo diário de no mínimo 25 g de proteína de soja pode ajudar a reduzir o colesterol. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis” (ANVISA, 2019).

Sabendo que a okara contém uma quantidade considerável de proteínas, fibras e gorduras, entre outros nutrientes, é de suma importância conhecer as diferentes maneiras pelas quais se poderiam utilizar a soja e seus subprodutos na alimentação humana devido ao seu custo relativamente baixo. Desta forma, a determinação da aceitação de um alimento é parte crucial no processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos.

Diante do exposto, o objetivo dessa pesquisa foi utilizar o subproduto okara em formulações de tapioca, visando a obtenção de um produto com características sensoriais, tecnológicas e nutricionais satisfatórias.

1.1. **Objetivo geral**

Aproveitar o resíduo do extrato hidrossolúvel de soja (okara) na elaboração de tapiocas.

Objetivos específicos

- Caracterizar a matéria-prima para a formulação da tapioca com adição de okara.
- Elaborar tapiocas enriquecidas com o resíduo gerado na obtenção do extrato hidrossolúvel de soja (okara).
- Realizar análises físico-químicas das tapiocas com adição de okara.
- Avaliar os atributos tecnológicos das misturas de farinha de polvilho e okara.
- Avaliar a qualidade microbiológica das tapiocas com adição de okara.
- Realizar a análise sensorial descritiva das tapiocas com adição de okara.
- Aplicar testes sensoriais afetivos para avaliação da aceitação e preferência entre as tapiocas.
- Determinar o perfil de ácidos graxos das tapiocas elaboradas.
- Verificar a qualidade nutricional das tapiocas segundo o seu perfil lipídico.

2. ARTIGO 1. Avaliação físico-química, tecnológica e sensorial de tapioca enriquecida com farinha de okara.

RESUMO

Há um interesse no valor nutritivo e tecnológico da okara gerada a partir da produção do extrato hidrossolúvel de soja, pois esse resíduo pode ser uma alternativa como componente da alimentação humana. Este trabalho teve como objetivo o aproveitamento deste resíduo na elaboração de tapiocas contendo 0% (FP), 15% (F15), 30% (F30), 40% (F40) e 50% (F50) de farinha de okara em substituição ao polvilho. As tapiocas foram analisadas quanto a composição centesimal, cor instrumental, capacidade de absorção de água e de óleo. A avaliação sensorial afetiva foi realizada utilizando escala hedônica de 9 pontos quanto aos atributos sensoriais aroma, sabor, textura e impressão global, além dos testes de intenção de compra e de ordem de preferência. A avaliação microbiológica das formulações de tapioca com adição de farinha de okara apresentaram resultados satisfatórios quanto a qualidade higiênico-sanitária durante as etapas de preparo. A adição da farinha de okara nas formulações F40 e F50 resultaram em teores elevados de fibras (2,5% e 3,17%), lipídeos (3,57% e 3,72), umidade (39,8% e 39,66%) e cinzas (1,21 e 1,21), respectivamente. A formulação F50 apresentou o maior teor de proteínas (12,4%) entre todas as amostras. Os testes tecnológicos indicaram que houve aumento na capacidade de absorção de água à medida que a farinha de okara foi aumentada das amostras e reduziu-se a concentração de polvilho. As misturas de polvilho/farinha de okara apresentaram maior capacidade de absorver óleo em relação a água, e assim como para o índice de absorção de água, maiores concentrações de farinha de okara nas formulações, resultaram em um índice de absorção de óleo superior, sendo os maiores índices identificados nas formulações F40 (6,06), F50 (6,25) e na farinha de okara (6,19). A adição de farinha de okara na formulação padrão influenciou na análise instrumental de cor das tapiocas. Ocorreu o deslocamento para valores positivos e crescentes para a^* e b^* , que indicam pigmentação vermelha e amarela em amostras com maiores concentrações de farinha de okara. Os valores de L^* indicaram menor luminosidade em amostras acrescidas de farinha de okara. Os atributos sensoriais afetivos foram avaliados por 87 provadores não treinados, e mostraram semelhança em relação a aceitação quanto ao aroma, sabor e impressão global entre todas as formulações, tendo esses atributos situados na escala de aceitação entre os termos “gostei ligeiramente” (6) e “gostei moderadamente” (7), numa escala de 1 a 9. As amostras enriquecidas com farinha de okara tiveram aceitação superior quanto o atributo textura em relação a formulação padrão. O teste de intenção de compra, não indicou diferença entre a formulação padrão e as amostras adicionadas de farinha de okara. Os resultados obtidos demonstram a possibilidade da utilização do resíduo de soja (okara) na agregação de valor nutricional e sensorial às tapiocas.

Palavras-chave: Okara, Tapioca. Composição química. Qualidade microbiológica. Análise sensorial.

ABSTRACT

There is an interest in the nutritional and technological value of okara generated from the production of water-soluble soy extract, as this residue can be an alternative as a component of human food. This work had as objective the use of this residue in the elaboration of tapioca containing 0% (FP), 15% (F15), 30% (F30), 40% (F40) and 50% (F50) of okara flour to replace the starch. Tapiocas were analyzed for centesimal composition, instrumental color, water and oil absorption capacity. The affective sensory evaluation was carried out using a 9-point hedonic scale regarding the sensory attributes aroma, flavor, texture and global impression, in addition to the purchase intention and preference order tests. The microbiological evaluation of tapioca formulations with the addition of okara flour showed satisfactory results in terms of hygienic-sanitary quality during the preparation stages. The addition of okara flour in formulations F40 and F50 resulted in high levels of fibers (2.5% and 3.17%), lipids (3.57% and 3.72), moisture (39.8% and 39, 66%) and ash (1.21 and 1.21), respectively. Formulation F50 had the highest

protein content (12.4%) among all samples. Technological tests indicated that there was an increase in the water absorption capacity as the okara flour was increased from the samples and the concentration of starch was reduced. The mixtures of starch / okara flour showed greater capacity to absorb oil in relation to water, and as for the water absorption index, higher concentrations of okara flour in the formulations, resulted in a higher oil absorption index, being the highest indices identified in formulations F40 (6.06), F50 (6.25) and okara flour (6.19). The addition of okara flour in the standard formulation influenced the instrumental color analysis of tapioca. There was a shift to positive and increasing values for a^* and b^* , which indicate red and yellow pigmentation in samples with higher concentrations of okara flour. The L^* values indicated less luminosity in samples added with okara flour. The affective sensory attributes were evaluated by 87 untrained tasters, and showed similarity in terms of acceptance in terms of aroma, flavor and overall impression between all formulations, with these attributes located on the acceptance scale between the terms “I liked it slightly” (6) and “I liked it moderately” (7), on a scale from 1 to 9. Samples enriched with okara flour had superior acceptance in terms of the texture attribute in relation to the standard formulation. The purchase intention test showed no difference between the standard formulation and the added samples of okara flour. The results obtained demonstrate the possibility of using soybean residue (okara) to add nutritional and sensory value to tapioca.

Keywords: Okara. Tapioca. Chemical Composition. Microbiological quality. Sensory analysis.

2.1.INTRODUÇÃO

Para a produção de alimentos como o EHS (extrato hidrossolúvel de soja) e o tofu, é gerado um resíduo conhecido com okara. Este resíduo possui alto teor de umidade, em torno de 70 a 80%, o que o torna suscetível à deterioração. No entanto, o okara ainda contém muitos nutrientes, e há um interesse no seu valor nutricional (VONG & LIU, 2016).

Segundo Pintado & Teixeira (2015), todo resíduo alimentar corresponde a resíduos de carga orgânica elevada, os quais são geralmente obtidos durante transformação de matérias-primas em produtos alimentares resultando em forma líquida ou sólida, enquanto Subprodutos corresponde a uma designação que permite transmitir que “os resíduos alimentares” constituem substratos para a recaptura de compostos funcionais com viabilidade no desenvolvimento de novos produtos com valor de mercado

A utilização de resíduos e subprodutos agroalimentares representa uma necessidade e oportunidade de obtenção e consumo de novos produtos com valor agregado, as cascas e sementes por exemplo são resíduos vegetais com grande concentração de fibras e vitaminas (CAVALCANTI et al., 2019).

Segundo Li et al. (2019), uma grande quantidade de okara é produzida anualmente no mundo, mas apenas uma pequena quantidade é totalmente utilizada. Um dos melhores métodos para preservar a integridade do okara gerada no processamento da soja é a secagem, pois retira a umidade presente na massa úmida após extração do EHS. A okara tem sido objeto de estudo de alguns autores para agregar valor nutricional a alimentos, e também com a finalidade de

determinar o melhor método de secagem e conservação dessa farinha (CANAN et al., 2019, GUIMARÃES et al. 2018b, PINTO & CASTRO, 2008)

As farinhas são muito utilizadas no processamento de diversos produtos de panificação e o seu desempenho tecnológico depende de características funcionais previamente descritas (SANTANA et al., 2017). Neste contexto, alguns estudos tem utilizado farinha de okara para enriquecer o valor nutricional de alimentos, como por exemplo na elaboração de *cookie*, doce de goiaba, hambúrguer, pão de queijo e pão francês (OSTERMANN-PORCEL et al., 2017; 2017; SANTOS et al. 2017, JUNIOR et al., 2013; APLEVICZ & DEMIATE, 2007, BOWLES e DEMIATE, 2006), bem como com a finalidade de estudar as alterações físicas e tecnológicas nos alimentos produzidos com farinha de okara, como por exemplo em *cookie* e biscoito (AHMED et al., 2018, YOSHIDA et al., 2014).

O desenvolvimento de novos produtos requer estudos para conhecer as preferências dos consumidores, otimização e melhoria da qualidade de produtos. A análise sensorial de alimentos é de fundamental importância para medir, analisar e interpretar reações e características dos alimentos e materiais como são percebidos pelos consumidores. A aplicação dos testes sensoriais se torna interessante pela capacidade de conseguir identificar no produto os pontos positivos e negativos percebidos pelo consumidor (Lemes et al., 2018).

Diante do exposto, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de estudar o aproveitamento da farinha de okara em adição de okara em formulações de tapioca visando produzir um alimento com características sensoriais e nutricionais satisfatórias, bem como identificar as alterações físicas e tecnológicas que a farinha de okara propicia ao alimento.

2.2. MATERIAIS E MÉTODOS

Matéria-prima para obtenção das tapiocas

A matéria prima utilizada para obtenção da okara foi composta por grãos de soja e de polvilho adquiridos no comércio de Palmas/TO atentando-se para a integridade das embalagens e também para a data de validade. Para a fabricação da farinha de okara, foram seguidas as recomendações de Boas Práticas de Fabricação (BPF), de acordo com a resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2004). Para o preparo da farinha de okara, a soja foi embebida em água por 12 horas e levada para cozimento. Os grãos foram lavados em água corrente, e triturados em um liquidificador industrial com água de 10:1. Uma vez obtido o EHS, foi retirado o excesso de água da okara com um coador de pano, em seguida a okara úmida foi homogeneizada, pesada, e colocada em

estufa de secagem a 70 °C por 12 horas para a produção de farinha de okara (GUIMARÃES et al. 2018b). A farinha de okara foi triturada em liquidificador e peneirada em peneira de 18 mesh.

Elaboração das Tapiocas

Foram elaboradas cinco formulações de tapioca, sendo uma amostra padrão elaborada com 100% de polvilho e quatro tapiocas com substituição parcial do polvilho por farinha de okara, nas proporções de 15%, 30%, 40% e 50% (Tabela 1).

Para a produção da tapioca, foi utilizada a receita popular que utiliza os seguintes ingredientes: polvilho, água e sal. Os ingredientes adicionados às misturas de polvilho e farinha de okara utilizados para preparo das tapiocas foram iguais para todas as formulações, sendo eles: 50 ml de água, 0,5g de sal e 100g de mistura (polvilho/farinha de okara).

A Tabela 1 a seguir descreve os percentuais de polvilho e farinha de okara que foram utilizados na produção da tapioca:

Tabela 1. Formulação da tapioca padrão e enriquecidas com farinha de okara.

| Ingredientes | Formulações das tapiocas (g) | | | | |
|----------------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | FP | F15 | F30 | F40 | F50 |
| Polvilho (g) | 100 | 85 | 70 | 60 | 50 |
| Farinha de Okara (g) | - | 15 | 30 | 40 | 50 |
| Sal (g) | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Água (ml) | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |

FP: Tapioca padrão contendo 100% de polvilho F15: Tapioca contendo 15% de farinha de okara; F30: Tapioca contendo 30% de farinha de okara; F40: Tapioca contendo 40% de farinha de okara; F50: Tapioca contendo 50% de farinha de okara.

Para o preparo das tapiocas, as misturas de polvilho/farinha de okara (Tabela 1) foram hidratadas em 50 ml de água, adicionadas de 0,5g de sal, homogeneizadas manualmente, peneiradas, e colocadas em uma frigideira antiaderente de 15 cm de diâmetro pré-aquecida, de forma que toda a sua superfície fosse preenchida, com o auxílio de uma colher de polietileno a tapioca foi moldada para que ficasse plana e uniforme até que a tapioca adquirisse a firmeza necessária, em seguida ela foi virada com auxílio de colher, para realizar o cozimento de ambos os lados.

2.2.1. Análises físico-químicas

Composição Centesimal

As amostras de tapioca preparadas foram trituradas em liquidificador doméstico e encaminhadas para o laboratório de Análise de Alimentos da UFT, juntamente com uma amostra de farinha de okara pura, para a determinação da composição nutricional das formulações.

Para a análise da composição centesimal das formulações elaboradas (amostra tradicional e tapioca enriquecida com okara, foram adotadas as normas da *Official methods of the Association of the Agricultural Chemists* (AOAC, 2000).

A análise de umidade foi realizada através de secagem em estufa à 105°C, conforme a metodologia da AOAC, código 925.45b (2000). Para isso, foram pesadas 10 gramas de tapioca trituradas e mantidas em estufa até que fosse atingido o peso constante.

A análise de cinzas foi realizada pelo método de incineração em mufla a 550 °C até peso constante, com a destruição da matéria orgânica, conforme a metodologia recomendada pela AOAC, código AOAC 923.03 (2000).

O teor de lipídios foi determinado pelo método de Soxhlet segundo AOAC, código AOAC 920.39 (2000), foi utilizado o hexano como solvente para a extração dos lipídeos da matéria seca.

Para a quantificação de proteína, foram pesadas de 0,5 gramas de amostra seca e desengordurada. As proteínas foram quantificadas através do método de Kjeldahl da AOAC, código 960.52 (2000).

O teor de fibra bruta das preparações foi obtido a partir da metodologia apresentada por Kamer & Ginkel (1952). Os carboidratos totais ou fração glicídica foram calculados por diferença, ou seja, 100g do alimento menos a soma total dos valores encontrados para umidade, proteína, lipídio, fibras e resíduo mineral fixo.

O valor energético total das formulações foi estimado multiplicando-se os valores obtidos pelos fatores de conversão adequados, sendo proteínas e carboidratos por 4Kcal.g⁻¹, e lipídios por 9 Kcal.g⁻¹ (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

Análise colorimétrica instrumental

Foi realizada utilizando colorímetro digital MINOLTA, modelo CR 400, com os valores de L*, a* e b*. A coordenada L* representa quão clara ou escura é a amostra; a coordenada a* corresponde do verde ao vermelho e a coordenada b*, a intensidade de azul ao amarelo, determinados segundo os parâmetros D65 (luz do dia) e 10° (ângulo do observador), em três

pontos diferentes de cada amostra, em triplicata. Foi realizada análise de colorimetria em 6 amostras, sendo elas: farinha de okara, F15, F30, F45 e F50.

2.2.2. Análises tecnológicas de absorção de água e de óleo

Na caracterização das propriedades funcionais tecnológicas das misturas de farinha, foram realizadas as análises de índice de absorção de água (IAA) e índice de absorção de óleo (IAO) segundo a metodologia desenvolvida por Anderson et al. (1969).

2.2.3. Qualidade microbiológica

Para avaliar a qualidade microbiológica da farinha de okara e das formulações de tapioca com adição de okara, consideraram-se os padrões microbiológicos para produtos à base de soja, bem como para produtos à base de féculas (RDC 331,2019; RDC 12, 2001; LEITÃO, 1988).

2.2.4. Análise sensorial afetiva

Os testes de aceitação foram realizados na Universidade Federal do Tocantins, com 87 julgadores não treinados. As amostras foram codificadas com algarismos de três dígitos contendo 30 gramas de tapioca com adição de okara e servidas para cada julgador, em cabines individuais iluminadas com luz fluorescente e acompanhadas de um copo de água mineral para a lavagem do palato.

No teste de aceitabilidade foram avaliados os atributos de aroma, sabor, textura e impressão global, utilizando-se escala hedônica estruturada de nove pontos (1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei/nem desgostei; 9=gostei muitíssimo) (ANEXO I) (IAL, 2008). Os provadores foram instruídos a julgar inicialmente textura, aroma, sabor e por último, a impressão global do produto.

A partir dos dados obtidos foram calculados os índices de aceitabilidade em porcentagem IA (%) para cada um dos atributos avaliados, sendo consideradas aceitas as tapiocas que apresentaram IA igual ou superior a 70 % (DUTCOSKY, 2013). Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade do produto adotou-se a Equação 1 a seguir:

$$\text{Equação 1: IA (\%)} = A \times \frac{100}{B}$$

Onde:

IA (%) = índice de aceitabilidade

A = nota média obtida para o produto

B = nota máxima dada ao produto.

A intenção de compra do produto foi avaliada através de uma escala de cinco pontos, onde, 1=certamente não compraria, 4=provavelmente não compraria, 3: tenho dúvidas se compraria; 4: provavelmente compraria e 5=certamente compraria (ANEXO II) (IAL, 2008).

Para os testes sensoriais foi mantido o máximo de individualidade necessária para a avaliação das amostras pelos provadores. A equipe de aplicação foi responsável pelo controle, transmissão de instrução e orientação geral dos testes.

2.2.7. Comitê de ética

Para a realização dos testes sensoriais, este trabalho foi aprovado pelo do Comitê de Ética em Pesquisa, parecer número 3.147.012. Para cada julgador foi entregue duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, uma para ficar com o mesmo e outra para que seja assinada e devolvida.

2.2.8. Análise estatística

Foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), disposto em esquema fatorial com 5 tipos de formulações sendo estas uma amostra de tapioca padrão (FP) produzida com 100% de polvilho e quatro formulações de tapiocas com farinha de okara em substituição ao polvilho nas proporções de 15% (F15), 30% (F30), 40% (F40) e 50% (F50) e três repetições.

Os resultados da composição físico-química, tecnológica e análise sensorial foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Para comparação dos valores médios foi adotado o teste de Tukey a 5% ($p \leq 0,05$) de significância utilizando o programa SISVAR 5.0. (FERREIRA, 2000).

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Composição centesimal

Os resultados da avaliação da composição nutricional da farinha de okara estão apresentados na Tabela 2. Também estão apresentados nesta tabela, os valores da composição da farinha de okara identificada por outros autores entre os anos de 2007 e 2018.

Observou-se neste estudo um teor de umidade de 5,87% na farinha de okara. A literatura pesquisada apresenta valores médios entre 1,38% (OSTERMANN-PORCEL et al., 2017) e 9,95% (CANTUÁRIA et al., 2008). O alto nível de umidade presente na okara úmida, de aproximadamente 80%, a torna altamente perecível. Segundo Barbosa-Cánovas et al. (2017)

valores de umidade abaixo de 14g/100g podem impedir o crescimento microbiano, melhorar a estabilidade química e enzimática e aumentar a vida de prateleira dos produtos.

Tabela 2. Valores médios da composição nutricional da farinha de okara (g/100g) do presente estudo e em comparação com a literatura.

| Referência | Componentes (g/100g) | | | | | |
|------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| | Umidade | Lipídeos | Proteínas | Fibra bruta | Cinzas | Carboidratos |
| Farinha de okara (presente estudo) | 5,87±0,33 | 9,32±0,39 | 50,07±1,09 | 17,62±1,62 | 2,42±0,05 | 14,7±2,11 |
| Guimarães et al. (2018a) | 3,848 | - | - | - | - | - |
| Ostermann-Porcel et al. (2017) | 1,38±0,14 | 19,10 ± 4,67 | 34,61 ± 1,49 | 20,37 ± 1,20 | 3,44 ± 0,41 | 21,11 ± 1,58 |
| Appelt et al. (2015) | 5,05 ± 0,17 | 16,3 ± 0,53 | 34,6 ± 0,99 | 30,7 ± 0,97 | 4,40 ± 0,13 | - |
| Júnior et al. (2013) | - | 11,35 | 26,19 | 13,13 | - | - |
| Cavalheiro et al. (2013) | - | 12,22 | 38 | 16,1 | 3,41 | 30,3 |
| Cantuária et al. (2008) | 9,95 | 28,61 | 34,76 | 30,93 | 2,25 | 24,43 |
| Pinto e Castro (2008) | 3,90 | 22,25 | 45,71 | 3,84 | 2,82 | 21,48 |
| Aplevicz e Demiate (2007) | 2,00 ± 0,13 | 17,01 ± 0,02 | 41,97 ± 0,18 | 30,20 ± 1,06 | 3,90 ± 0,16 | 35,12 |

Valores médios ± desvio padrão (quando apresentado pelos autores).

O valor médio de lipídeos encontrado no presente estudo foi de 9,32g/100g, sendo este valor inferior aos valores médios encontrados na literatura que variaram entre 11,35g/100g e 22,25g/100g (JÚNIOR et al., 2013; PINTO & CASTRO, 2008).

Quanto ao teor de proteína, a composição proteica da farinha de okara apresentou valores médios superiores aos encontrados na literatura. Verificou-se que no presente estudo um valor médio de 50,07g/100g de proteína (Tabela 2), no entanto, na literatura encontrou-se um valor inferior de proteína de 26,19/100g (JÚNIOR., 2013) e um valor máximo de 45,71g/100g (PINTO e CASTRO, 2008). Os tipos de aminoácidos presentes na soja, permitem caracterizá-la como proteína de alto valor biológico, por apresentar em sua constituição todos os 9 aminoácidos essenciais existentes nos alimentos de origem animal, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina (NETO, 2003).

Quanto ao teor de fibra bruta da farinha de okara encontrou-se um valor médio de 17,62g/100g. A literatura apresenta valores entre 3,84g/100g (PINTO & CASTRO, 2008) e 30,93g/100 (CANTUÁRIA et al., 2008). Segundo Pauletto et al. (2012), o alto teor de fibra da okara deve-se ao seu procedimento de obtenção, através da técnica de filtração ao separar o EHS (parte líquida) e o que sobrou da drenagem na forma de tegumento e bagaço (parte sólida), que é insolúvel em água, concentrando grande fração de fibras.

O teor de cinzas obtido para a farinha de okara foi de 2,42/100g. A literatura pesquisada apresenta valores entre 3,84g/100g (PINTO & CASTRO et al., 2018) e 4,40g/100g (APPELT et al., 2015).

Quanto ao teor de carboidratos presente na farinha de okara, o valor obtido foi de 14,7g/100g. Conforme verifica-se na Tabela 2, a literatura apresenta valores entre 21,11g/100g (OSTERMANN-PORCEL et al., 2078) e 35,12g/100 (APLEVICZE DEMIATE, 2007). A soja é constituída de açúcares como glicose, frutose, sacarose e oligossacarídeos, como a rafinose e estaquiose e estes se concentram basicamente na okara por estarem presentes na parte interior do grão, o endosperma, e também na casca (PAULETTO & FOGAÇA, 2012).

A composição centesimal da farinha de okara pode sofrer interferência do procedimento de obtenção incluindo a proporção de soja e água utilizada, pH da água, temperatura de extração, teor inicial de proteínas presentes nos grãos de soja (GUIMARÃES et al., 2018a; PINTO E CASTRO, 2008).

As médias da composição centesimal das formulações de tapioca enriquecida com farinha de okara, estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Composição centesimal de tapiocas com diferentes concentrações de farinha de okara.

| Componentes | Composição centesimal dos tratamentos (g/100g) | | | | |
|--------------|--|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | FP | F15 | F30 | F40 | F50 |
| Umidade | 29,62±0,75 ^c | 37,60±0,81 ^b | 38,83±0,27 ^a ^b | 39,80±0,32 ^a | 39,66±0,13 ^a |
| Lipídios | 0,560±0,03 ^d | 1,25±0,16 ^c | 2,58±0,36 ^b | 3,57±0,26 ^a | 3,72±0,08 ^a |
| Proteínas | 0,20±0,01 ^d | 3,77±0,36 ^c | 8,58±1,18 ^b | 9,99±0,77 ^b | 12,40±0,54 ^a |
| Fibra Bruta | 0,1±0,08 ^d | 1,05±0,10 ^c | 2,09±0,53 ^b | 2,51±0,27 ^{ab} | 3,17±0,26 ^a |
| Cinzas | 0,12±0,04 ^d | 0,64±0,01 ^c | 1,07±0,02 ^b | 1,21±0,02 ^a | 1,21±0,03 ^a |
| Carboidratos | 70,09±0,51 ^a | 55,69±0,10 ^b | 45,86±0,46 ^c | 42,85±0,63 ^d | 40,55±0,62 ^e |
| VET (Kcal) | 280,97±1,98 ^a | 249,13,00±2,78 ^b | 245,88±2,73 ^b | 243,51±4,97 ^b | 241,02±2,12 ^b |

FP: Tapioca padrão contendo 100% de polvilho F15: Tapioca contendo 15% de farinha de okara; F30: Tapioca contendo 30% de farinha de okara; F40: Tapioca contendo 40% de farinha de okara; F50: Tapioca contendo 50% de farinha de okara. Resultados descritos na forma de média e \pm desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

De acordo com os resultados apresentados, observou-se que a amostra de tapioca tradicional se diferiu estatisticamente das formulações com adição de okara a um nível de 5% de significância em sua composição centesimal (Tabela 3).

Com relação à umidade, a amostra da tapioca tradicional constituída apenas por polvilho apresentou valores significativamente menores (29,62%). As F40 e F50 apresentaram os maiores teores de umidade (39,80% e 39,66%, respectivamente), sem apresentar diferenças significativas entre si.

Bowles e Demiate (2006) ao utilizar a farinha de okara em substituição parcial da farinha de trigo na produção de pão francês, obtiveram um aumento no teor de umidade de

1,70%, com 15% de adição de farinha de okara. A amostra padrão em seu estudo continha 29,01% de umidade, já a amostra com 15% de farinha de okara obteve 37,6% de umidade.

Candia & Dias (2014) ao formularem chocolates com 15% e 25% de okara perceberam o aumento da umidade conforme o aumento da concentração de okara, de forma que a amostra padrão obteve o menor teor de umidade (1,11%) e a amostra com 25% de farinha okara obteve o maior teor (4,22%). As autoras justificaram este aumento devido ao teor de fibra presente na amostra com okara, que contribuem em maior capacidade de retenção de água.

Analisando as concentrações de lipídios, a F40 (3,57g/100g) e a F50 (3,72g/100g) não apresentaram diferenças significativas em si. A FP apresentou a menor concentração de lipídios (0,56g/100g) entre todas as formulações.

Esse aumento nos teores de lipídios da formulação com okara pode ser explicado pela composição nutricional da soja que possui na parte interna do seu grão uma grande fração lipídica, que ao sofrer processo de trituração e tratamento térmico, é liberada mais facilmente.

Candia e Dias (2014) obtiveram resultados diferentes do presente estudo. Ao elaborarem chocolate com 15% e 25% de farinha de okara, não encontraram diferença significativas na quantidade de lipídios da amostra padrão (33,58g/100g) para as amostras com 15% (33,31g/100g) e 25% (32,28g/100g) de farinha de okara.

Para os resultados de proteínas, nota-se que a F50 apresentou o maior teor de proteína (12,40g/100g) e a amostra padrão o menor teor (0,20g/100g). As F30 e F40 não apresentaram diferenças significativas entre si (8,58g/100g e 9,99g/100g, respectivamente).

Yoshida et al. (2014) ao avaliar a adição de okara em cookies perceberam aumentos nos teores de proteínas de acordo com o aumento da concentração da farinha de okara, pois na formulação de um cookie com 50% de farinha de okara o percentual dobrou em relação à amostra padrão, sendo que a amostra padrão apresentou 8,89g/100g de proteínas e a amostra com 50% de farinha de okara, obteve um teor de 16,61g/100g de proteínas.

A adição de 90g de farinha de okara representando 40% da formulação de um biscoito doce, ocasionou um aumento em torno de 62% nos componentes totais, ressaltando-se a concentração no teor de proteína de 59 vezes quando comparado ao biscoito comercial (LAROSA et al., 2006).

A portaria nº 27 de 13/01/1998 da ANVISA, informa que para um alimento ser considerado como fonte de proteínas, é preciso que o alimento contenha no mínimo 10% da IDR de referência (5g) por 100g, e para um alimento ser considerado rico em proteínas deve conter no mínimo 20% da IDR de referência (10g) por 100g para alimentos sólidos. Isso

representa que a F30 e a F40 podem ser consideradas fontes de proteínas enquanto a F50 pode ser considerado um alimento rico em proteínas.

Os teores de fibras identificados no presente estudo, não mostraram diferença significativa entre a F30 (2,09g/100g) e F40 (2,51g/100g) bem como a F40 (2,5g/100g) com a amostra F50 (3,17/100g). Quando comparada a amostra tradicional de tapioca com a tapioca com adição de 15% de farinha de okara, nota-se que o teor de fibras é aumentado em 10 vezes, visto que a amostra padrão possui o menor teor de fibras de 0,1/100g e a formulação com 15% de farinha de okara possui 1,05g/100g de fibras.

O aumento nos teores de fibras observados nas tapiocas enriquecidas com a farinha de okara pode ser justificado pelo conteúdo nutricional da okara. Bowles e Demiate (2006) encontraram 42,5% de fibras alimentares na farinha de okara enquanto Devahastin e Wachiraphansakul (2007) encontraram 60% de fibras. Valores inferiores foram encontrados por Khare et al., (1995) com uma média de 36,40% de fibras.

Pauletto e Fogaça (2012) ao avaliarem a composição centesimal da okara, concluíram que a mesma apresenta maior percentual de fibras insolúveis, e explica que o alto teor de fibras ocorre devido a forma como é feito o processo de obtenção da okara que consegue preservar a parte sólida da soja (o bagaço).

As fibras insolúveis presentes na soja são constituídas por celulose, hemicelulose e a lignina, que são componentes estruturais encontrados principalmente na parede celular. Essas fibras possuem várias funções benéficas no organismo, como redução no tempo de trânsito do bolo fecal no intestino e auxiliam na redução da absorção do colesterol proveniente da dieta, pois parte deste fica aderido às mesmas e é eliminado pelas fezes (SOUZA et al., 2000).

De acordo com a ANVISA (2018), o alimento para ser considerado fonte de fibras, deverá fornecer no mínimo 2,5 g de fibras por porção, sem considerar a contribuição dos ingredientes utilizados na sua preparação. Com base nessa informação, as formulações de tapiocas enriquecidas com okara elaboradas nesse estudo que podem ser consideradas fonte de fibras são as tapiocas elaboradas com 40% de farinha de okara (2,51g/100g de fibra) e a tapioca com adição de 50% de farinha de okara (3,17g/100g).

Quanto aos teores de cinzas observou-se o acréscimo de acordo com o aumento da concentração de okara na tapioca. As amostras com adição de 40% e 50% de okara não se diferiram estatisticamente apresentando valores médios de 1,21g/100g, sendo este valor significativamente superior aos valores encontrados para as demais amostras.

Guimarães et al. (2018a) avaliaram a adição de okara no desenvolvimento de formulações de patê e obtiveram um produto enriquecido com ferro, cobre e potássio.

Yoshida et al. (2014) em estudo com cookies contendo concentrações de farinha de okara, perceberam um aumento no teor de cinzas de acordo com o aumento da concentração da okara. Sendo a amostra tradicional com 1,08g/100g de cinzas, enquanto a amostra com 25% de farinha de okara 1,19g/100g e a amostra com 50% de concentração de okara um teor de cinzas de 1,40g/100g, obtendo o maior percentual de teor de cinzas. Quanto aos valores médios de carboidratos observou-se que houve diferença estatística significativa entre todas as formulações, sendo que a FP apresentou maior teor de carboidratos (70,09g/100g). Enquanto a F 50 apresentou o menor teor (40,55g/100g).

A soja contém cerca de 35% de carboidratos totais sendo a maior parte insolúveis. Três componentes destes constituem as estruturas das fibras insolúveis, a celulose, hemicelulose e lignina, no entanto, os grãos também são constituídos pela sacarose, principal açúcar solúvel presente nos grãos que representa cerca de 5% do total de carboidratos e os outros açúcares são os oligossacarídeos estaquiose (3,8%) e rafinose (1,2%) (EMBRAPA, 1998)

Larosa et al., (2006) ao formularem um biscoito doce com substituição parcial da farinha de trigo por 40% de farinha de okara, obtiveram um biscoito com 50,21g/100g de carboidratos enquanto a amostra tradicional sem okara continha 70,10g/100g de carboidratos, corroborando com os dados do presente estudo.

Em estudo com pães, Bowles e Demiate (2006) encontraram 81,9% de carboidratos na amostra tradicional, enquanto as acrescidas com 5% e 15% de farinha de okara resultaram em 72,4g/100g e 64g/100g de carboidratos, respectivamente.

Yoshida et al. (2014) avaliaram a adição de okara em cookies e obtiveram teores de carboidrato de 74,30g/100g na amostra padrão, 66,22g/100g na amostra com 25% de farinha okara e 58,38g/100g na amostra com 50% de farinha de okara, mostrando também uma redução de carboidratos com a adição de okara.

Neste estudo, à medida que as amostras de tapioca foram acrescidas de maiores porcentagens de farinha de okara em substituição a fécula de mandioca, ocorreu um aumento nos teores de umidade, lipídios, proteínas, fibras e cinzas, já para os valores de carboidratos houve uma redução, fato que pode ser justificado pelo cálculo de carboidratos obtido por diferença dos demais nutrientes.

Com relação ao valor calórico obtido para as diferentes formulações, observou-se que a amostra da tapioca tradicional apresentou o maior valor calórico (280,97Kcal) se diferindo

estatisticamente das demais amostras. Não houve diferença significativa entre as amostras com 15, 30, 40 e 50% de adição da okara.

Vale ressaltar ainda que a Anvisa (1978), descreve que um alimento enriquecido é aquele onde adiciona – se uma substância nutriente seja para repor as quantidades de nutrientes perdidos durante o processamento do alimento, seja suplementando-os em nível superior ao seu conteúdo normal, possuindo o objetivo de reforçar o seu valor nutricional. Os valores obtidos através das diferentes concentrações de okara se mostram satisfatórios em relação aos valores da tapioca tradicional. Dentre as possibilidades para o enriquecimento desse alimento, pode-se citar a inserção de proteínas de alto valor biológico e aumentos dos teores de fibras.

Análises colorimétricas

A Tabela 4 apresenta as médias dos parâmetros de cor L*, a* e b* da farinha de okara (FO), e das cinco formulações de tapioca.

Tabela 4. Parâmetros de cor instrumental das amostras de tapioca e da farinha de okara.

| Parâmetros | Tratamentos | | | | | |
|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | FP | F15 | F30 | F40 | F50 | FO |
| L* | 99,84 ^a ±0,54 | 91,52 ^b ±3,06 | 74,51 ^c ±0,54 | 68,88 ^c ±2,34 | 69,03 ^c ±1,46 | 51,9 ^d ±0,78 |
| a* | 0,55 ^e ±0,02 | 2,19 ^d ±0,05 | 3,62 ^c ±0,03 | 4,05 ^b ±0,15 | 4,53 ^a ±0,19 | 4,52 ^a ±0,07 |
| b* | 11,80 ^d ±0,13 | 19,50 ^c ±0,62 | 22,02 ^b ±0,08 | 23,49 ^{ab} ±0,66 | 24,80 ^a ±0,9 | 23,20 ^{ab} ±0,14 |

FO: farinha de okara; FP: Tapioca padrão contendo 100% de polvilho F15: Tapioca contendo 15% de farinha de okara; F30: Tapioca contendo 30% de farinha de okara; F40: Tapioca contendo 40% de farinha de okara; F50: Tapioca contendo 50% de farinha de okara. Resultados descritos na forma de média e \pm desvio padrão.

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

L*: luminosidade; a*: verde ao vermelho; b* azul ao amarelo.

Ao analisar os valores médios dos parâmetros colorimétricos observa-se que a luminosidade (L*) das amostras apresentaram-se iguais entre as formulações F30, F40 e F50, sendo eles: 74,51, 68,88 e 69,03, respectivamente. O maior valor para L* foi verificado na formulação padrão (99,84), sendo esta amostra identificada como a mais clara. A farinha de okara (FO) apresentou a coloração significativamente mais escura entre as amostras, com valor médio de 51,9.

O menor valor de a* foi identificado na formulação padrão (FP) (0,55). A cor da variável a*, que varia do verde ao vermelho (-60 a +60), indica, em valores positivos a existência de pigmentos vermelhos. Com a adição da farinha de okara que passou pelo

processo de tratamento térmico (branqueamento e calor seco) ocorreu o deslocamento para valores positivos e crescentes, que indicam pequena quantidade de pigmentação vermelha, sendo que a formulação F50 e a FO não apresentaram diferença significativa quanto a sua coloração com valores médios de 4,53 e 4,52, respectivamente.

A variável b^* prevaleceu nas amostras de tapioca enriquecidas com farinha de okara, com valores positivos estatisticamente semelhantes nas formulações F40 (23,49), F50 (24,80), e FO (23,21), indicando pigmentação amarelada. O menor valor de b^* foi verificado na formulação FP (11,80). Taghdi et al. (2017) ao avaliarem a substituição de farinha de trigo por farinha de soja em amostras de pães, verificaram que a formulação com presença de 15% de farinha de soja foi significativamente mais escura do que amostras com 0%, 5% e 10% de farinha de soja, sendo essa característica considerada desejável do ponto de vista sensorial.

A calorimetria demonstrou que a coloração amarelada e baixa luminosidade presentes da farinha de okara, concedeu as mesmas características às formulações de tapioca preparadas com adição de farinha de okara.

2.3.2. Análises Tecnológicas de IAA e IAO

Os resultados das determinações tecnológicas das misturas de farinha de okara e polvilho estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5. Parâmetros de índice de absorção de água (IAA) e índice de absorção de óleo (IAO) das misturas de polvilho/farinha de okara.

| Índice | Formulação (g g ⁻¹) | | | | | |
|--------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | FP | F15 | F30 | F40 | F50 | FO |
| IAA | 1,52 ^d ±0,09 | 1,29 ^d ±0,11 | 1,73 ^{cd} ±0,13 | 2,20 ^{bc} ±0,04 | 2,3 ^b ±0,08 | 4,38 ^a ±0,33 |
| IAO | 5,78 ^c ±0,07 | 5,93 ^{bc} ±0,05 | 6,05 ^{ab} ±0,05 | 6,06 ^{ab} ±0,07 | 6,25 ^a ±0,02 | 6,19 ^a ±0,11 |

FO: Farinha de okara; FP: Polvilho puro; F15: Mistura de polvilho com 15% de farinha de okara; F30: Mistura de polvilho com 30% de farinha de okara; F40: Mistura de polvilho com 40% de farinha de okara; F50: Mistura de polvilho com 50% de farinha de okara. IAA: índice de absorção de água; IAO Índice de absorção de óleo; Resultados descritos na forma de média e \pm desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente ($p < 0,05$).

O índice de absorção de água (IAA) apresentou similaridade entre as formulações FP (1,52g g⁻¹), F15 (1,29g g⁻¹) e F30 (1,73 g g⁻¹), entre a F30 (1,73 g g⁻¹) e a F40 (2,20 g g⁻¹), bem como entre as F40 (2,20 g g⁻¹) e F50 (2,3 g g⁻¹). A amostra composta apenas por farinha de okara, sem a presença do polvilho apresentou a maior capacidade de absorver água entre as formulações. (FO, 4,38 g g⁻¹).

O índice de absorção de água é uma das propriedades de hidratação, sendo sua determinação realizada após o completo intumescimento da amostra para estimar a quantidade

de água retida na matriz sem que haja exsudação após a ação de uma força centrífuga. O IAA está relacionado à disponibilidade de grupos hidrofílicos em se ligar às moléculas de água e à capacidade de formação de gel das moléculas de amido (LUSTOSA et al., 2008).

Observou-se que o polvilho, a farinha de okara, bem como as misturas de farinha de okara com polvilho apresentaram maior capacidade de absorção de óleo em relação a água. As amostras FP (5,78) e F15 (5,93) apresentaram capacidade similar em absorver óleo, assim como as F30 (6,06) e F40 (6,25) e as F40 (6,25) e F50 (6,19). As formulações com maior percentual de farinha de okara em relação ao polvilho, apresentaram maior IAO (F40 e F50).

Segundo Bavaresco et al., (2019), a lecitina de soja, constituinte natural da soja, possui afinidade com lipídeos e efeito emulsificante, o que pode acarretar no aumento da absorção de óleo nas misturas de polvilho e farinha de okara nesse estudo.

Ahmed et al. (2017) determinaram o efeito de diferentes proporções de *teff* vermelho, trigo e farinha de okara no IAA para o preparo de biscoitos, e observaram tendência crescente do IAA com o aumento do nível de okara e de farinha vermelha. Segundo os autores, farinhas com alto IAA têm mais constituintes hidrofílicos, como polissacarídeos.

Yoshida et al. (2014) em estudo com cookies, verificaram IAA de 2,22 g g⁻¹ e 2,61g g⁻¹ em formulações com substituições de 25% e 50% de farinha de trigo por farinha de okara respectivamente. Os mesmos autores identificaram nas formulações contendo 25% e 50% de farinha de okara, IAO de 2,72 g g⁻¹ e 2,66 g g⁻¹ respectivamente.

O índice de absorção de óleo assim como as outras propriedades tecnológicas possui importante aplicação em produtos de panificação, devido a sua influência sobre as características sensoriais, como sabor, melhora na palatabilidade e extensão da vida útil do produto (SEENA & SRIDHAR, 2005).

Em relação ao IAA, observou-se que a farinha de okara possui valor superior em relação ao polvilho, o que propiciou que essa característica fosse conferida às formulações de tapioca com adição de farinha de okara. A alteração no IAA nas tapiocas alterou o teor de umidade das amostras e pode representar também alterações sensoriais no produto.

2.3.3 Análise microbiológica

Conforme apresentado na Tabela 6 a seguir, não houve contaminação nas formulações de tapioca elaboradas neste estudo.

Tabela 6. Resultados das análises microbiológicas das formulações de tapiocas enriquecidas com farinha de okara.

| Análise | Tolerância para amostra 331/2019 | RDC | Resultado |
|--|--|-----|------------------------|
| <i>Salmonella</i> | Ausência UFC/25g | | Ausência UFC/25g |
| <i>Bacillus Cereus</i> | 10 ² UFC/g limite aceitável (m) 10 ³ UFC/g limite intermediário (M) | | < 100 UFC/g |
| Coliformes 45°C | 10 ² NMP/g (RDC 12, 2001) | | <3 NMP/g |
| <i>Staphylococcus coagulase+</i> | 10 ² UFC/g limite aceitável (m) 5x10 ² UFC/g limite intermediário (M) | | <100 UFC/g |
| Contagem padrão em placas – Mesófilos totais | Entre 10 ⁴ e 10 ⁶ UFC g ⁻¹ (LEITÃO, 1988) | | <10 ³ UFC/g |
| Bolores e leveduras | 10 ³ UFC/g limite aceitável (m) 10 ⁴ UFC/g limite intermediário (M) | | <10 ³ UFC/g |

A detecção de *Salmonella* foi realizada por meio de pré-enriquecimento, enriquecimento seletivo e por confirmação preliminar das colônias típicas (SILVA et al., 2010). Todas as amostras analisadas apresentaram ausência de *Salmonella* em 25g da amostra.

Quanto à contagem de *Bacillus Cereus* observa-se que a legislação traz que os valores devem ser inferiores a 10² UFC/g como limite aceitável e 10³ UFC/g como limite intermediário. Não houve crescimento de *Bacillus Cereus* para nenhuma formulação de tapioca, constatando que as amostras estão de acordo com o padrão microbiológico estabelecido pela legislação.

Quanto aos resultados para coliformes 45°C, apresentados na Tabela 6, a menção de contagem < 3 NMP/g para a metodologia dos tubos múltiplos interpreta-se que nenhum dos tubos inoculados mostrou-se positivos, podendo se afirmar a ausência de coliformes nas tapiocas.

Para a avaliação de *Staphylococcus coagulase +* observou-se resultado abaixo da tolerância especificada pela ANVISA de 10²UFC/g como padrão aceitável e 5x10³ como intermediário, sendo um indicativo positivo para o consumo das tapiocas com adição de okara.

A ANVISA, através da instrução normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019, bem como através da RDC 12 de 2001, não determina limites de tolerância para contagem padrão em placas de bactérias mesófilas para farinhas, amidos, féculas e fubás. Leitão (1988)

consideram admissível valores máximos oscilando entre 10^4 e 10^6 UFC g^{-1} . Segundo esse critério, evidencia-se a boa condição higiênica das tapiocas, uma vez que a contagem máxima de bactérias mesófilas não ultrapassou 10^3 UFC g^{-1} em nenhuma das amostras analisadas.

Quanto a análise de bolores e leveduras, as tapiocas encontram-se dentro da limite definido como aceitável (m) de 10^3 UFC/g conforme recomenda a instrução normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019.

2.3.4. Análise sensorial afetiva

Perfil dos participantes

Participaram do teste da análise sensorial afetiva, 87 indivíduos, sendo 41% (n=36) do sexo masculino e 59% (n=51) do sexo feminino. Destes, 11% (n=10) tinham faixa etária entre 25 a 35 anos e 89% (n=77) entre 18 e 25 anos.

Como critério de inclusão para os participantes desse estudo, foi considerado a frequência de consumo de tapioca e produtos elaborados com polvilho, e o fato de os participantes gostarem de tapioca e produtos elaborados com polvilho.

Foi observado que 55 % (n=48) dos participantes desse estudo consomem tapioca e outros produtos elaborados com polvilho 2 a 3 vezes por semana, 20% (n=17) consomem esses alimentos a cada 15 dias e 5% (n=4) mensalmente. Observou-se uma tendência expressiva do consumo de tapioca e outros produtos elaborados com polvilho, que é um requisito importante para a participação nesse estudo.

Dentre os participantes, 71%, (n=62) afirmaram gostar muito de tapioca ou outros produtos elaborados com polvilho e 29% (n=25) gostam moderadamente.

Análise dos atributos sensoriais

Os dados referente a aceitação sensorial para os atributos aroma, sabor, textura, impressão global e os resultados para a análise de intenção de compra das tapiocas estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Valores das médias dos atributos sensoriais para as formulações de tapioca com adição de okara.

| Atributo | Formulação | | | | |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | FP | F15 | F30 | F40 | F50 |
| Aroma | 6,62 ^a ± 1,53 | 6,71 ^a ± 1,45 | 6,90 ^a ± 1,42 | 6,61 ^a ± 1,71 | 6,60 ^a ± 1,75 |
| Sabor | 6,39 ^a ± 1,72 | 6,98 ^a ± 1,52 | 6,95 ^a ± 1,36 | 6,90 ^a ± 1,66 | 6,74 ^a ± 1,68 |
| Textura | 5,82 ^b ± 2,03 | 6,41 ^{ab} ± 1,74 | 6,84 ^a ± 1,67 | 7,06 ^a ± 1,61 | 6,91 ^a ± 1,83 |
| Impressão global | 6,59 ^a ± 1,63 | 6,91 ^a ± 1,41 | 6,94 ^a ± 1,53 | 6,88 ^a ± 1,83 | 6,88 ^a ± 1,63 |
| Intenção de compra | 3,44 ^a ± 1,31 | 3,53 ^a ± 1,33 | 3,66 ^a ± 1,16 | 3,77 ^a ± 1,19 | 3,77 ^a ± 1,20 |

FP: Tapioca padrão contendo 100% de polvilho F15: Tapioca contendo 15% de farinha de okara; F30: Tapioca contendo 30% de farinha de okara; F40: Tapioca contendo 40% de farinha de okara; F50: Tapioca contendo 50% de farinha de okara. Resultados foram descritos na forma de média e \pm desvio padrão Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente ($p < 0,05$).

Conforme apresentado na Tabela 7, os atributos aroma, sabor e impressão global não se diferiram estatisticamente entre as cinco formulações, tendo esses atributos situados na escala de aceitação entre os termos “gostei ligeiramente” (6) e “gostei moderadamente” (7), numa escala de 1 a 9.

Quanto ao atributo textura, a formulação FP se diferiu significativamente das formulações F30, F40 e F50, no entanto, não apresentou diferença estatística significativa da formulação F15. A FP apresentou valor situado entre os termos “nem gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente” (6), F40 apresentou valores situados na escala entre “gostei moderadamente” (7) e “gostei muito” (8). As formulações F15, F30 e F50 apresentaram classificação entre “gostei ligeiramente” (6) e “gostei moderadamente” (7).

Os resultados sensoriais obtidos neste estudo, corroboram com os encontrados por Larosa et al. (2006) que estudaram a adição de okara em biscoito doce. Os autores afirmaram que a formulação com adição de 40% de farinha de okara apresentou a melhor aceitação para os atributos aroma, sabor e impressão global, com médias situadas no termo “gostei moderadamente” (7) (LAROSA et al., 2006).

Segundo Santucci et al. (2003), a adição de farinhas de produtos não-convencionais em produtos de panificação, pode melhorar a qualidade nutricional de alimentos e aumentar a palatabilidade, tornando estes produtos mais aceitos pelos consumidores.

Aplevicz e Demiete (2007) realizaram estudo de análise sensorial com pães de queijo acrescidos com 5%, 10% e 15% de farinha de okara. Os autores não encontraram diferença significativa entre as amostras para a avaliação da impressão global, com médias situadas em 7 (“gostei moderadamente”). Já Cervantes et al. (2010), observaram que biscoitos de polvilho

com adição ou substituição de 10% por farinha de okara na formulação, obtiveram melhor impressão global, quando comparados à concentração de 20% (CERVANTES et al., 2010).

Ahmed et al. (2017) determinaram o efeito de diferentes proporções de teff vermelho, trigo e farinha de okara nas propriedades funcionais e sensoriais de biscoitos. As propriedades sensoriais individuais, como aroma e sabor, não mostraram boa aceitabilidade sensorial à medida que a proporção de farinha de okara foi aumentada. Os autores observaram que a okara afetou o aroma e o sabor dos biscoitos, já a impressão geral dos biscoitos não mostrou-se diferença significativa em relação à formulação controle com apenas trigo.

Santos et al. (2017) não observaram diferenças em atributos sensoriais de hambúrgueres assados elaborados a base de farinha de okara, sendo que o atributo aroma, recebeu a melhor média de avaliação com 8,1.

Taghdir et al. (2017) estudaram os atributos sabor, textura, cor e aceitabilidade geral de pães elaborados com substituição parcial de trigo por farinha de soja. Os autores concluíram que a formulação com 15% de farinha de soja apresentou melhor avaliação em comparação com as formulações com 0%, 5% e 10% de farinha de soja.

Quanto à intenção de compra das tapiocas elaboradas no presente estudo, não foi observada diferença estatística significativa entre a formulação FP em relação as tapiocas acrescidas de farinha de okara. A intenção de compra das tapiocas ficou situada na escala entre os termos “tenho dúvidas se compraria” (3) e “provavelmente compraria” (4), conforme apresentado na tabela anteriormente (Tabela 7).

A Figura 1 a seguir apresenta os histogramas para o teste de intenção de compra das tapiocas.

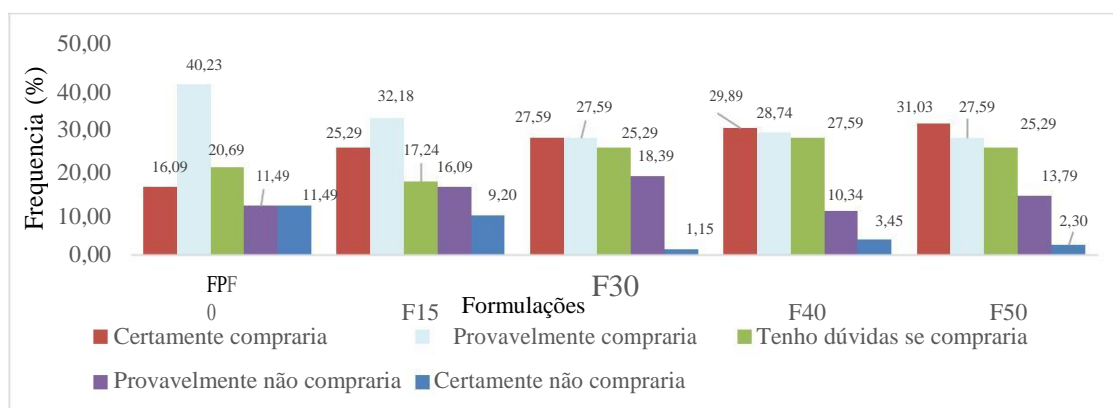


Figura 1. Histogramas de frequência quanto à intenção de compra das tapiocas

FP: Tapioca padrão contendo 100% de polvilho F15: Tapioca contendo 15% de farinha de okara; F30: Tapioca contendo 30% de farinha de okara; F40: Tapioca contendo 40% de farinha de okara; F50: Tapioca contendo 50% de farinha de okara.

De acordo com a Figura 1, aproximadamente 56,32% dos provadores afirmaram que provavelmente e/ou certamente comprariam tapioca tradicional de polvilho. Para as amostras F15, F30, F40, F50, os valores foram respectivamente de 57,47%, 55,18%, 58,65% e 58,62%.

Bowls e Demiate (2006) verificaram a intenção de compra de produto panificado contendo 10% de resíduo okara em substituição ao trigo, e obtiveram uma avaliação média entre quatro e cinco (4,2), ou seja, “certamente compraria” e “provavelmente compraria”.

Ao avaliar a intenção de compra de pães sem glúten com adição de okara nas proporções de 10%, 20 e 30%, Guimarães et al. (2019) observaram boa intenção de compra em todas as formulações, pois 90% dos consumidores indicaram que certamente comprariam as formulações avaliadas.

Os resultados obtidos em relação ao índice de aceitabilidade das tapiocas para os atributos sabor, aroma, textura e impressão global estão apresentados na Tabela 8:

Tabela 8. Índice de aceitabilidade (%) dos atributos sensoriais testados para formulações de tapiocas com adição de okara.

| Teste sensorial | Formulação | | | | |
|----------------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | FP | F15 | F30 | F40 | F50 |
| Aroma (%) | 73,56 | 74,56 | 76,67 | 73,44 | 73,33 |
| Sabor (%) | 71 | 77,56 | 77,22 | 76,67 | 74,89 |
| Textura (%) | 64,67 | 71,22 | 76 | 78,44 | 76,78 |
| Impressão global (%) | 73,22 | 76,78 | 77,11 | 76,44 | 76,44 |

FP: Tapioca padrão contendo 100% de polvilho F15: Tapioca contendo 15% de farinha de okara; F30: Tapioca contendo 30% de farinha de okara; F40: Tapioca contendo 40% de farinha de okara; F50: Tapioca contendo 50% de farinha de okara.

De acordo com a Tabela 8, todas as formulações acrescidas de okara apresentaram índice de aceitabilidade superior a 70% para todos os atributos. A formulação FP apresentou valores de índice de aceitabilidade inferior a 70% para o atributo textura, com um valor de 64,67%. De acordo com Teixeira et al. (1987) para que um produto seja considerado como aceito, em termos de propriedades sensoriais, é necessário que obtenha um Índice de Aceitabilidade de no mínimo 70%.

Lupatini et al. (2011), ao investigar a aceitabilidade de biscoitos adicionados de cascas de maracujá e farinha de okara, identificaram como biscoito melhor aceito a formulação com 5% de casca de maracujá e 10% de farinha de okara, com 87% de aceitabilidade. Cantuária et al. (2008) obtiveram índice de aceitabilidade de 87,7% e 81,1% na análise sensorial de pães de forma enriquecidos com farinha de okara nas concentrações de 5% e 10%.

2.3.5. Custo de produção das tapiocas

Foi observado a cada 1kg de soja o rendimento de 200 gramas de farinha de okara. À partir disso, foi realizado o cálculo do custo da matéria prima para produção das tapiocas considerando a farinha de okara, polvilho doce e sal.

O custo apresentado pelas tapiocas foram de R\$0,03 (FP), R\$0,10 (F15), R\$0,19 (F30), R\$0,25 (F40) e R\$0,32 (50).

Foi observado que as tapiocas com adição de farinha de okara obtidas nesse estudo apresentaram custo superior a FP, o que deve-se ao fato de os insumos terem sido adquiridos em supermercado na cidade local, e pelo fato que apenas 20% do grão de soja (200 g) ser utilizado na produção das tapiocas.

2.4. CONCLUSÃO

A adição da farinha de okara na preparação da tapioca melhorou o valor nutricional do produto final, fonte de fibras e rico em proteína.

A utilização do resíduo industrial okara permite agregar valor nutricional à tapioca, com a obtenção de um produto com qualidade nutricional e sensorial satisfatória.

O aumento da capacidade de retenção de água nas formulações de tapioca com adição de farinha de okara propiciou a obtenção de um alimento com maior maciez.

A adição da farinha de okara aumentou a capacidade de retenção de água nas formulações de tapioca, representando uma alteração na característica tecnológica das misturas de farinha que pode ser considerada desejável ao novo produto, visto que se obteve satisfação aumentada dos julgadores em relação a textura.

A tapioca produzida com adição de farinha de okara pode ser considerada um atrativo para os consumidores, por terem apresentado elevadas médias para os atributos sensoriais, sem que houvesse diferença quanto a aceitação em relação a formulação padrão.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmed, H, Satheesh, H. N. & Dibaba, K. (2018). Functional, physical and sensory properties of cookies prepared from okara, red teff and wheat flours. *Croatian Journal of Food and Science and Technology*, 10 (1).

Anderson, R.A., C., H.F., Pfeifer, V.F. & Griffin, L. Jr. (1969). Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today*, 14 (1), 4-12.

ANVISA (1998). Portaria nº 27 de 13/01/1998- Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde. Atualizado em 22/12/2016. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>>. Acesso em 27 maio 2018.

ANVISA (Agência nacional de vigilância sanitária), Alegações de propriedade funcional aprovadas, 2019. Retrieved from: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/alegacoes-de-propriedade-funcional-aprovadas_anvisa.pdf.

ANVISA. (Agência nacional de vigilância sanitária), AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA

SANITÁRIA. Resolução CNNPA nº 12, de 1978: Retrieved from: <http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/12_78.pdf>.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists* (2000), (17 ed.) Virginia.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.

Aplevicz, K.S. & Demiate, I.M. (2007). Análises físico-químicas de pré-misturas de pães de queijo e produção de pães de queijo com adição de okara. *Ciência e Agrotecnologia*, 31, (5), 1416-1422,

APPELT, P., CUNHA, M.A., GUERRA, A.P., KALINKE, C., & LIMA, V.A. Development and characterization of cereal bars made with flour of jabuticaba peel and okara. *Acta Scientiarum*. v. 37, n. 1, p. 117-122, 2015.

Bavaresco C, Nunes AP, Forgiarini J, Alves DA, Xavier EG, Lopes DCN, et al. Morfometria intestinal e qualidade óssea de codornas japonesas alimentadas por um período prolongado com coprodutos do óleo de soja. *Archives of Veterinary Science*, 2019;24(1):72-82.

Bowles, S. & D. & I. M. (2006) Caracterização físico-química de okara e aplicação em pães do tipo francês. *Ciência e Tecnologia em Alimentos*. 26 (3), 652-659.

Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. 2012. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Brasil, Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. Resolução - RDC Nº 331, 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Brasil, Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 da ANVISA. Normas Técnicas Especiais - Comissão Nacional de Normas e Padrões para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília.

Brasil, Resolução – RDC n. 12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 2001

Canaan, J.M.M., Barros, N.T. & Herculano, R.D. (2019). Avaliação do potencial antioxidante da soja e derivados. *Revista Ciências Farmacêuticas*, Supl. 1. (40).

Candia, A. & Dias, I.P. (2016). Formulação, caracterização e análise sensorial de chocolate com adição de okara. *Tópicos em ciência e tecnologia de alimentos: resultados de pesquisas acadêmicas*. (cap. 3) São Paulo.

Cantuária, C. C., Ribeiro, S. C. A., Ribeiro, C. F. A. & Pakr, K. J., Araújo, A. F. (2008). Perfil sensorial de pães de forma enriquecidos com okara. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 10, (2), 111-120.

Cavalcanti, A.M.M, Silva, M.L.P., Oliveira, E.P., Araújo, A.K.P., Dantas, H.J., Alves, V. Ramos; Alves, V.R. & Costa, Z.R.T. (2019). Aproveitamento integral dos alimentos em abrigo de idosos na cidade de Afogados da Ingazeira - PE: busca por uma alimentação sustentável e saudável. *Revista Caravana*, 4 (1), 89-99.

CAVALHEIRO S.F.L., TININIS C.R.C.S., TAVANO O.L., CUSTÓDIO M.F., ROSSI E.A., CARDELLO H.M.A.B. Biscoito sabor chocolate do resíduo de soja “okara”: teste de afetivo com crianças em idade pré-escolar. *Alimentos e Nutrição*, São Paulo. v. 12, 1. ed, p. 51-62, 2001.

Cervantes, B.G., Aoki, N.A, Almeida, C.O.M. & Nepomuceno, P.A. (2010). Aceitação sensorial de biscoito de polvilho elaborado com farinha de okara e análise de dados com metodologia de penalty analysis. *Brazilian. Journal Food Technology*, (6), p. 3-10.

Chisté, R.C, Cohen, K.O, Mathias, E.A & Júnior, A.G.A.R. (2007). Estudo das propriedades físico-químicas e microbiológicas no processamento da farinha de mandioca do grupo d'água. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27(2), 265-269.

Clerici, M.T.P., De Oliveira M.E. & Nabeshima, E.H. (2013). Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. *Brazilian Journal of Food Technology*, 16 (2), 139-146.

Devahastin S. & Wachiraphansakul, S. (2007). Drying Kinetics and quality of okara dried in a jet spouted bed of solvent particles. *Food Science and Technology*, (40), 207-219.

Dutcosky, S.D. (2013). *Análise sensorial de alimentos*. (4. Ed.). Curitiba: Champagnat.

Embrapa (1998). Soja: potencial de uso na dieta brasileira. In: EMBRAPA SOJA. Documento 113. Londrina: Embrapa Soja,1998.

Ferreira, D.F. (2000). Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, Programa e Resumos.

- Guimarães, R. M., Silva, T.E., Lemes, A. C., Boldrin, F., Silva, M. A. P., Silva, F. G, EGEA, M. B. (2018). Okara: A soybean by-product as an alternative to enrich vegetable paste. *Food Science and Technology*, (92), 593-599.
- Guimarães, Rafaiane M., Oliveira, Daniel E. C. de, Resende, Osvaldo, Silva, Jhessika de S., Rezende, Thaisa A. M. de, & Egea, Mariana B.. (2018b). Thermodynamic properties and drying kinetics of 'okara'. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(6), 418-423.
- Guimarães, R. M., Pimentel, T.C., Rezende, T.A.M., Silva, J.S., Falcão, H. G., IDA, E, I. & EGEA, M. B. (2019). Gluten-free bread: effect of soy and corn co-products on the quality parameters. *European Food Research and Technology*. (245), 1365–1376.
- Junior, B. Z. C. L., Oliveira, P. M., Castro, R. L. E., Lamas, J. M. N. & Martins, E. M. F. (2013). Desenvolvimento e caracterização de doce de goiaba cremoso adicionado de farinha de okara. *Vértices*, 15 (2), 25-37.
- Kamer, S. B. V. & Ginkel, L. V. (1952). Rapid determination of crude fiber in cereals. *Cereal Chemistry*, 19 (4), 239-251.
- Khare, S. K.; Krishma, J. & Sinha, L.K. (1995). Preparation and nutritional evaluation of 'okara' fortified biscuits. *Journal Dairying Foods Home Sciency*, 14 (2), 91-94.
- Larosa, G. Rossi, E. A., Barbosa, J. C. & Carvalho, M.R.B. (2006). Aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos de biscoito doce contendo farinha de 'okara'. *Alimentos e Nutrição* 17 (2).
- Leitão, M.F.F. (1988). *Tratado de microbiologia*. v.1, p. 185. São Paulo: Mamoli.
- Lemes, A. C., Egeab, M. B., Takeuchic, K. P., Danesi, K. P. (2018). Verificação de Boas Práticas de Fabricação e Utilização de Análise Sensorial em Indústria Processadora de Biscoitos. *Unicências*, 22, (n. especial), 47-50.
- Li, B., Yang, W., Nie, Y., Kang, F. H. Goff, D. & Cui S. W. (2019). Effect of steam explosion on dietary fiber, polysaccharide, protein and physicochemical properties of okara, *Food Hydrocolloids*, (94), 48-56.
- Lupatini, A. L., Fudo, R. M., Mesomo, M. C. & Coutinho, M.R. (2011). Desenvolvimento de Biscoitos com Farinha de Casca de Maracujá-amarelo e Okara. *Revista de Ciências Exatas e Naturais*, 13 (3), 317-329.
- Lustosa, B. H. B., Leonel, M., & Mischán, M. M. (2008). Efeito de parâmetros operacionais na produção de biscoitos extrusados de farinha de mandioca. *Brazilian Journal of Food Technology*, 11(1), 12-19.
- Mahan L. K. & Escott-Stump, S. K. 2020. *Alimentos, nutrição e dietoterapia*. (10. ed.) São Paulo: Roca.
- Melo, A. A., Mangio, M., Rosa, C. S. (2016). Composição e propriedades tecnológicas da farinha do resíduo da fermentação da cerveja. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 18, (1), 91-95,

Neto, F. T.(2003). *Nutrição Clínica*. (1. ed.), Rio de Janeiro: Guanabara.

Pintado, M., Teixeira, A. T. (2005), Sociedade Portuguesa de Biotecnologia. *Biotecnologia Alimentar*. Valorização de subprodutos da indústria alimentar: obtenção de ingredientes de valor acrescentado. 2 (6).

Pinto D. D. J. & Castro P. S. (2008). Estudo preliminar da secagem do *okara* (resíduo do extrato aquoso de soja) para inativação dos fatores antinutricionais e conservação. *Brazilian Journal Food Technolgy*, (VII BMCFB),.

Ostermann-Porcel, M. V., Quiroga-Panelo, N., Rinaldoni, A. N. & Compderrós, M. E. (2017). Incorporation of Okara into Gluten-Free Cookies with High Quality and Nutritional Value. *Journal of Food Quality*, (2017).

Pauletto, F. B. & Fogaça, O. A. (2012). Avaliação da composição centesimal de tofu e okara. *Disciplinarum Sciential Saúde*, 13 (1), 85-95.

Santana, G. S., Filho, J. G. O. & EGEA, M. B. (2017). Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4 (2), 88-95.

Santos, C. G. P., Miguel, D., Silva, N., Borges, D. & Teixeira, T. (2017). Processamento de “Hambúrgueres” à base de resíduo de soja “okara”: Análises Físico-química, sensorial e microbiológica. *Fazu em Revista*. (11), 13-17.

Santucci M.C.C., Alvim I.D., Faria EV & Sgarbieri V.C.(2003). Efeito do enriquecimento de biscoitos tipo água e sal com extrato de levedura (*Saccharomyces* sp.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23, (3), 441-6.

Seena S. & Sridhar, K. R. (2005). Physicochemical, functional and cooking properties of under explored legumes, Canavalia of the southwest coast of India. *Food Research International*, (38), 803–814.

Silva, N., Junqueira, V. C. A. & Silveira, N. F. A. (2010). *Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água* (2. ed.). Rio de Janeiro: Varela.

Souza, G., Valle, J. L. E. & Moreno, I. (2000). Efeitos dos componentes da soja e seus derivados na alimentação humana. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 34 (2), 61-69.

Taghdir, M., Mazloomi, S. M., Honar, N., Sepandi, M., Ashourpour & Salehi, M. (2017). Effect of soy flour on nutritional, physicochemical, and sensory characteristics of gluten-free bread. *Food Science & Nutrition*. 5 (3), 439-445.

Teixeira, E., Meinert, E. M., & Barbeta (1987). *Análise sensorial dos alimentos*. Florianópolis: UFSC.

Vong, W. C. & Liu , S-Q. (2016). Biovalorisation of okara (soybean residue) for food and nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, (52), 139-147.

Yoshida, B. Y., Pereira, D. G., Castilho, S. P. G. & Seibel, N. F. (2014). Produção e caracterização de cookies contendo farinha de okara. *Alimentos e Nutrição*, 25, (1), 49-54.

3. **ARTIGO 2.** Utilização da análise descritiva quantitativa para avaliação sensorial de tapiocas com adição de farinha okara.

RESUMO

O extrato hidrossolúvel (EHS) é um dos derivados mais conhecidos da soja e no seu processamento, é gerado o subproduto chamado okara. Este resíduo ainda é pouco utilizado pela indústria de alimentos, nesse contexto, a análise sensorial é de grande importância para conhecer a viabilidade mercadológica de novos produtos produzidos com okara. Diante disso, este trabalho teve como objetivo utilizar a análise descritiva quantitativa para desenvolver a terminologia descritiva e o perfil sensorial de formulações de tapiocas com adição de okara. Foram desenvolvidas quatro formulações de tapiocas com adição de okara em substituição à fécula de mandioca nas concentrações de 15% (F15), 30%(F30), 40%(F40) e 50% (F50) e uma amostra tradicional (FP) desenvolvida apenas com a fécula de mandioca. Foram gerados seis termos descritivos para o perfil sensorial das formulações sendo estes: cor, aroma de soja, sabor de soja, sabor de polvilho, maciez e crocância. Uma equipe de 13 julgadores foi selecionada com base na concordância com a equipe, poder de discriminação e poder de repetibilidade. A partir dos descritores foi definida uma escala de intensidade de 9cm para cada termo com os extremos variando de fraco para forte e de baixo para alto. Após realização dos treinamentos e testes sensoriais os dados obtidos foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). A formulação F50 apresentou escores superiores para os atributos cor (8,75), aroma de soja, (8,14) e maciez (8,38). A intensidade do sabor de soja não se diferiu entre as formulações F40 (7,78) e F50 (7,92). Houve um aumento da maciez das tapiocas com a adição de okara. A formulação com adição de 50% de okara apresentou valores significativamente inferiores para o atributo qualidade global. A adição de okara às formulações de tapioca permitiu a obtenção de um produto com características próprias tais como coloração e maciez mantendo a qualidade global próxima às tapiocas tradicionais.

Palavras chave: Análise sensorial descritiva. Qualidade global. Okara. Tapioca.

ABSTRACT

The water-soluble extract (EHS) is one of the most well-known derivatives of soy and in its processing, the by-product called okara is generated. This residue is still little used by the food industry, in this context, sensory analysis is of great importance to understand the market viability of new products produced with okara. Therefore, this work aimed to use the quantitative descriptive analysis to develop the descriptive terminology and the sensory profile of tapioca formulations with the addition of okara. Four tapioca formulations were developed with the addition of okara to replace cassava starch in concentrations of 15% (F15), 30% (F30), 40% (F40) and 50% (F50) and a traditional sample (FP) developed only with cassava starch. Six descriptive terms were generated for the sensorial profile of the formulations: color, soy aroma, soy flavor, starch flavor, softness and crispness. A team of 13 judges was selected based on agreement with the team, power of discrimination and power of repeatability. From the descriptors, an intensity scale of 9 cm was defined for each term, with the extremes varying from weak to strong and from low to high. After conducting training and sensory tests, the data obtained were submitted to ANOVA and the means compared by the Tukey test ($p < 0.05$). The F50 formulation showed higher scores for the attributes color (8.75), soy aroma, (8.14) and softness (8.38). The intensity of soy flavor did not differ between formulations F40 (7.78) and F50 (7.92). There was an increase in the softness of tapioca with the addition of okara. The formulation with the addition of 50% okara showed significantly lower values for the global quality attribute. The addition of okara to the tapioca formulations allowed to obtain a product with its own characteristics such as color and softness, maintaining the overall quality close to traditional tapioca.

Keywords: Descriptive sensory analysis. Overall quality. Okara. Tapioca.

3.1. INTRODUÇÃO

A soja é um alimento rico em proteínas, fibras, lipídeos, minerais, vitaminas e possui componentes importantes que conferem propriedades funcionais ao produto. Uma das formas de consumo é o extrato hidrossolúvel de soja (EHS), bebida obtida a partir dos grãos hidratados, que é utilizado por pessoas que apresentam intolerância à lactose e/ou alergia ao leite de vaca e por aqueles que buscam produtos mais saudáveis (CANAAAN et al., 2019).

A produção do EHS gera uma quantidade expressiva de resíduos, chamado de okara, uma massa coesa e úmida que possui propriedades nutricionais interessantes, possibilitando sua utilização *in natura* e como matéria-prima para a produção de farinha de okara. A destinação mais comum pelas indústrias é a alimentação animal ou o descarte como lixo comum. A desidratação do okara, seguida da trituração, resulta em uma farinha com melhores características de conservação, além da redução do volume do produto, facilitando armazenamento e transporte (CANAAAN, 2019).

A viabilidade da utilização da okara na alimentação tem sido estudada por vários autores com o objetivo de agregar valor nutricional a produtos, com a obtenção de resultados do ponto de vista nutricional e sensorial satisfatórios (PAULA et al., 2019a, GUIMARÃES et al., 2018, OSTERMANN-PORCEL et al., 2017, SANTOS et al., 2017, JUNIOR et al., 2013, APLEVICZ & DEMIATE, 2007, BOWLES & DEMIATE, 2006, ROSSI et al., 2004)

Um dos principais resultados obtidos com a adição da farinha de okara em alimentos é a o aumento no seu teor de fibras e proteínas, nesse sentido, a incorporação da farinha de okara ao polvilho, pode gerar a obtenção de produtos com melhor valor nutricional e ainda ser uma alternativa para a destinação do resíduo gerado no processamento da soja.

Segundo Fiorda et al. (2013), a fécula de mandioca, matéria prima utilizada para o preparo de tapiocas, contém alto teor de carboidrato, constituído principalmente de amido, e baixos teores proteína de fibra alimentar solúvel e insolúvel.

No entanto, segundo Barboza & Cazal (2018), para um consumidor levar um alimento à mesa ele deve conhecer seus atributos de qualidade, principalmente aqueles ligados às características sensoriais, como textura, sabor, aroma, forma e cor. A análise sensorial envolve a avaliação de atributos sensoriais de um produto através dos sentidos humanos (PAULA et al., 2019b). Os testes sensoriais têm se mostrado uma importante ferramenta de validação alimentar e podem ser incluídos como garantia de qualidade, pois possuem inúmeras vantagens, como a determinação da aceitação de um produto por parte dos consumidores (ALCANTRA & FREITAS-SÁ, 2018).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993) define análise sensorial como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. O método da análise sensorial descritiva quantitativa (ADQ) é utilizado para traçar, de forma mais completa possível, o perfil sensorial quanto aos atributos de aparência, odor, textura e sabor. O método identifica os atributos e os quantifica na ordem de ocorrência (IAL, 2008).

Diante disso, o presente trabalho teve o objetivo utilizar a análise descritiva quantitativa para desenvolver a terminologia descritiva e o perfil sensorial de formulações de tapiocas com adição de okara.

3.2.MATERIAIS E MÉTODOS

3.2.1. Elaboração das tapiocas enriquecida com farinha de okara

A matéria prima utilizada para obtenção da farinha de okara foi composta okara úmida obtida à partir do cozimento de grãos de soja liquidificados em água, a obtenção da okara foi realizada segundo, Guimarães et al. (2018b), com secagem à 70°C por 12 horas.

Após obtenção da farinha de okara, foram elaboradas quatro formulações de tapiocas com adição de okara e uma tapioca tradicional, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9. Formulações da tapioca padrão e enriquecidas com farinha de okara.

| Ingredientes | Formulações das tapiocas (g) | | | | |
|----------------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | FP | F15 | F30 | F40 | F50 |
| Polvilho (g) | 100 | 85 | 70 | 60 | 50 |
| Farinha de Okara (g) | - | 15 | 30 | 40 | 50 |
| Sal (g) | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Água (ml) | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |

FP: Tapioca padrão contendo 100% de polvilho F15: Tapioca contendo 15% de farinha de okara; F30: Tapioca contendo 30% de farinha de okara; F40: Tapioca contendo 40% de farinha de okara; F50: Tapioca contendo 50% de farinha de okara.

Para o preparo das tapiocas, as misturas de polvilho/okara (Tabela 9) foram hidratadas em 50 ml de água, adicionado 0,5g de sal, homogeneizadas manualmente, peneiradas, e colocadas em uma frigideira antiaderente de 15 cm pré-aquecida, de forma que toda a sua superfície fosse preenchida, com o auxílio de uma colher de polietileno a tapioca foi moldada para que ficasse plana e uniforme até que a tapioca adquirisse a firmeza necessária, em seguida ela foi virada com auxílio de colher e sequencialmente servida aos provadores.

Condições do teste

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Tocantins. As discussões para obtenção da lista de atributos e treinamento de provadores foram realizadas em uma mesa de reuniões. Para os testes sensoriais, 30 gramas de cada amostra foram servidas em pratos plásticos descartáveis codificados aleatoriamente com números de três dígitos.

3.2.2. Análise sensorial descritiva quantitativa

Recrutamento dos julgadores

Os provadores foram recrutados entre servidores da UFT por meio de um questionário apropriado, com objetivo de verificar o bom estado de saúde, disponibilidade de tempo, habilidade para trabalhar com escalas não-estruturadas e familiaridade com termos sensoriais.

Pré-seleção dos provadores

Foram selecionados os julgadores que apresentaram um erro máximo de 10% no uso das escalas não estruturadas de 9 centímetros. Para a realização da pré-seleção, os provadores foram avaliados quanto ao teste de reconhecimento de aromas, cujo critério de aprovação consistiu na obtenção de 70% de acertos, para o teste de reconhecimento de gostos básicos foram utilizadas soluções diluídas dos gostos básicos (ácido, doce e salgado), para o qual foram aprovados os provadores que obtiveram 100% de acertos para as amostras e finalmente os provadores foram avaliados por meio da aplicação de uma série de seis testes discriminatórios (método triangular). Em cada sessão de teste triangular (anexo IV), foram apresentadas três amostras, sendo duas iguais e uma diferente. Foi pedido aos provadores que indicassem, em ficha própria a amostra diferente. Foram aprovados os provadores que tiveram 60% de acerto no teste (MEILGARD et al., 1988).

Levantamento da terminologia descritiva

O levantamento dos atributos foi feito através do método rede (“The Kelly Repertory Grid Method” – MOSKOWITZ, 1988). Foram realizadas sessões de discussão aberta, sob supervisão de um moderador, onde amostras de tapioca com diferentes concentrações de okara foram apresentadas, e foi solicitado aos provadores que descrevessem similaridades e diferenças entre elas em termos sensoriais.

Treinamento

Após o levantamento dos termos descritivos, a equipe se reuniu e discutiu os termos levantados. Nesta etapa, aqueles que expressaram o mesmo significado foram agrupados em um só atributo. Já os termos poucos utilizados pelos provadores foram, por consenso, retirados. No final das sessões, foi gerada uma lista de termos descritivos com as definições e respectivos extremos da cada escala.

Durante o treinamento, os provadores foram solicitados a avaliar a intensidade de cada atributo sensorial das amostras de tapioca utilizando escala não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos com termos definidos pela equipe. As várias sessões de treinamento tiveram papel relevante na compreensão dos referidos atributos e permitiram que a equipe distinguísse e avaliasse quantitativamente as amostras em relação aos referidos atributos. A lista dos atributos com as respectivas definições está apresentada na Tabela 10.

Tabela 10. Atributos sensoriais levantados pela equipe de julgadores, suas respectivas definições e padrões que ancoram os extremos da escala não estruturada.

| Atributos sensoriais | Definições | Referências |
|-------------------------|---|--|
| Aparência | | |
| Cor característica | Refere-se à cor da tapioca. | Branca: Tapioca sem adição de okara Amarronzada: Tapioca com 60% de okara |
| Aroma | | |
| Aroma de soja | Sensação olfativa associada a soja. | Fraco: Tapioca sem adição de okara Forte: Tapioca com 60% de okara |
| Sabor | | |
| Sabor de Soja | Intensidade do sabor característico de soja | Fraco: Tapioca sem adição de okara Forte: Tapioca com 60% de okara |
| Sabor de Polvilho | Intensidade do sabor característico de polvilho | Fraco: Tapioca com 60% de okara Forte: Tapioca sem adição de okara |
| Textura | | |
| Maciez | Força pela qual o material se fratura | Fraco: Tapioca sem adição de okara Forte: Tapioca com 60% de okara |
| Crocância | Refere-se à propriedade de certos alimentos ou objetos que emitem um ruído seco ao estalarem nos dentes | Fraco: Tapioca com 60% de okara Forte: Tapioca sem adição de okara |
| Qualidade global | Refere-se à conceituação de qualidade global do produto | Ruim – 0 Excelente - 9 |

Seleção de provadores

Após o treinamento, os provadores avaliaram as amostras com quatro repetições, utilizando a ficha desenvolvida (Apêndice 1). Os provadores foram selecionados em função da habilidade de discriminar as amostras e repetir resultados nas avaliações, sendo excluídos aqueles que não apresentaram poder discriminatório e repetibilidade de resultados em mais que dois atributos, segundo metodologia proposta por Damasio e Costell (1991).

Avaliação das amostras

As amostras foram avaliadas em relação aos atributos identificados pelos provadores treinados, quanto a aparência (cor), aroma (soja), sabor (polvilho e soja) e textura (maciez e crocância) em escalas não estruturadas de 9 cm previamente definidas pela equipe, apresentadas monadicamente em pratos codificados com números de três dígitos adotando-se uma ordem de apresentação aleatória e balanceada. Os testes foram realizados em cabines individuais visando manter o isolamento de cada provador. Os provadores receberam, juntamente às amostras, um copo de água à temperatura ambiente e uma ficha de avaliação contendo os termos descritivos e escala não estruturada de nove centímetros.

3.2.3. Análise sensorial afetiva

Os provadores foram orientados a julgar as amostras quanto a sua preferência atribuindo 1 para a amostra mais preferida e 5 para a amostra menos preferida (ANEXO III) (IAL, 2008). Após o julgamento dos provadores os dados foram tabulados e em seguida foi realizado o somatório para posterior comparação dos valores.

3.2.4. Análise estatística

Os dados da ADQ foram analisados através da análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para verificar diferenças entre as médias ($p \leq 0,05$) utilizando o programa estatístico SISVAR5.0 (FERREIRA, 2000).

Para análise estatística do teste de ordenação utilizou-se o método de Friedman (DUTCOSKY, 2013).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Avaliação Sensorial Descritiva Quantitativa

Foram recrutados um total de 23 provadores para participar dos testes sensoriais com as tapiocas com adição de okara. No teste de reconhecimento de aromas, dos 23 participantes, 17 deles alcançaram o mínimo de acertos, que é de 70% dos aromas com grau de dificuldade normal. Para os testes de gostos básicos, houve a participação dos 17 provadores, e todos eles obtiveram o critério de aprovação de 100% de acertos. Para os testes triangulares de gostos e aromas, dos 17 provadores que participaram 15 provadores permaneceram na equipe da análise sensorial descritiva quantitativa com tapiocas com adição de okara.

A Tabela 11 a seguir apresenta os valores médios das notas atribuídas para cada atributo sensorial avaliado considerando a escala não estruturada de 1 a 9.

Tabela 11. Escores médios conferidos aos atributos da análise sensorial para as formulações de tapioca com adição de okara avaliadas pelo método da ADQ.

| Atributos | Amostras | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | FP | F15 | F30 | F40 | F50 |
| Cor | 1,00 ^e | 2,83 ^d | 4,43 ^c | 7,39 ^b | 8,75 ^a |
| Aroma de soja | 1,00 ^e | 2,82 ^d | 4,42 ^c | 7,37 ^b | 8,14 ^a |
| Maciez | 1,00 ^d | 2,87 ^c | 7,28 ^b | 7,30 ^b | 8,38 ^a |
| Crocância | 8,67 ^c | 6,33 ^b | 6,4 ^b | 4,39 ^a | 4,35 ^a |
| Sabor de soja | 1,00 ^d | 2,70 ^c | 4,40 ^b | 7,78 ^a | 7,92 ^a |
| Sabor de polvilho | 9,00 ^a | 7,14 ^b | 4,38 ^c | 1,86 ^d | 1,81 ^d |
| Qualidade Global | 7,2 ^b | 8,1 ^a | 8,3 ^a | 7,2 ^b | 5,8 ^c |

FP: Tapioca padrão contendo 100% de polvilho F15: Tapioca contendo 15% de farinha de okara; F30: Tapioca contendo 30% de farinha de okara; F40: Tapioca contendo 40% de farinha de okara; F50: Tapioca contendo 50% de farinha de okara. Médias seguidas das mesmas letras na horizontal (linha) não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

De acordo com o atributo cor é possível observar que houve diferença significativa entre todas as formulações avaliadas, sendo que a amostra tradicional apresentou o menor escore quando comparado com as demais tapiocas, visto que, de acordo com a escala os provadores deram notas entre um (branco) e 9 (amarronzada). É válido destacar que a amostra com 50% de adição de okara apresentou um escore médio alto, indicando que a mesma mostra uma coloração bastante escura na análise dos provadores.

Na Figura 2 a seguir, estão apresentadas as formulações de tapioca utilizadas no teste de análise sensorial descritiva.

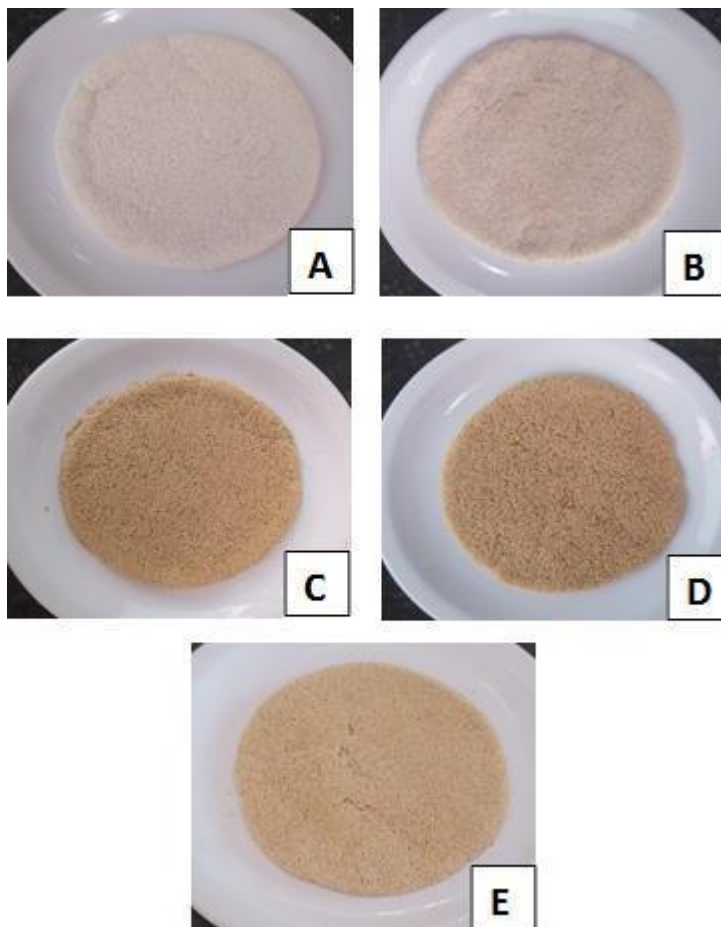


Figura 2. Formulações de tapioca. A. FP: Tapioca padrão contendo 100% de polvilho. B. F15: Tapioca contendo 15% de farinha de okara; C. F30: Tapioca contendo 30% de farinha de okara; D. F40: Tapioca contendo 40% de farinha de okara; E. F50: Tapioca contendo 50% de farinha de okara.

A cor é um parâmetro importante da aparência, pois é percebido logo no primeiro contato do consumidor com o produto e pode fornecer informação sobre o processamento (GENEROSO et al., 2009). É possível observar nas Figura 2, que a medida que a concentração de farinha de okara foi acrescida em cada formulação, a cor escura conferida pela presença da farinha de okara se sobressaiu, o que refletiu nos resultados sensoriais apontados pelos julgadores conforme mostrado na Tabela 11 deste trabalho em relação ao atributo cor.

Segundo Taghdit et al (2017), a coloração mais escura conferida pela farinha de okara a alguns alimentos, pode ser atribuída ao pigmento amarelo presente na farinha de okara e à reação de Millard durante o processamento.

Quanto ao atributo aroma pode-se observar que também houve diferença significativa entre todas as amostras. A amostra do grupo controle apresentou os menores escores sensoriais quanto ao atributo aroma de soja, enquanto a amostra com 50% de adição de okara apresentou

valores significativamente superiores às demais. Quanto ao aroma característico das tapiocas enriquecidas com farinha de okara, os julgadores não reconheceram o aroma de polvilho em nenhuma das formulações, o aroma de soja foi predominante em todas as tapiocas.

O aroma dos produtos alimentícios constitui um dos principais impulsionadores da aceitação pelos consumidores. Sua caracterização representa, portanto, um grande desafio para a indústria de alimentos (PARAVISINI et al., 2014).

Em relação ao atributo sensorial textura (maciez e crocância), é possível observar na Tabela 11 que há uma relação inversa nesses parâmetros. À medida que foi adicionada farinha de okara nas formulações, ocorreu redução da crocância (8,67 na FP e 4,35 na F50) e aumento na maciez das tapiocas (1 na FP e 8,38 na F50).

Os provadores avaliaram a amostra de tapioca tradicional como sendo a amostra menos macia com escore médio de 1,0. Houve um aumento dos escores médios com o aumento da adição de okara. No entanto, os provadores não observaram diferença significativa quanto à maciez entre as amostras com adição de 30% e 40% de okara com valores médios de 7,28 e 7,30, respectivamente, indicando uma alta maciez das tapiocas. As tapiocas com adição de 50% de okara foram consideradas as mais macias de acordo com os provadores atingindo escores médios de 8,38.

Yoshida et al. (2014) ao elaborarem biscoitos contendo farinha de okara, obtiveram como resultado uma maior capacidade de retenção de água (avaliado pelo IAA) à medida que a farinha de okara foi adicionada. Os autores justificaram o fato observado devido a maior quantidade de moléculas hidrofílicas na matriz dos biscoitos com o farinha de okara, entre elas as fibras, as quais tendem a absorver água. Segundo os mesmos autores, os biscoitos contendo farinha de okara tendem a apresentar menor densidade e maior expansão.

Com a adição da farinha de okara realizada neste estudo, é possível que a maciez das tapiocas tenha relação com a retenção de umidade ocasionada pela capacidade de absorção de água conferida pelas fibras presentes na farinha de okara. Na análise de composição centesimal desta pesquisa, a formulação de tapioca enriquecida com 50% de farinha de okara apresentou o maior teor de umidade (39,80%) dentre as amostras analisadas, bem como o maior teor de fibras (3,17).

Quanto ao atributo crocância, os provadores não observaram diferença significativa entre as formulações com adição de 40 e 50% de okara e nem entre as amostras com 15 e 30% de okara, no entanto, todas as formulações com adição de okara se diferiram estatisticamente da amostra tradicional que foi considerada pelos provadores como a mais crocante com escores médios de 8,67. No entanto, é válido destacar que as amostras com adição de okara

apresentaram escores médios variando entre 4,35 a 6,4, indicando que as mesmas ainda apresentam elevada crocância.

Segundo Souza & Menezes (2006), produtos com conteúdo baixo de umidade, panificado ou extrusado, tais como cereais matinais, biscoitos, wafers, e lanches, possuem uma textura crocante. Se o conteúdo de umidade desses produtos aumentar, devido à absorção de água da atmosfera ou transporte em massa de componentes vizinhos, resulta em umedecimento e texturas moles, ou seja, perda de crocância.

Quanto ao atributo sabor, os provadores fizeram a distinção em duas categorias, sendo elas sabor de polvilho e sabor de soja. Não foi observada diferença estatística significativa entre as amostras com adição de 40 e 50% de okara quanto ao atributo sabor de soja. No entanto, todas as amostras com adição de okara se diferiram significativamente da amostra controle que apresentou escore médio de um, indicando ausência/baixo sabor de soja. Após ser apresentado aos julgadores uma tapioca como referência do atributo sabor, sendo esta, enriquecida com 60% de farinha de okara, os provadores afirmaram que as tapiocas com adição de 40 e 50% de okara, possuíam intensidade apenas de sabor de soja e não foram remetidas características desagradáveis como a de “feijão cru” comum a soja.

O tratamento térmico realizado na okara úmida para a obtenção da farinha de okara utilizada na produção das tapiocas, conforme recomenda Ostermann-Porcel et al. (2017), permite a inativação das lipoxigenases, o que segundo Santos et al. (2004), impede a formação de compostos indesejáveis como o n-pentanal e n-hexanal, e permite conferir ao resíduo do extrato hidrossolúvel de soja um sabor mais suave.

Quanto ao sabor de polvilho, o comportamento foi inverso, e os maiores escores foram encontrados para a amostra controle. Também não foi encontrada diferença significativa entre as amostras com 40 e 50% de adição de okara, e entre as amostras com 15 e 30% de okara.

Quanto à qualidade global observou-se que todas as amostras apresentaram uma elevada qualidade global. Não foi encontrada diferença significativa com relação à qualidade global das amostras do grupo controle e das amostras com 40% de okara e também entre as amostras com 15 e 30% de adição de okara que apresentaram os maiores valores de escores médios. Já a amostra com adição de 50% de okara apresentou valores significativamente inferiores de escores médios, o que pode ser atribuído principalmente ao elevado sabor de soja e à sua coloração amarronzada que repercute negativamente na aceitação de um produto que tem como característica uma coloração mais clara.

Bowles & Demiate (2006) identificaram perdas significativas no volume de pães adicionados de farinha de okara, redução da aceitação e intenção de compra em amostras com adição

de 15% de farinha de okara. Segundo o autor, 10% de farinha de okara é a concentração mais adequada para ser adicionada em substituição à farinha de trigo.

A Figura 3 apresenta o perfil sensorial representativo da análise descritiva quantitativa da tapioca com adição de okara.

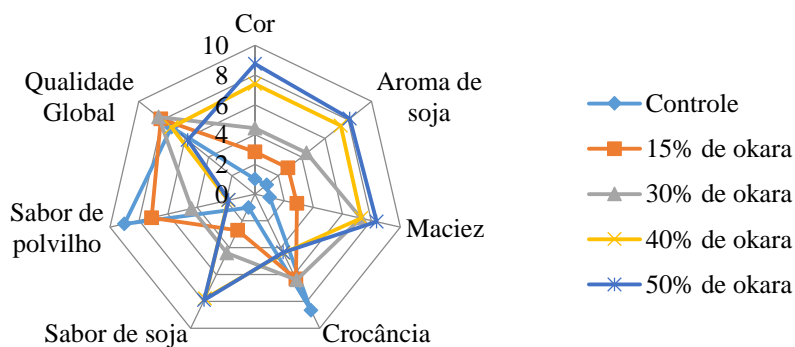


Figura 3. Gráfico de aranha representativo da análise descritiva quantitativa da tapioca com adição de okara.

De acordo com o gráfico de aranha (Figura 3) é possível observar que a amostra tradicional apresentou cor clara, menor aroma de soja, menor maciez e menor sabor de soja. Já a amostra com 50% de adição de okara apresentou os maiores escores de aroma de soja, maciez, sabor de soja e cor escura mais intensa. Valores intermediários dos atributos foram obtidos para as amostras com 15%, 30% e 40% de adição de okara.

3.3.2. Teste sensorial afetivo

Comparando-se os módulos da diferença mínima significativa (DMS) de número 57, conforme mostrado na Tabela 12, pode-se afirmar que houve diferença estatística significativa quanto à preferência entre a formulação FP e a formulação F30.

Tabela 12. Diferença de soma de ordens entre as amostras quanto à preferência dos julgadores obtida pelo teste de ordenação da preferência.

| Diferença da soma de ordens | Totais | Diferença mínima significativa (DMS) | Módulos da diferença | Diferença mínima significativa (DMS) | Módulos da diferença | Diferença mínima significativa (DMS) | Módulos da diferença | Diferença mínima significativa (DMS) | Módulos da diferença |
|-----------------------------|--------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| FP | 298 | | | | | | | | |
| F15 | 262 | FP x F15 | 36 (ns) | | | | | | |
| F30 | 235 | FP x F30 | 63 (s) | F15 x F30 | 27(ns) | | | | |
| F40 | 250 | FP x F40 | 48 (ns) | F15 x F40 | 12(ns) | F30 x F40 | 15(ns) | | |
| F50 | 265 | FP x F50 | 33 (ns) | F15 x F50 | 03(ns) | F30 x F50 | 30(ns) | F40x50 | 15(ns) |

FP: Tapioca padrão contendo 100% de polvilho F15: Tapioca contendo 15% de farinha de okara; F30: Tapioca contendo 30% de farinha de okara; F40: Tapioca contendo 40% de farinha de okara; F50: Tapioca contendo 50% de farinha de okara. (ns)= não significativo. Diferença crítica de $\alpha=0,05 = 57$

Guimarães et al. (2019), ao elaborarem pães sem glúten com adição de farinha de okara e farinha de milho, verificaram que as concentrações com 10% e 30% de farinha de okara foram mais citadas como as formulações mais preferidas pelos consumidores, no entanto, todos os pães sem glúten foram igualmente preferidos.

3.4. CONCLUSÃO

Ao estudar as características sensoriais das tapiocas elaboradas, é possível concluir que a análise descritiva quantitativa mostrou diferença entre as formulações e a padrão, indicando quais os atributos são influenciados pela utilização da farinha de okara.

A adição de farinha de okara nas tapiocas provocou um aumento da coloração amarronzada, aumento no sabor e aroma de soja, aumento da maciez e redução de crocância.

O estudo quanto a preferência, mostrou que a farinha de okara permitiu melhorar aspectos sensoriais das tapiocas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1993). *Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia*.

Alcantra, M & Freitas-SÁ, D. D. C. F. (2018). Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis – uma atualidade na ciência sensorial. *Brazilian Journal Food Technology*, 21 (1), 1-112.

Aplevicz, K.S. & Demiate, I.M. (2007). Análises físico-químicas de pré-misturas de pães de queijo e produção de pães de queijo com adição de okara. *Ciência e Agrotecnologia*, 31 (5), 1416-1422,

Baroza, H.C. & Casal, M. M. (2018). Avaliação da influência de características sensoriais e do conhecimento nutricional na aceitação do chá-mate. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21 (1), 1-6.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.

Bowles, S. & D. & I. M. (2006) Caracterização físico-química de okara e aplicação em pães do tipo francês. *Ciência e Tecnologia em Alimentos*. 26 (3), 652-659.

Canaan, J.M.M., Barros, N.T. & Herculano, R.D. (2019). Avaliação do potencial antioxidante da soja e derivados. *Revista Ciências Farmacêuticas*, Supl. 1. (40).

Cantuária, C. C., Ribeiro, S. C. A., Ribeiro, C. F. A. & Pakr, K. J., Araújo, A. F. (2008). Perfil sensorial de pães de forma enriquecidos com okara. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 10, (2), 111-120.

Damasio, M. H & Costell, E. (1991) Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, Valencia, 31 (2), 165-178.

Dutcosky, S.D. (2013). *Análise sensorial de alimentos*. (4. ed.). Curitiba: Champagnat.

Embrapa. (2002). Embrapa soja, Documento 200. A soja no dia a dia: um brinde a vida.

Ferreira, D.F. (2000). Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, Programa e Resumos.

Fiorda, F. A., Júnior, M. S. S., Silva, F. A. S., Souto, L. R. F. & Grossmann, M. V. E. (2013). Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 43 (4), 408-416.

Generoso W. C., Borges, M.T.M.R, Ceccato-Antonini, S. R., Marino, A. L. F., Silva, M. V. M., Nassu, R. T. & Bernardi. (2009). Avaliação microbiológica e físico-química de açúcares mascavo comerciais. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 68 (3) 259-268.

Guimarães, R. M., Silva, T.E., Lemes, A. C., Boldrin, F., Silva, M. A. P., Silva, F. G, EGEA, M. B. (2018). Okara: A soybean by-product as an alternative to enrich vegetable paste. *Food Science and Technology*, (92), 593-599.

Guimarães, R. M., Oliveira, Daniel E. C. de, Resende, Osvaldo, Silva, Jhessika de S., Rezende, Thaisa A. M. de, & Egea, Mariana B. (2018b). Thermodynamic properties and drying kinetics of 'okara'. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(6), 418-423.

Guimarães, R. M., Pimentel, T.C., Rezende, T.A.M., Silva, J.S., Falcão, H. G., IDA, E. I. & EGEA, M. B. (2019). Gluten-free bread: effect of soy and corn co-products on the quality parameters. *European Food Research and Technology*, (245), 1365–1376.

Instituto Adolfo Lutz (IAL) (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. (4. ed). Retrieved from:

http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.p

Junior, B. Z. C. L., Oliveira, P. M., Castro, R. L. E., Lamas, J. M. N. & Martins, E. M. F. (2013). Desenvolvimento e caracterização de doce de goiaba cremoso adicionado de farinha de okara. *Vértices*, 15 (2), 25-37.

Meilgaard, M, Civille, V & Carr, B. T. (1988). *Sensory Evaluation Techniques*. (2. ed.) Boca Raton: CRC Press. p. 279.

Moskowitz, H.R. (1988). *Applied sensory analysis of foods*. Boca Raton: CRC Press, p. 259

Ostermann-Porcel, M. V., Quiroga-Panelo, N., Rinaldoni, A. N. & Compderrós, M. E. (2017). Incorporation of Okara into Gluten-Free Cookies with High Quality and Nutritional Value. *Journal of Food Quality*, (ed. 2017).

Paravisini, L., Septier, S., Moreton, C., Nigay, H., Arvisenet, F., Guichard, E., & Dacremonte (2014). C. Caramel odor: Contribution of volatile compounds according to their odor qualities to caramel typicality. *Food Research International*, (57), 79-88.

Paula, G. T.; Faria, H. P. S.; Ali, L. R. F. Y., Ribeiro, R. C., Pereira, V. S., Paiva, E. S., Alves, R. G, Pereira, M. C. P. C. (2019a). Desenvolvimento de uma formulação do “tipo hambúrguer” de okara com shitake. *Semioses: Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade*, 13 (1).

Paula, I. Q. & Ferreira, B. F. (2019b). Análise sensorial de alimentos: uma comparação de testes para a seleção de potenciais Provedores. *Caderno de Ciências Agrárias*, (11) 1-8.

Rossi, E. A., Rosier, I, Dâmaso, A. R., Carlos, I. Z., Vendramini, R. C., Abdalla, D. S. P., Talarico, V. H. & Minto, D. F. (2004). Determinação de isoflavonas nas diversas etapas do processamento do “iogurte” de soja. *Alimentação e Nutrição*, 15 (2), 93-99.

Santos, G. C., Bedani, R. & Rossi, R. A. (2004). Utilização de resíduo de soja (okara) no desenvolvimento de um cereal matinal. *Alimentação e Nutrição*. 15 (1).

Santos, C. G. P., Miguel, D., Silva, N., Borges, D. & Teixeira, T. (2017). Processamento de “Hambúrgueres” à base de resíduo de soja “okara”: Análises Físico-química, sensorial e microbiológica. *Fazu em Revista*. (11), 13-17.

Souza, M. L & Menezes, H. C. (2006). Avaliação sensorial de cereais matinais de castanha-do-brasil com mandioca extrusados. *Ciência Tecnologia em Alimentos*, 26 (4), 950-955.

STONE, H. & SIDEL, J. (1993). *Sensory Evaluation Practices*. (3.ed). California: Academic Press, 394p.

Taghdir, M., Mazloomi, S. M., Honar, N., Sepandi, M., Ashourpour & Salehi, M. (2017). Effect of soy flour on nutritional, physicochemical, and sensory characteristics of gluten-free bread. *Food Science & Nutrition*. 5 (3), 439-445.

Yoshida, B. Y.; Pereira, D.G.; Castilho, S. P. G. & Seibel. Produção e caracterização de cookies contendo farinha de okara. *Alimentação e Nutrição Brazilian Journal Food and Nutrition*, v. 25, n. 1p. 49 – 54, 2014.

4. ARTIGO 3. Avaliação da qualidade nutricional de tapioca enriquecida com farinha de okara.

RESUMO

Produtos à base de soja têm obtido êxito no mercado como fonte proteica e lipídica com benefícios funcionais. A okara é um subproduto industrial desse grão e pode ser uma alternativa como componente da alimentação humana, visto que há um interesse no seu valor nutritivo. O objetivo desse trabalho foi traçar o perfil de ácidos graxos e determinar a qualidade nutricional de tapiocas com substituição da fécula de mandioca pela farinha de okara. Foram avaliadas a farinha de okara, a tapioca tradicional elaborada apenas com fécula de mandioca e quatro formulações de tapioca que foram desenvolvidas com proporções de 15% (F15), 30% (F30), 40% (F40) e 50% (F50) de farinha de okara em substituição à fécula de mandioca. Cada amostra teve seu perfil lipídico analisado por cromatografia gasosa, a fim de identificar a composição dos ácidos graxos presentes. A qualidade nutricional das formulações foram obtidas através do cálculo do índice de aterogenicidade, índice de trombogenicidade, relação entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmico, relação entre ácidos poliinsaturados/saturados e a razão ômega 6/ômega 3. Os principais ácidos graxos encontrados em todas as amostras de tapioca enriquecidas com farinha de okara foram os ácidos graxos insaturados, com prevalência dos poliinsaturados, seguido pelos monoinsaturados e por último os saturados. Índices desejáveis de Aterogenicidade e Trombogenicidade foram identificados nos tratamentos com maiores teores de farinha de okara, e são indicativos de um efeito cardioprotetor. A razão entre \sum ácidos graxos hipocolesterolêmico/ \sum ácidos graxos hipercolesterêmicos, indicou maior quantidade de ácidos hipocolesterolêmicos em relação aos ácidos hipercolesterêmicos. A razão entre Poliinsaturados/Saturados apresentou-se acima de 0,45 para todas as formulações, o que não indica potencialidade de induzir aumento no colesterol sanguíneo. A relação $\omega 6/\omega 3$ foi beneficiada com a adição de farinha de okara nas formulações. O perfil de ácidos graxos das tapiocas, indicou que o alimento teve a qualidade nutricional beneficiada com a adição de farinha de okara.

Palavras-Chave: Ácidos graxos. Qualidade nutricional. Okara. Tapioca.

ABSTRACT

Soy-based products have been successful in the market as a protein and lipid source with functional benefits. Okara is an industrial by-product of this grain and can be an alternative as a component of human food, since there is an interest in its nutritional value. The objective of this work was to trace the fatty acid profile and determine the nutritional quality of tapioca with substitution of cassava starch for okara flour. Okara flour, traditional tapioca made with cassava starch and four tapioca formulations that were developed in proportions of 15% (F15), 30% (F30), 40% (F40) and 50% (F50) were evaluated of okara flour to replace cassava starch. Each sample had its lipid profile analyzed by gas chromatography, in order to identify the composition of the fatty acids present. The nutritional quality of the formulations was obtained by calculating the atherogenicity index, thrombogenicity index, the relationship between hypocholesterolemic and hypercholesterolemic fatty acids, the relationship between polyunsaturated / saturated acids and the omega 6 / omega 3 ratio. The main fatty acids found in all tapioca samples enriched with okara flour were unsaturated fatty acids, with a prevalence of polyunsaturated, followed by monounsaturated and finally saturated. Desirable rates of Atherogenicity and Thrombogenicity have been identified in treatments with higher levels of okara flour, and are indicative of a cardioprotective effect. The ratio of hip hypocholesterolemic fatty acids / hip hypercholesterolemic fatty acids, indicated a greater amount of hypocholesterolemic acids in relation to hypercholesterolemic acids. The Polyunsaturated / Saturated ratio was above 0.45 for all formulations, which does not indicate the potential to induce an increase in blood cholesterol. The $\omega 6 / \omega 3$ ratio was benefited with the addition of okara flour in the formulations. The fatty acid profile of tapioca, indicated that the food had its nutritional quality benefited with the addition of okara flour.

Keywords: Fatty acids. Nutritional quality. Okara. Tapioca.

4.1. INTRODUÇÃO

A okara é uma porção insolúvel que é obtida após a extração aquosa de grãos de soja, e produzida em grande quantidade como subproduto da indústria de tofu e do extrato hidrossolúvel de soja (GUIMARÃES et al., 2018). Este resíduo possui alto teor de umidade, em torno de 70 a 80%, o que o torna suscetível a deterioração. No entanto, a okara ainda contém muitos nutrientes, com base no peso seco, possui aproximadamente 50% de carboidratos, 20 a 30% de proteínas e 10 a 20% de lipídios, além de minerais e fitoquímicos (VONG et al., 2016).

Estima-se que até 2050 será necessário aumentar em 60% a produção de alimentos básicos para atender a demanda do crescimento populacional (ONU, 2012). Neste contexto, pesquisadores tem buscado formas ou destinos para os resíduos alimentares, a maioria principalmente através da produção de farinhas de frutas e vegetais na aplicação em produtos alimentícios de diversas áreas, principalmente na indústria de panificação, sempre objetivando o enriquecimento nutricional das formulações alimentícias comerciais (LIMA et al., 2020). A farinha de okara tem sido objeto de estudo por vários pesquisadores para agregar valor nutricional a alimentos (GUIMARÃES et al. 2018; OSTERMANN-PORCEL et al., 2017; JUNIOR et al., 2013; APLEVICZ e DEMIATE, 2007; BOWLES e DEMIATE, 2006; ROSSI et al., 2004).

Segundo Santos et al. (2019) a aplicação de técnicas para a caracterização de produtos e subprodutos vêm sendo desenvolvidas visando o aproveitamento integral dos alimentos e a aplicação nutricional destes pelo uso de tecnologias de conversão em matérias-primas aproveitáveis. Com destaque as técnicas de obtenção do perfil de ácidos graxos, em que os dados obtidos permitem a obtenção de índices que classificam a qualidade da nutricional da gordura de cada alimento. Entre os índices de qualidade nutricional da dieta, pode-se citar: índice de aterogenicidade (IA) e índice trombogenicidade (TI) (ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991), razão hipocolesterolêmica / hipercolesterolêmica (HH) (SANTOS-SILVA ET AL., 2002), porcentagens de ácidos graxos poliinsaturados e saturados e (DHSS, 1984) e relação ômega 6 e ômega 3($\omega 6/\omega 3$) (SOBOTKA et al., 2008).

Os efeitos dos lipídeos na saúde humana dependem do seu perfil de ácidos graxos, podendo ser benéficos ou maléficos (CRUZ & FARIA, 2019). Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (2013), o consumo elevado de ácidos graxos saturados está relacionado com a alteração no perfil lipídico (aumento do colesterol LDL), aumento da pressão arterial, desenvolvimento/progressão de diabetes tipo 2, obesidade e aumento de eventos cardiovasculares.

Os mecanismos propostos para os benefícios cardiovasculares dos AGPI incluem redução de marcadores inflamatórios e da agregação plaquetária, melhora da função endotelial, redução da pressão arterial e redução da trigliceridemia (SBC, 2017).

Segundo a SBC (2013), a substituição de AGS por carboidratos simples pode ocasionar piora no perfil lipídico. O consumo de gorduras saturadas deve ser limitado, porém o mais importante é sua substituição parcial por insaturada, para a obtenção de melhora no perfil lipídico sanguíneo.

As características do perfil de ácidos graxos do subproduto de soja (okara) são pouco estudados, principalmente no que diz respeito aos novos produtos desenvolvidos com a farinha de okara. Segundo Matos et al. (2019), a avaliação da qualidade nutricional dos lipídios, utilizando os índices e proporções calculados, permite uma melhor compreensão dos efeitos funcionais na saúde dos diferentes ácidos graxos presentes no alimento.

A fim de verificar o potencial de aproveitamento da farinha de okara como matéria prima com o intuito de agregar valor à uma preparação tradicional, o objetivo desse trabalho foi quantificar o teor de ácidos graxos de tapiocas elaboradas com diferentes proporções de farinha de okara, bem como conhecer a qualidade nutricional a partir da composição lipídica deste novo produto.

4.2. MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1. Matéria prima e obtenção das tapiocas

A matéria prima utilizada para obtenção da farinha de okara foi composta okara úmida obtida à partir do cozimento de grãos de soja liquidificados em água, a obtenção da okara foi realizada segundo, Guimarães et al. (2018b), com secagem à 70°C por 12 horas.

A composição de polvilho/ farinha de okara para a produção das formulações das tapiocas deu-se conforme descrito na Tabela 13.

Tabela 13. Formulações da tapioca padrão e enriquecidas com farinha de okara.

| Formulação | Percentual de substituição (%) | |
|------------|--------------------------------|------------------|
| | Polvilho | Farinha de okara |
| FO | 0 | 100 |
| FP | 100 | 0 |
| F15 | 85 | 15 |
| F30 | 70 | 30 |
| F40 | 60 | 40 |
| F50 | 50 | 50 |

FO: Farinha de okara; FP: Tapioca padrão contendo 0% de farinha de okara; F15: Tapioca contendo 15% de farinha de okara; F30: Tapioca contendo 30% de farinha de okara; F40: Tapioca contendo 40% de farinha de okara; F50: Tapioca contendo 50% de farinha de okara.

Os demais ingredientes para o preparo das tapiocas foram utilizados em concentrações iguais para todas as formulações, sendo: 50 ml de água e 0,5g de sal para cada 100 g das proporções de polvilho e okara.

As amostras foram preparadas no laboratório de tecnologia de alimentos com três repetições, em seguida foram trituradas e armazenadas em frascos âmbar revestidos com papel alumínio mantidas a temperatura ambiente em lugar fresco, na ausência de luminosidade até o momento do envio para laboratório de análise de alimentos CBO Análises Laboratoriais LTDA, localizado na cidade de Valinhos/SP para a realização das análises de composição lipídica e perfil de ácidos graxos.

4.2.2. Determinação do perfil lipídico

Os lipídeos foram extraídos e determinados pelo método de Bligh e Dyer (Bligh e Dyer 1959). Esta técnica apresenta vantagens tais como a extração de todas as classes de lipídios sem aquecimento, e o extrato obtido pode ser utilizado em análises posteriores como determinação, ácidos graxos (GUSSO et al., 2012).

O conteúdo total de ácidos graxos das tapiocas foi determinado por cromatografia em fase gasosa usando um cromatógrafo de marca Thermo Fisher CG (série 12550060) e uma coluna TR-FAME 120 m x 0,25 mm. Em relação as condições cromatográficas, a temperatura do injetor foi de 225°C, e do detector de 285°C. A temperatura da coluna foi inicialmente ajustada para 100 °C (isoterma), e mantida nessa temperatura por 4 minutos, posteriormente aumentada a 240°C em velocidade de 3°C/minuto (AOCS, 2005).

Índices de qualidade nutricional

Os índices aplicados nesta pesquisa para calcular a qualidade nutricional das amostras estão detalhadas na Tabela 14:

Tabela 14. Formulações da tapioca padrão e enriquecidas com farinha de okara.

| Índice | Fórmula | Referência |
|-----------------------|---|-------------------------------|
| IA | $[(C12:0+(4 \times C14:0)+C16:0)]/(\sum AGMI + \sum \omega 6 + \sum \omega 3)$ | Ulbricht; Southgate (1991) |
| IT | $(C14:0+C16:0+C18:0)/[(0,5 \times \sum AGMI) + (0,5 \times \sum \omega 6 + (3 \times \sum \omega 3) + (\sum \omega 3 / \sum \omega 6)]$ | Ulbricht; Southgate (1991) |
| H/H | $(C18:1cis9 + C18:2\omega 6 + C20:4\omega 6 + C18:3\omega 3 + C20:5\omega 3 + C22:5\omega 3 + C22:6\omega 3) / (C14:0 + C16:0)$ | Santos-Silva et al., (2002) |
| P/S | $\sum P / \sum S$ | DHSS (1984) |
| $\omega 6 / \omega 3$ | $\sum \omega 6 / \sum \omega 3$ | Sobotka et al. (2008) |

IA: índices de aterogenicidade; IT: índice de trombogénicidade; hH: razão entre AG hipocolesterolêmicos / AG hipercolesterolêmicos; P/S: Relação AGP e AGS; $\omega 6 / \omega 3$: razão entre os $\omega 6 / \omega 3$.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Composição dos ácidos graxos

As proporções dos principais ácidos graxos foram medidas e somadas em porcentagem do conteúdo total de ácidos graxos como saturados (\sum AGS), insaturados (\sum AGI), monoinsaturados (\sum AGMI), poli-insaturados (\sum AGPI), ácido graxo ômega 6 (\sum Ômega 6), ômega 3 (\sum Ômega 3) e \sum ácido graxo ômega 9 (\sum Ômega 9) estão apresentados na Tabela 15 a seguir:

Tabela 1. Composição de ácidos graxos das amostras.

| Ácidos graxos | FO | FP | F15 | F30 | F40 | F50 |
|---|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | % | | | | | |
| Ácidos graxos saturados (AGS) | | | | | | |
| Ácido Butíricosaturado | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Capríco (C6:0) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Caprílico (C8:0) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Cáprico (C10:0) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Undecanoico (C11:0) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Láurico (C12:0) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Tridecanoico (C13:0) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Mirístico (C14:0) | 0,02 | * | * | * | 0,01 | * |
| Ácido Pentadecanoico (C15:0) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Palmítico (C16:0) | 2,87 | 0,05 | 0,33 | 0,70 | 0,99 | 1,22 |
| Ácido Esteárico (C18:0) | 0,72 | 0,03 | 0,10 | 0,20 | 0,25 | 0,29 |
| Ácido Araquídico (C20:0) | 0,07 | * | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 |
| Ácido Heneicosanoico (C21:0) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Behenico (C22:0) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Tricosanoico (C23:0) | 0,01 | * | * | * | * | * |
| Ácido Lignocérico (C24:0) | 0,04 | * | 0,00 | 0,01 | 0,01 | * |
| Ácido Margárico (C17:0) | 0,02 | * | * | * | * | * |
| Σ AGS | 3,76 | 0,08 | 0,44 | 0,92 | 1,29 | 1,54 |
| Ácidos graxos monoinsaturados (AGM) | | | | | | |
| Ácido Oleico (C18:1n9c) | 6,28 | 0,06 | 0,67 | 1,40 | 2,14 | 2,65 |
| Ácido Erúico (C22:1n9) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Cis-11-Eicosenoico (C20:1n9) | 0,05 | * | 0,00 | 0,01 | 0,02 | * |
| Ácido cis-10-Ácido Heptadecenoico (C17:1) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Miristoleico (C14:1) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Nervonico (C24:1n9) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Palmitoleico (C16:1n7) | 0,03 | * | * | 0,01 | 0,01 | * |
| Ácido 10-Pentadecenoico (C15:1) | * | * | * | * | * | * |
| Σ AGMI | 6,36 | 0,06 | 0,67 | 1,43 | 2,17 | 2,65 |
| Ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) | | | | | | |
| Ácido AraquidônicoAA (C20:4n6) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido cis-8,11,14-Eicosatrienoico | 0,05 | * | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| Ácido cis-11,14- Eicosadienoico (C20:2) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido cis-11,14,17-Eicosatrienoico | * | * | * | * | * | * |
| Ácido 5,8,11,14,17- EPA (C20:5n3) | 0,01 | * | * | * | * | * |
| Ácido Gama-Linolênico GLA (C18:3n6)w6 | * | * | * | * | * | * |
| Ácido cis-13,16-Docosadienoico (C22:2) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Linoleico LA (C18:2n6c) | 12,70 | 0,07 | 1,34 | 2,58 | 4,22 | 5,53 |
| Ácido Docosahexaenoico DHA(C22:6n3) | * | * | * | * | * | * |
| Ácido Alfa LinolenicoLNA (C18:3n3)w3 | 1,42 | * | 0,14 | 0,27 | 0,47 | 0,65 |
| Σ Ômega 3 | 1,42 | * | 0,14 | 0,27 | 0,47 | 0,65 |
| Σ Ômega 6 | 12,75 | 0,07 | 1,35 | 2,59 | 4,24 | 5,55 |
| Σ AGPI | 14,17 | 0,07 | 1,49 | 2,86 | 4,71 | 6,20 |
| Σ Ácidos graxos insaturadas(AGI) | | | | | | |
| (AGMI + AGPI) | 20,52 | 0,12 | 2,16 | 4,29 | 6,87 | 8,85 |
| Ácidos graxos trans | | | | | | |
| Ácido Elaidico (C18:1n9t) | * | * | * | 0,01 | * | * |
| Ácido Linoleaidico (C18:2n6t) | * | * | * | * | * | * |
| Σ Ácidos graxos trans | * | * | * | 0,01 | * | * |

*Ácido graxo não detectado na análise.

Com relação ao perfil lipídico, a formulação F50 apresentou 8,85% de AGI, sendo 6,20% AGPI e 2,65% AGM. A formulação F40 apresentou 6,87% de AGI, sendo 4,71% AGPI e 1,43% de AGI. Já a formulação FP apresentou 0,12% de AGI, sendo 0,07 de AGPI e 0,6 de AGMI.

O ácido graxo monoinsaturado oléico (C18:1 ω -9) e o ácido graxo poliinsaturado linoléico (C18:2 ω -6) se destacaram como componete lipidico predominante em todos os tratamentos. Estes dados corroboram com o elevado teor desses ácidos graxos presentes no grão de soja *in natura* verificado por Carrão-Panizzi et al. (2019), em que observaram no grão de soja 53,73% de ácido linoléico e 21,61% de ácido oléico.

A formulação F50 apresentou teor de AGMI (2,65%) superior dentre as formulações de tapioca, seguida pela formulação F40 (2,14%). O ácido oleico (C18:1n9c) foi o principal AGMI encontrado nas amostras, com 2,65% e 2,14% nas formulações F50 e F40, respectivamente. Segundo Matos et al., (2019), o consumo de vegetais que contêm ácido oleico, que também é encontrado em peixes, tem a função de aumentar o conteúdo de HDL (lipoproteína de alta densidade) e reduzir a pressão arterial.

Com relação ao teor de ω 3 e ω 6, a formulação F50 apresentou valor superior às demais formulações, sendo respectivamente de 0,66% e 5,55%. A formulação FP apresentou 0,07% de ω 6 e não foram identificados teores de ω 3. Segundo Neto et al. (2003), o ω 3 e ω 6 não são produzidos pelo corpo humano, sendo necessário a ingestão diária de 10g/dia de ω 3 para que haja ação anticoagulante e antitrombogênica.

Martin et al. (2006), analisaram a ocorrência de ω 3 e ω 6 em diferentes alimentos, e identificaram que a soja é o alimento que possui maior teor de ω 3 (6%) quando comparada com o milho (1,8%), feijão (1,1%), aveia (1,1%), lentilha (0,4%), ervilha (0,3%), arroz (0,1%). No mesmo estudo, o teor de ω 6 prevaleceu no milho (58,6 %), seguido pela soja (44,6%), aveia (24,4%), lentilha e ervilha (1,4%), feijão (0,8%) e arroz (0,6%) (MARTIN et al., 2006).

Entre os alimentos de origem animal, os peixes de origem marinha oriundos de águas continentais, como a sardinha e o salmão, geralmente apresentam quantidades maiores de ω 3 (14,8% para a sardinha e 25,6% para o salmão) e ω 6 (35,4% para a sardinha e 2,2% para o salmão), isso ocorre, devido à expressiva quantidade desses ácidos graxos no fitoplâncton, que provê a sua distribuição ao longo da cadeia alimentar marinha (MASLEY, 2018).

A formulação F50 também apresentou o maior teor de AGS (1,54%) quando comparada com todas as formulações de tapioca. A formulação FP apresentou 0,08% de AGS. Em ambas, houve predominância do ácido palmítico (1,22% e 0,05%, respectivamente). Estudos

evidenciaram o ácido palmítico como o AGS presente em maior quantidade em grãos de soja *in natura* (EMBRAPA, 2010; CARRÃO-PANIZZI et al., 2019).

No que diz respeito ao consumo de gorduras saturadas, tem sido relatado efeitos aterogênicos, pois, se ingeridas em excesso, são a principal causa do aumento do colesterol plasmático (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2005).

4.3.2. Qualidade nutricional das tapiocas

A qualidade nutricional das tapiocas obtidas por diferentes índices encontra-se descrita na Tabela 16.

Tabela 16. Índices de qualidade nutricional da fração lipídica das tapiocas com adição de farinha de okara.

| Amostra | IA | IT | P/S | h/H | $\omega 6/\omega 3$ |
|---------|------|------|------|------|---------------------|
| FO | 0,14 | 0,26 | 3,77 | 7,10 | 8,91 |
| FP | 0,38 | 1,23 | 0,88 | 2,40 | NA |
| F15 | 0,15 | 0,28 | 3,39 | 6,55 | 9,64 |
| F30 | 0,16 | 0,31 | 3,11 | 6,13 | 9,59 |
| F40 | 0,15 | 0,27 | 3,65 | 6,87 | 10,06 |
| F50 | 0,14 | 0,24 | 4,03 | 7,25 | 8,53 |

FO: Farinha de okara; FP: Tapioca padrão contendo 0% de farinha de okara; F15: Tapioca contendo 15% de farinha de okara; F30: Tapioca contendo 30% de farinha de okara; F40: Tapioca contendo 40% de farinha de okara; F50: Tapioca contendo 50% de farinha de okara. IA = índice de aterogenicidade; IT = índice de trombogenicidade; h/H = Σ hipocolesterolêmicos/ Σ hipercolesterolêmicos; P/S = Poli-insaturados/saturados; $\omega 6/\omega 3$ = Σ da série Ômega 6/ Σ da série Ômega 3. NA= Não se aplica. Não foi detectado $\omega 3$, não há relação $\omega 6/\omega 3$. Valores de referência: IA e IT: menor valor é desejável; P/S: abaixo de 0,45; h/H: alto valor é desejável e $\omega 6/\omega 3$: referência de 5:1.

4.3.2.1. Índice de aterogenicidade (IA) e Índice de trombogenicidade (IT)

Ulbricht & Southgate (1991) desenvolveram os índices IA e TI, que são baseadas no perfil de ácidos graxos do alimento e sua contribuição para a prevenção ou promoção de doença cardíaca coronária em humanos (SANT'ANA EL AL., 2019). O IA representa a capacidade de reduzir o conteúdo de lipídios no sangue e a TI representa a capacidade de inibir a atividade plaquetária em humanos (ULBRICHT SOUTHGATE, 1991).

O IA obtido pelas tapiocas com farinha de okara, bem como pela farinha de okara, variaram entre 0,14 ao 0,15. A FP apresentou índice superior de trombogenicidade em relação as amostras com adição de farinha de okara, de 0,38.

Assim como o IA, o IT também apresentou melhores índices após a substituição parcial do polvilho por farinha de okara nas tapiocas. O IT nas formulação com presença de farinha de okara variou entre 0,24 e 0,31. A FP apresentou IT de 1,23.

Tonial et al. (2010), ao avaliarem os índices de qualidade nutricional do salmão, identificaram IA de 0,56 e IT de 0,25, valores próximos do encontrado no presente estudo.

Segundo Ulbricht & Southgate (1991), baixos valores de IA e IT são desejáveis, e indicativos de um efeito cardioprotetor.

4.3.2.2. Razão de ácidos graxos poliinsaturados e saturados (P/S)

A relação entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados (P/S) resultou em um valor médio de 0,88 na formulação FP, sendo que esse índice aumentou a medida que a farinha de okara foi adicionada às amostras. A formulação F50 apresentou relação P/S de 4,03.

Tonial et al. (2010), ao avaliarem a relação P/S em salmão, encontraram 1,24, valor inferior ao encontrado nas tapiocas elaboradas com farinha de okara, e superior à formulação FP.

Alimentos que apresentam a razão de ácidos graxos poli-insaturados e saturados (P/S) abaixo de 0,45 são considerados como indesejáveis à dieta, por sua potencialidade na indução do aumento de colesterol sanguíneo (DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1984).

4.3.2.3. Σ ácidos graxos hipocolesterolêmico/ Σ ácidos graxos hipercolesterolêmicos (h/H)

O cálculo da razão Σ ácidos graxos hipocolesterolêmico/ Σ ácidos graxos hipercolesterolêmicos (HH), resultou em valores de 7,25 para a formulação F50 e 2,40 para a formulação FP. Observou-se aumento na relação H/H com a adição de farinha de okara nas tapiocas. Segundo Santos-Silva et al., (2002), valores altos são desejáveis do ponto de vista nutricional, pois indicam uma alta quantidade de ácidos hipocolesterolêmicos em relação aos ácidos hipercolesterolêmicos.

4.3.2.4. Razão $\omega 6/\omega 3$

Segundo DiNicolantonio & O'Keefe (2018), atualmente, tem-se voltado a atenção sobre a proporção no consumo de $\omega 6$ e $\omega 3$, e recomenda-se uma baixa proporção entre esses ácidos graxos para a obtenção de benefícios à saúde humana. Conforme apresentado na Tabela 16, a menor razão $\omega 6/\omega 3$ foi obtida na formulação F50, com valor médio de 8,41.

Martin et al. (2006), avaliaram a razão $\omega 6/\omega 3$ em alguns alimentos, e obtiveram o maior índice no milho in natura (32,5), seguido pela aveia (22), soja (7,5), ervilha (4,9), arroz (4,8), lentilha (3,7) e com a menor razão $\omega 6/\omega 3$, o feijão (0,7). Os mesmos autores obtiveram no salmão a relação $\omega 6/\omega 3$ de 0,08, e na sardinha de 2,4.

A relação entre $\omega 6/\omega 3$, uma vez em desequilíbrio na dieta humana podem aumentar os riscos de doenças cardiovasculares (DINICOLANTONIO & O'KEEFE, 2018). Segundo

Sobotka et al. (2008), recomenda-se uma relação ω_6/ω_3 de 5:1. Observou-se no presente estudo, que as tapiocas com adição de farinha de okara não atenderam a recomendação da literatura para a relação ω_6/ω_3 , que é de 5:1, porém, a presença da farinha de okara melhorou a proporção desses ácidos graxos em relação à formulação FP.

5. CONCLUSÃO

As tapiocas adicionadas de farinha de okara apresentaram concentrações consideráveis de AGPI ω -6 e ω -3, bem como AGMI ω -9.

A qualidade nutricional dos lipídeos constatada pelos IA, IT, HH, P/S e ω -6/ ω 3, indicam que as tapiocas com adição de okara possuem um efeito mais próximo das recomendações para perfil de lipídeos desejado na alimentação humana, em relação a formulação padrão tradicional.

A farinha de okara apresentou índice de qualidade nutricional superior em relação a tapioca com polvilho, o que propiciou à formulação com 50% de farinha de okara apresentar melhores índices de qualidade nutricional em relação a formulação FP e as outras amostras adicionadas de okara.

A utilização de farinha de okara apresenta-se como uma alternativa na busca para uma dieta equilibrada em lipídeos, e uma perspectiva importante para a elaboração de novos produtos com este resíduo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Oil Chemists' Society. 2017. AOCS Official Procedure. Am 5-04. p.01-04.
- AOAC (2005) Official method of Analysis. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC, Method 935.14 and 992.24.
- Aplevicz, K.S. & Demiate, I.M. (2007). Análises físico-químicas de pré-misturas de pães de queijo e produção de pães de queijo com adição de okara. *Ciência e Agrotecnologia*, 31 (5), 1416-1422,
- Bligh E G & Dyer W J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol*, (37), 911-917.
- Bowles, S. & D. & I. M. (2006) Caracterização físico-química de okara e aplicação em pães do tipo francês. *Ciência e Tecnologia em Alimentos*. 26 (3), 652-659.
- Carrão-Panizzi, M. C., Silva, B. dos S., Leite, R. S., Godoy, R. L. de O., Santiago, M. C. P. de A., Felberg, I., & Oliveira, M. C. N. De. (2019). Isoflavone, anthocyanin, and fatty acid contents of vegetable-type soybean grains at different maturity stages. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, (54).

- Cruz, F.L. & Faria, P.B. (2019). Perfil lipídico da carne de frangos de corte de diferentes cruzamentos criados em sistema alternativo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, 71 (2), 677-686.
- Department of Health and Social Security (1984). Diet and cardiovascular disease. Report on Health and Social Subjects, (1. ed.), London: HMSO,1984.
- DiNicolantonio, J. & O'Keefe, J. H. (2018). Importance of maintaining a low omega-6/omega-3 ratio for reducing inflammation. *Open Heart. British Medical Journal*, (5), 2.
- EMBRAPA. Embrapa Soja (2010) Documentos. Avaliação de ácidos graxos da soja: grão inteiro, casca, cotilédones e hipocótilo. Resumos. Embrapa Soja. Documentos, 323. Londrina: Embrapa Soja, 2010. (p. 31-34).
- Ferreira, D.F. (2000). Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, Programa e Resumos.
- Guimarães, R. M., Oliveira, D. E.C. de, Resende, O., Silva, J. S., Rezende, T. A.M., Egea, M. B. (2018). Propriedades termodinâmicas e cinética de secagem do 'okara'. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22 (6), 418-423.
- Gusso, A. P., Mattanna, P., Pellegrini, L. G., Cassanego, D. B., Richards, N. S. P. S., Ribeiro, A. S. Comparação de diferentes métodos analíticos para quantificação de lipídeos em creme de ricota. (2012), *Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 389 (67), 51-55.
- Junior, B. Z. C. L., Oliveira, P. M., Castro, R. L. E., Lamas, J. M. N. & Martins, E. M. F. (2013). Desenvolvimento e caracterização de doce de goiaba cremoso adicionado de farinha de okara. *Vértices*, 15 (2), 25-37.
- Ulbricht, T.L.V. & Southgate, D.A.T. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, 338 (8773), 985-992.
- Santos-Silva J., Bessa, R.J.B., Santos-Silva, F., (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science*, (77), 2-3, 187-194.
- Lima, D. V, Azevedo, O. O. C., Silva, N. S., Silva, Gezaildo, S., Pontes, E. D. S., Araújo, M.G.G., Pereira, D., Piovesa, N., Medeiros, R. G., Soares, J. K. B., Vieira, V. B. (2020). Desenvolvimento e avaliação sensorial de pão de forma adicionado da farinha do resíduo da graviola. *Research, Society and Development* 9 (1).
- Martin, C. A., Almeida, V. V., Ruiz, M. R., Visentainer, J.E. L., Matshushita, M., Souza, N. E., Visentainer, J. V. (2006). Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. *Revista de Nutrição*, 19(6), 761-770.
- Matos, Â. P., Matos, A. C., Moecke, E. H. S. (2019). Polyunsaturated fatty acids and nutritional quality of five freshwater fish species cultivated in the western region of Santa Catarina, Brazil. *Brazilian Journal of Food Technology*, (22).
- Masley, S. (2018). The Better Brain Solution. (2. ed) Espanha: Sirio.

Ostermann-Porcel, M. V, Rinaldoni A. N, Rodriguez-Furlán, L. T & Mercedes, E C. Quality assessment of dried okara as a source of production of gluten-free flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. (97), 2934–2941

Neto, F. T.(2003). *Nutrição Clínica*. (1. ed.), Rio de Janeiro: Guanabara.

ONU, United nations, department of economic and social affairs The United Nations, Population Division, *Population Estimates and Projections Section*, 2012. Retrieved from: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2012_HIGHLIGHTS.pdf

Rossi, E. A., Rosier, I, Dâmaso, A, R, Carlos, I. Z, Vendramini, R. C., ABDALLA, D. S. P, Talarico, V. H, Minto, D. F. (2004). Determinação de isoflavonas nas diversas etapas do processamento do “iogurte” de soja. *Alimentação e Nutrição*, 15 (2), 93-99.

Santos, O. V. dos, Vieira, E. L. S., Soares, S. D., Lisbôa, L. R. C., Pinto, D. M. L., Maciel, A. C. da C., Costa, D. F.. (2019). Efeitos do Consumo de Produtos e Subprodutos do Maracujá (*Passiflora edulis*) nas Doenças Crônicas não Degenerativas. *Brazilian Journal Health*, 2, (6), 6226-6244.

Sant'Ana L. S., Iwamoto, A. A., Crepaldi, D. V., Boaventura T. P., Teixeira L. V., Teixeira, E.A & Luz, R. K. (2019). Estudo comparativo da composição química, perfil de ácidos graxos e qualidade nutricional de *Lophiosilurus alexandri* (Siluriformes: Pseudopimelodidae), um peixe brasileiro de água doce carnívora, cultivado em ambientes lóticos, lênticos e de aquicultura. *Ictiologia Neotropical*, 17, (4).

Sobotka, L., Allison, S. P., Furst, P., Meier, R., Pertkiewicz, M., Scoeters, (2008). *Bases da Nutrição Clínica*. (3. Ed) Rio de Janeiro: Rubio.

Sociedade Brasileira de Cardiologia. (2005). I Diretriz de prevenção da aterosclerose na infância e na adolescência. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 85(6), 3-36. Retrieved from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2005002500001

Sociedade Brasileira de Cardiologia (2013). I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 100 (1), 1-40.

Retrieved from: http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2013/Diretriz_Gorduras.pdf

Sociedade Brasileira de Cardiologia. (2017). Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 109 (2 Supl.1), 1-76

Retrieved from:

http://publicacoes.cardiol.br/2014/diretrizes/2017/02_DIRETRIZ_DE_DISLIPIDEMIAS.pdf.

Tonial, I. B., Oliveira, D. F., Bravo, C. E. C., Souza, N. E., Matsushita, M, Visentainer, J. V. (2010). Caracterização físico-química e perfil lipídico do salmão (*Salmo Alar L.*). *Alimentos e Nutrição*, 21 (1), 93-98.

Vong, W. C. & Liu , S-Q. (2016). Biovalorisation of okara (soybean residue) for food and nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, (52), 139-147.

CONCLUSÃO GERAL

Considerando os resultados obtidos nas etapas do trabalho, é possível afirmar que:

- Os teores de farinha de okara utilizados em substituição ao polvilho em diferentes concentrações, influenciaram no teor de proteínas, fibras e lipídeos de forma positiva, pelo incremento no valor nutricional das tapiocas.
- A farinha de okara incorporada ao polvilho, resultou em um produto com maior capacidade de reter água, e por consequência, em alterações que podem ser satisfatórias ao produto final.
- As formulações de tapiocas enriquecidas com farinha de okara, mostraram-se como alternativa de utilização do resíduo, visto que obteve-se resultados satisfatórios na análise sensorial afetiva.
- O uso da Análise Descritiva Quantitativa forneceu informações para o levantamento de atributos presentes para caracterizar quantitativamente os atributos sensoriais das amostras de tapioca.
- A adição de farinha de okara nas formulações provocou aumento na percepção em relação a maciez nos testes sensoriais descritivos.
- A farinha de okara presente nas formulações das tapiocas, permitiu a obtenção de um produto com melhor qualidade nutricional constatada à partir dos teores de ácidos graxos presentes nas tapiocas.

REFERÊNCIAS

ANVISA (Agência nacional de vigilância sanitária), Alegações de propriedade funcional aprovadas, 2019. Acesso em: Janeiro de 2020. Retrieved from: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/alegacoes-de-propriedade-funcional-aprovadas_anvisa.pdf.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Observatório Agrícola: Acompanhamento safra brasileira de grãos**. v. 5, n.7, safra 2017/2018, sétimo levantamento, Brasília, p. 1-139, 2018.

Dias, L. T. & Leonel, M. (2006). Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, 30 (4), 692-700.

Guimarães, R. M., Silva, T.E., Lemes, A. C., Boldrin, F., Silva, M. A. P., Silva, F. G, EGEA, M. B. (2018). Okara: A soybean by-product as an alternative to enrich vegetable paste. *Food Science and Technology*, (92), 593-599.

Junior, B. Z. C. L., Oliveira, P. M., Castro, R. L. E., Lamas, J. M. N. & Martins, E. M. F. (2013). Desenvolvimento e caracterização de doce de goiaba cremoso adicionado de farinha de okara. *Vértices*, 15 (2), 25-37.

MENEZES, S. S. M. (2014). Queijos e beijos tradicionais: na nostalgia a segurança alimentar. In: *Reunião Brasileira de antropologia*,(1), 2 - 3. Retrieved from <http://www.29rba.abant.org.br/resources/anais/1/1402014079_ARQUIVO_QUEIJOSEBEIJUSTRADICIONAIS.pdf>. Acesso em: 27 set. 2016.

Ostermann-Porcel, M. V., Quiroga-Panelo, N., Rinaldoni, A. N. & Compderrós, M. E. (2017). Incorporation of Okara into Gluten-Free Cookies with High Quality and Nutritional Value. *Journal of Food Quality*, (2017).

SBAN (Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição). O benefício do consumo da proteína isolada de soja nas diferentes fases da vida. **Documento técnico**. Gestão 2015-2018. Disponível em: <<http://sban.cloudpainel.com.br/source/Proteina-Isolada-Soja.pdf>>. Acesso em 27 de maio 2018.

Vong, W. C. & Liu, S-Q. (2016). Biovalorisation of okara (soybean residue) for food and nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, (52), 139-147.

Yoshida, B. Y., Pereira, D. G., Castilho, S. P. G. & Seibel, N. F. (2014). Produção e caracterização de cookies contendo farinha de okara. *Alimentos e Nutrição*, 25, (1), 49-54.

APÊNDICES**Apêndice I.** Modelo da ficha utilizada na avaliação de ADQ das amostras de tapioca.

| | |
|---|--|
| Nome: _____ Amostra: _____ | |
| Por favor, observe, aspire e prove a amostra de tapioca com adição de okara, e avalie a intensidade de cada atributo de acordo com as escalas abaixo: | |
| Quanto à aparência | |
| Cor | _____ |
| | Branca Amarronzada |
| Aroma | |
| Soja | _____ |
| | Fraco Forte |
| Sabor | |
| Soja | _____ |
| | Fraco Forte |
| Polvilho | |
| | _____ |
| | Fraco Forte |
| Quanto à textura | |
| Maciez | _____ |
| | Fraco Forte |
| Crocância | _____ |
| | Fraco Forte |

ANEXOS

Anexo I. Questionário de análise sensorial afetiva

NOME: _____ Sexo: F()M()

Faixa etária: () 16 a 25 anos () 25 a 35 () 35 a 50 anos () mais de 50 anos;

1. Indique a frequência com que consome tapioca e derivados de polvilho (pão de queijo, peta e biscoitos de polvilho):

- () Diariamente () 2 a 3 vezes semana () 1 vez semana
() Quinzenalmente () Mensalmente () Semestralmente

2. Marque com X na escala abaixo o quanto você gosta ou desgosta de tapioca e derivados de polvilho (pão de queijo, peta e biscoitos de polvilho):

- () Gosto muito () Gosto moderadamente () Gosto ligeiramente
() Nem gosto, nem desgosto () Desgosto ligeiramente () Desgosto moderadamente

3. Conhece ou já consumiu alimentos preparados com soja?

() Sim, conheço.

() Sim, já consumi.

Qual: _____

Qual: _____

4. Você está recebendo 05 amostras codificadas de tapioca, formuladas com polvilho e farinha de okara (resíduo gerado na obtenção do leite de soja). Por favor, prove-as e avalie utilizando a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou da amostra.

| | |
|----------|----------------------------------|
| 9 | Gostei extremamente |
| 8 | Gostei muito |
| 7 | Gostei moderadamente |
| 6 | Gostei ligeiramente |
| 5 | Nem gostei/ nem desgostei |
| 4 | Desgostei ligeiramente |
| 3 | Desgostei moderadamente |
| 2 | Desgostei muito |
| 1 | Desgostei extremamente |

| | | | | | |
|-------------------|--|--|--|--|--|
| Código da amostra | | | | | |
| Aroma | | | | | |
| Sabor | | | | | |
| Textura | | | | | |
| Impressão global | | | | | |

Anexo II. Ficha de análise de intenção de compra

5. Assinale com um “X” quanto a sua intenção de compra para cada produto.

| | Amostras | | | | |
|--------------------------------|-----------------|--|--|--|--|
| | | | | | |
| 5. Certamente compraria | | | | | |
| 4. Provavelmente compraria | | | | | |
| 3. Tenho dúvidas se compraria | | | | | |
| 2. Provavelmente não compraria | | | | | |
| 1. Certamente não compraria | | | | | |

Comentários:

Anexo III. Teste de preferência por ordenação

6. Prove as amostras da esquerda para direita e ordene-as de acordo com a sua preferência, preenchendo a tabela com seus respectivos códigos:

| 1ª mais preferida | 2ª mais preferida | 3ª mais preferida | 4ª mais preferida | Amostra menos preferida |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|
| | | | | |

Comentários:

Anexo IV. Ficha de teste triangular**Teste Triangular**

Nome: _____

Idade: _____ Sexo: () F () M

Você está recebendo 6 amostras codificadas. Duas amostras são iguais e uma é diferente. Por favor, avalie as amostras da esquerda para a direita.

Circule a amostra DIFERENTE.

1) _____

2) _____

3) _____

4) _____

5) _____

6) _____

Comentários:
