

Franky Soedirlan Resosemito

Produção de tempeh utilizando uma combinação de grãos de  
soja e tubérculos de junça (*Cyperus esculentus*):  
características físicas, nutricionais e sensoriais

São José do Rio Preto - SP  
Agosto/2017

Franky Soedirlan Resosemito

Produção de tempeh utilizando uma combinação de grãos de soja e tubérculos de junça (*Cyperus esculentus*): características físicas, nutricionais e sensoriais

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências. Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Campus São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES – DINTER  
557/2013/processo nº 23038.009144/2012-41

Orientador: Prof. Dr. Vanildo Luiz Del Bianchi

São José do Rio Preto - SP  
2017

Resosemito, Franky Soedirlan.

Produção de tempeh utilizando uma combinação de grãos de soja e tubérculos de junça (*Cyperus esculentus*): características físicas, nutricionais e sensoriais / Franky Soedirlan Resosemito. -- São José do Rio Preto, 2017

89 f. : il.

Orientador: Vanildo Luiz Del Bianchi

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Tecnologia de alimentos. 2. Alimentos – Avaliação sensorial. 3. Alimentos - Análise. 4. Soja - Produtos. 5. Nutrição – Avaliação. 6. Tempeh. 7. Túberculos de junça. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. II. Título.

CDU – 664.07

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE  
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

Franky Soedirlan Resosemito

Produção de tempeh utilizando uma combinação de grãos de soja e tubérculos de junça (*Cyperus esculentus*): características físicas, nutricionais e sensoriais

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências. Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Campus São José do Rio Preto.

### Comissão Examinadora

Prof. Dr. Vanildo Luiz Del Bianchi  
UNESP – São José do Rio Preto  
Orientador

Profa. Dra. Gisele Ferreira Bueno  
UNESP – São José do Rio Preto

Prof. Dr. Harvey Alexandre Villa Vélez  
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Márcia Luzia Rizzatto  
IFSP – Campus Matão

Prof. Dr. José Francisco Lopes Filho  
UNESP – São José do Rio Preto

São José do Rio Preto - SP  
17 de agosto de 2017

A minha mãe Kalinem (*in memoriam*), por seus ensinamentos e valores passados. Mãe, obrigado por tudo! Saudades eternas!

Ao meu pai Hendrik Agmad e meus irmãos, mesmo tão longe, com todo meu amor e gratidão, por tudo que fizeram por mim ao longo da minha vida.

Ao meu filho Miguel Henrique, que me deu um sentido especial à minha existência e me tem proporcionando grandes momentos de alegria na minha vida.

*Dedico este trabalho.*

## **Agradecimento**

A Deus, por sempre me dar saúde e força para superar as dificuldades;

Ao meu orientador, professor Dr. Vanildo Luiz Del Bianchi pelos valiosos ensinamentos, confiança, suporte, paciência, compreensão, atenção, dedicação e principalmente por contar com a sua amizade. Meus sinceros agradecimentos;

À professora Dr<sup>a</sup>. Célia Maria Landi Franco que me acolheu no início, muito obrigado pelo suporte, atenção, dedicação e principalmente por contar com a sua amizade;

Ao professor Dr. Crispin Humberto Garcia Cruz e à professora Dr<sup>a</sup>. Gisele Ferreira Bueno, pelas contribuições valiosas na melhoria deste trabalho;

Aos professores membros da banca de defesa deste trabalho pela participação e importante contribuição;

Aos professores Dr<sup>a</sup>. Maria Aparecida Mauro e Dr<sup>a</sup>. Ana Carolina Conti e Silva pela disponibilidade do laboratório para realização das análises;

Aos funcionários Ginaldo, Luiz e Alana pelo apoio nas análises laboratoriais;

A todos os colegas do Laboratório de Bioprocessos pelo companheirismo, ensinamento e amizade;

À Renata pelo suporte, generosidade e a sua amizade;

As minhas alunas de iniciação científica, Aline e Jaqueline, e Deusur (técnica do laboratório de química) na continuação deste trabalho no IFMA São Luis – Campus Maracanã;

Aos amigos do DINTER, em especial Alvaro, Marcelo, Rachel, Valdenia, Francisco, Luzilene, Luzimeire, Ocilene e Ana Maria por todos os momentos que vivemos e aprendemos juntos;

Quero agradecer ainda o companheiro Alvaro pela transmissão da energia positiva, e as amigas Rachel e Valdenia que me ajudaram na análise estatística e na melhoria da tese;

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rejeana Márcia Santo Lima e Prof. Dr. José Francisco Lopes Filho, pela viabilização e coordenação do DINTER - Doutorado Interinstitucional em Engenharia e Ciência de Alimentos;

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos da UNESP – Campus São José de Rio Preto pela iniciativa, e a todos os professores do Programa pelos conhecimentos transmitidos;

Ao Instituto Federal do Maranhão pela oportunidade de realização profissional, aos meus amigos e colegas de trabalho pelo apoio;

A CAPES – DINTER 557/2013/processo nº 23038.009144/2012-41 que possibilitou a realização deste trabalho;

A todos aqueles que, à sua maneira, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado!

## RESUMO

Tempeh, alimento fermentado de grãos de soja, tem sua origem na Indonésia, e tem despertado interesse devido ao seu valor nutritivo e funções regulatórias do metabolismo. O objetivo deste trabalho foi elaborar tempeh, em escala laboratorial, utilizando os tubérculos de junça (*Cyperus esculentus*) e grãos de soja inoculado com o fungo *Rhizopus oligosporus*. Foram elaborados quatro formulações de tempeh: tempeh 0 %, 5 %, 10 % e 15 % de junça. O teor de umidade variou de 40,4 % para o tempeh sem os tubérculos de junça, até 44,9 % para o tempeh com 15 % de junça. O teor da cinza aumentou de 1,53 % para o tempeh sem a junça a 3,27 % para o tempeh com 15 % de junça. O aumento da concentração de junça nos tempeh foi acompanhado pelo aumento do teor dos açúcares redutores. Os parâmetros cromáticos variam de L\* com 71,70 para o tempeh sem a junça até 85,07 para o tempeh com a junça; a\* com 0,99 para o tempeh sem junça a 2,33 para o tempeh com 15 % de junça; e b\* com 11,18 para o tempeh sem junça até 19,75 para o tempeh com junça. A dureza variou de 24,90 a 41,37 N; coesividade de 0,32 a 0,49; elasticidade de 0,41 a 0,45 e mastigabilidade entre 3,39 a 8,57 N. O tempeh contendo 5 % de junça assado com sal apresentou maior aceitabilidade no teste sensorial. A adição de junça causou alterações na cor, sabor, aparência e resultaram em tempeh mais duros e mais coesos. A utilização do tempeh starter é mais indicado na elaboração dos tempeh do que o uso da suspensão dos esporos. A adição de junça não influenciou significativamente os teores de proteínas, porém aumentou o valor energético do tempeh. A produção do tempeh com adição de junça mostrou viabilidade tecnológico e sensorial.

Palavras-chave: tempeh; tubérculos de junça; avaliação nutricionais; análise sensorial.



## **ABSTRACT**

*Tempeh, fermented food of soybeans, has its origin in Indonesia, which has interest due to its nutritive value and regulatory functions. The aim of this work is to elaborate tempeh in laboratory scale using a combination of the tigernut tubers with soybeans inoculated with the fungus *Rhizopus oligosporus*. Were prepared four formulations of tempeh: tempeh 0 %, 5 %, 10 % and 15 % of tigernut tubers. The moisture content varied from 40,42 % for tempeh with 0 % tigernut to 44,87 % for tempeh with 15 % of tigernut. Ash content increased from 1,53 % for tempeh with 0% tigernut to 3,27 % for tempeh with 15 % tigernut. As the tigernut content in the tempeh increases, the reducing sugars in the tempeh also increased. The cromatic parameter  $L^*$  ranged from 71,70 for tempeh with 0% tigernut to 85,07 for tempeh with the tigernut tubers;  $a^*$  increased from 0,99 for the tempeh without the tubers to 2,33 for the tempeh with 15 % tigernut tubers; and  $b^*$  from 11,18 for tempeh without the tubers to 19,75 for tempeh with tubers. Hardness ranged from 24,90 to 41,37 N; cohesiveness from 0,32 to 0,49; elasticity from 0,41 to 0,45 and chewability between 3,39 to 8,57 N. The tempeh with 5 % tigernut had greater sensorial acceptance in all the attributes. The addition of tigernut caused changes in color, taste, appearance and resulted in harder and more cohesive tempeh. The results obtained in this work allow to conclude that the use of the proper tempeh starter is more indicated in the preparation of tempeh than the use of a spore suspension. The addition of the tigernut tubers does not have a significant influence on the protein content in tempeh, but increase the energy value of tempeh. The results also indicate the technical and sensorial feasibility of producing tempeh containing the tigernut tubers.*

*Keywords: tempeh; tigernut tubers; nutritional evaluation; sensory analysis.*

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 01:</b> A planta junça.....                                                                                                                                                            | 04 |
| <b>Figura 02:</b> Os tubérculos de junça.....                                                                                                                                                    | 05 |
| <b>Figura 03:</b> O leite dos tubérculos de junça.....                                                                                                                                           | 06 |
| <b>Figura 04:</b> Esquema de representação do crescimento de fungos em substratos sólidos.....                                                                                                   | 10 |
| <b>Figura 05:</b> O tempeh.....                                                                                                                                                                  | 11 |
| <b>Figura 06:</b> Esporos de <i>Rhizopus oligosporus</i> .....                                                                                                                                   | 14 |
| <b>Figura 07:</b> Grãos de soja hidratado e cozido.....                                                                                                                                          | 16 |
| <b>Figura 08:</b> Os tubérculos de junça hidratado e esterilizado.....                                                                                                                           | 16 |
| <b>Figura 09:</b> A farinha dos tubérculos de junça.....                                                                                                                                         | 17 |
| <b>Figura 10:</b> Crescimento do fungo <i>Rhizopus microsporus</i> variedade <i>oligosporus</i> .....                                                                                            | 18 |
| <b>Figura 11:</b> Placas contendo meio de cultura em fase de crescimento micelial, incubadas em estufa a 30 °C ± 1.....                                                                          | 18 |
| <b>Figura 12:</b> Fase final do crescimento do fungo <i>Rhizopus microsporus</i> variedade <i>oligosporus</i> após 5 dias de incubação em estufa a 30 °C ± 1.....                                | 19 |
| <b>Figura 13:</b> Método utilizado na produção do tempeh com a combinação de grãos de soja e tubérculos da junça.....                                                                            | 21 |
| <b>Figura 14:</b> Placas contendo a mistura dos cotilédones de soja e fatias dos tuberculos de junça inoculados com o fungo <i>Rhizopus oligosporus</i> , e incubadas em estufa a 30 °C ± 1..... | 22 |
| <b>Figura 15:</b> Espectrofotômetro de bancada para análise de cor.....                                                                                                                          | 27 |
| <b>Figura 16:</b> Analisador de Textura TAXT2 durante teste de dupla compressão em amostra de tempeh.....                                                                                        | 27 |
| <b>Figura 17:</b> Replicatas para medir a textura de tempeh.....                                                                                                                                 | 28 |

|                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 18:</b> Curva típica obtida do teste de dupla compressão pelo analisador de textura.....                                                                                      | 28 |
| <b>Figura 19:</b> Cotilédones de soja inoculados com 1 g de tempeh starter (a), e com 1 mL de suspensão de esporos de <i>Rhizopus oligosporus</i> (b).....                              | 34 |
| <b>Figura 20:</b> Cotilédones de soja inoculados com 1 g de tempeh starter (a), e massa pastosa contendo mistura de 0,5 mL de suspensão de esporos e 0,5 g da farinha de arroz (c)..... | 34 |
| <b>Figura 21:</b> Os tempeh com respectivamente 0, 5, 10 e 15 % de junça....                                                                                                            | 43 |
| <b>Figura 22A:</b> Dendograma do atributo aparência.....                                                                                                                                | 48 |
| <b>Figura 22B:</b> Mapa de preferência interno do atributo aparência.....                                                                                                               | 49 |
| <b>Figura 23A:</b> Dendograma do atributo cor.....                                                                                                                                      | 49 |
| <b>Figura 23B:</b> Mapa de preferência interno do atributo cor.....                                                                                                                     | 50 |
| <b>Figura 24A:</b> Dendograma do atributo aroma.....                                                                                                                                    | 50 |
| <b>Figura 24B:</b> Mapa de preferência interno do atributo aroma.....                                                                                                                   | 51 |
| <b>Figura 25A:</b> Dendograma do atributo textura.....                                                                                                                                  | 52 |
| <b>Figura 25B:</b> Mapa de preferência interno do atributo textura.....                                                                                                                 | 52 |
| <b>Figura 26A:</b> Dendograma do atributo sabor.....                                                                                                                                    | 52 |
| <b>Figura 26B:</b> Mapa de preferência interno do atributo sabor.....                                                                                                                   | 53 |
| <b>Figura 27A:</b> Dendograma da aceitação global.....                                                                                                                                  | 53 |
| <b>Figura 27B:</b> Mapa de preferência interno da aceitação global.....                                                                                                                 | 54 |
| <b>Figura 28:</b> Distribuição de frequência para a intenção de compra dos tempeh.....                                                                                                  | 55 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b> - Composição química da farinha de junça ( <i>Cyperus esculentus</i> ).....                                                                                                            | 31 |
| <b>Tabela 2</b> - Valor energético total e o percentual de carboidratos, proteínas e lipídios da farinha de junça ( <i>Cyperus esculentus</i> ).....                                                   | 32 |
| <b>Tabela 3</b> - Composição centesimal média dos tempeh em base fresco, com diferentes concentrações de junça.....                                                                                    | 35 |
| <b>Tabela 4</b> - Valor energético médio por 100 g de tempeh obtido em base fresco, com diferentes concentrações de junça.....                                                                         | 37 |
| <b>Tabela 5</b> - Teor médio de minerais (mg/100g) quantificados nas amostras de tempeh em base fresco, com diferentes concentrações de junça.....                                                     | 38 |
| <b>Tabela 6</b> - Média dos resultados das análises de açúcares totais (g/L) e açúcares redutores (g/L) na soja, junça e nos tempeh elaborados.....                                                    | 38 |
| <b>Tabela 7</b> - Perfil de textura instrumental (dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade) dos tempeh contendo os tubérculos de junça e sua comparação com a formulação-controle (FC)..... | 40 |
| <b>Tabela 8</b> - Análise de cor dos tempeh in natura contendo respectivamente 0, 5, 10 e 15% dos tubérculos de junça.....                                                                             | 42 |
| <b>Tabela 9</b> - Valores médios das amostras dos tempeh para contagem microbiológica (Coliformes 45 <sup>0</sup> C, Staphylococcus coagulase positiva)....                                            | 43 |
| <b>Tabela 10</b> - Distribuição de frequência dos provadores do tempeh de acordo com faixa etária e sexo.....                                                                                          | 44 |
| <b>Tabela 11</b> - Médias e desvio padrões por atributos da análise sensorial dos tempeh com 0 e 5% de junça respectivamente cru, assado e assado com sal.....                                         | 46 |
| <b>Tabela 12</b> - Frequência das notas de 6 a 9 da aceitação sensorial dos atributos dos tempeh analisados.....                                                                                       | 55 |

## LISTA DE ABREVIATURAS

|                       |                                                   |
|-----------------------|---------------------------------------------------|
| APHA                  | AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION                |
| BDA                   | Batata Dextrose Agar                              |
| CONAB                 | Companhia Nacional de Abastecimento               |
| DNS                   | Ácido dinitrosalicílico                           |
| DOU                   | Diário Oficial da União                           |
| FAO                   | Food and Agriculture Organization                 |
| FES                   | Fermentação em Estado Sólido                      |
| P.A                   | Para análise                                      |
| pH                    | Potencial hidrogeniônico                          |
| PVC                   | cloreto de polivinila                             |
| <i>R. oligosporus</i> | <i>Rhizopus oligosporus</i>                       |
| USDA                  | National Nutrient Database for Standard Reference |
| WHO                   | World Health Organisation                         |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|     |                   |
|-----|-------------------|
| g   | grama             |
| g/L | grama por litro   |
| h   | hora              |
| min | minutos           |
| mL  | mililitro         |
| nm  | nanometro         |
| °C  | graus celsius     |
| ppm | partes por milhão |
| v/v | volume por volume |

## SUMÁRIO

|          |                                                                                   |    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>                                                                 | 01 |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS</b>                                                                  | 03 |
| 2.1      | Objetivo Geral                                                                    | 03 |
| 2.2      | Objetivos Específicos                                                             | 03 |
| <b>3</b> | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>                                                      | 04 |
| 3.1      | A junça ( <i>Cyperus esculentus</i> )                                             | 04 |
| 3.1.1    | Os benefícios de junça                                                            | 05 |
| 3.2      | A soja                                                                            | 07 |
| 3.3      | Alimentos fermentados                                                             | 07 |
| 3.3.1    | Importância dos alimentos fermentados                                             | 08 |
| 3.3.2    | Fermentação em estado sólido (FES)                                                | 08 |
| 3.4      | Tempeh                                                                            | 10 |
| 3.4.1    | Composição do tempeh                                                              | 12 |
| 3.4.2    | Propriedades funcionais do tempeh                                                 | 12 |
| 3.5      | <i>Rhizopus</i> spp.                                                              | 13 |
| <b>4</b> | <b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>                                                        | 16 |
| 4.1      | Materiais                                                                         | 16 |
| 4.2      | Extração da farinha de junça                                                      | 17 |
| 4.3      | Obtenção do inóculo                                                               | 17 |
| 4.3.1    | Produção de esporos em placa de Petri e obtenção da suspensão dos esporos         | 19 |
| 4.3.2    | Contagem dos esporos                                                              | 19 |
| 4.3.3    | Produção de esporos sobre a farinha de arroz (próprio tempeh starter)             | 20 |
| 4.3.4    | Testes de germinação do fungo <i>Rhizopus oligosporus</i> nos cotilédones de soja | 20 |
| 4.3.5    | Elaboração de tempeh                                                              | 21 |
| 4.4      | Análise da composição centesimal                                                  | 23 |
| 4.4.1    | Umidade                                                                           | 23 |
| 4.4.2    | Cinzas                                                                            | 23 |
| 4.4.3    | Lipídios totais                                                                   | 23 |
| 4.4.4    | Proteínas                                                                         | 24 |
| 4.4.5    | Carboidratos                                                                      | 25 |
| 4.4.6    | Determinações de cálcio e ferro                                                   | 25 |
| 4.4.7    | Valor energético                                                                  | 25 |
| 4.5      | Determinação de açúcares totais e açúcares redutores nos tempeh in natura         | 25 |
| 4.5.1    | Preparo da amostra                                                                | 25 |
| 4.5.2    | Determinação de açúcares totais                                                   | 25 |
| 4.5.3    | Determinação de açúcares redutores                                                | 26 |
| 4.6      | Análise de cor instrumental                                                       | 26 |
| 4.7      | Análise de textura instrumental                                                   | 27 |
| 4.8      | Análises microbiológicas                                                          | 29 |

|          |                                                                             |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.9      | Análise sensorial                                                           | 29        |
| 4.10     | Delineamento experimental e análise estatística                             | 30        |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>                                               | <b>31</b> |
| 5.1      | Composição química da farinha de junça                                      | 31        |
| 5.1.1    | Valor energético da farinha de junça ( <i>Cyperus esculentus</i> )          | 32        |
| 5.2      | Contagem dos esporos                                                        | 33        |
| 5.3      | Teste de germinação dos esporos nos cotilédones de soja                     | 33        |
| 5.4      | Composição centesimal dos tempeh                                            | 35        |
| 5.5      | Valor energético dos tempeh fresco                                          | 37        |
| 5.6      | Minerais dos tempeh fresco                                                  | 37        |
| 5.7      | Determinação de açúcares totais e açúcares redutores nos tempeh “in natura” | 38        |
| 5.8      | Análise de perfil da textura instrumental dos tempeh fresco                 | 40        |
| 5.9      | Análise da cor instrumental dos tempeh fresco                               | 41        |
| 5.10     | Análise microbiológicas                                                     | 43        |
| 5.11     | Análise sensorial                                                           | 44        |
| 5.11.1   | Perfil dos provadores                                                       | 44        |
| 5.11.2   | Avaliação da análise sensorial                                              | 45        |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÕES</b>                                                           | <b>57</b> |
| <b>7</b> | <b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b>                                     | <b>58</b> |
| <b>8</b> | <b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b>                                             | <b>59</b> |
|          | <b>APÊNDICES</b>                                                            |           |

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de soja como ingrediente na obtenção de produtos alimentícios ainda é limitado, e o Brasil acaba destinando apenas 3 % da sua produção à alimentação humana, sendo a maior parte exportada ou direcionada para ração animal (CONAB, 2016). A soja é uma matéria-prima de custo acessível, e apresenta compostos bioquímicos importantes (proteínas, lipídios, carboidratos, minerais, vitaminas, fibras, polissacarídeos, lecitina, isoflavonóides, dentre outros) que constituem excelente meio nutricional para o crescimento e desenvolvimento de micro-organismos utilizados em processos como da fermentação em estado sólido (BABU et al., 2009; LEITE, 2009).

Entre os diversos alimentos obtidos pela fermentação dos grãos de soja está o tempeh, produzido pela inoculação dos cotilédones sem casca, com esporos do fungo *Rhizopus oligosporus*, em temperaturas que podem variar entre 30 e 37 °C, durante 24 a 48 horas (HEDGER, 1982; NOUT; KIERS, 2005; HANDOYO; MORITA, 2006). Durante o período de incubação, os cotilédones de soja são recobertos e penetrados por uma camada branca, densa de micélios que os ligam, formando uma massa compacta e maleável. O tempeh tem sua origem na Indonésia principalmente na ilha de Java, como uma alternativa para o consumo de carne o qual tem despertado interesse devido ao seu valor nutritivo e funções regulatórias do metabolismo (NAKAJIMA et al., 2005; SHURTLEFF; AOYAGI, 2007 ).

A busca por tubérculos poucos conhecidos e subutilizados, muitos dos quais são potencialmente valiosos como alimentos para humanos e animais foi intensificada para manter um equilíbrio entre o crescimento da população e da produtividade agrícola, particularmente nas regiões tropicais e sub-tropicais do mundo. A junça (*Cyperus esculentus*) é uma cultura subutilizada da família *cyperácea* que produz rizomas a partir da base e tubérculos que possuem um formato esférico (BAMISHAIYE; BAMISHAIYE, 2011).

A junça tem sido cultivada desde os tempos primordiais (principalmente na Europa do Sul e África Ocidental) pelas suas pequenas rizomas tuberosas que são comidas cruas ou assadas, também utilizada como ração animal ou prensada na elaboração da bebida "horchata". Na África Ocidental, a junça é colhida na forma



selvagem e utilizada como alimento, enquanto no Brasil, a junça é mais conhecida como uma planta daninha infestante de campo (ADEJUYITAN, 2011; PEREIRA, 1998).

No Maranhão, o cultivo de junça serve como renda para pequenos agricultores do município de Morros. Devido à falta de interesse e investimento dos governantes, o cultivo e colheita de junça ocorrem apenas uma vez por ano. Seus tubérculos podem ser adquiridos no comércio ambulante, mercearias e em feiras, da cidade de São Luís - Maranhão. Os tubérculos são valorizados por seu alto teor de amido nutritivo, fibra alimentar e carboidratos. Os tubérculos também são muito ricos em conteúdo mineral (sódio, cálcio, potássio, magnésio e zinco). Também foram relatados que os tubérculos são afrodisíacos (ALLOUH et al., 2015; ZAPATA et al., 2012), diuréticos, e podem ser usados no tratamento de flatulência, indigestão, diarreia e sede excessiva (GAMBU; DAÚ, 2014). A junça (*Cyperus esculentus*) possui elevado teor em fibra dietética, a qual pode ser eficaz no tratamento e prevenção de muitas doenças, incluindo doenças coronárias, obesidade, diabetes e distúrbios gastrointestinais (ADEJUYITAN, 2011).

O consumo de tempeh no Brasil ainda é muito baixo, devido ao caráter exótico do produto, porém em países ocidentais principalmente entre vegetarianos ou aqueles preocupados com a saúde, a sua procura está aumentando significativamente. Na tentativa de elaborar um produto alimentício nutritivo rico em proteínas e de fácil obtenção, além de agregar valor a junça, foram elaborados tempeh de diferentes proporções entre os grãos de soja e tubérculos de junça.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Desenvolver tempeh em escala laboratorial utilizando os grãos de soja juntamente com os tubérculos de junça.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Obtenção do inóculo *Rhizopus oligosporus*;
- Elaborar tempeh fresco de várias proporções de grãos de soja inteira e tubérculos de junça;
- Efetuar a caracterização físico-química de junça e do tempeh fresco;
- Efetuar a análise sensorial dos tempeh produzidos, na forma fresco, assado e assado com sal.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A junça (*Cyperus esculentus*)

A junça (*Cyperus esculentus*) é uma planta herbácea, de folhas longas, finas, com hastes triangulares que produz rizomas de base e tubérculos pequenos e esféricos, encontrada no Brasil, África e Europa, e utilizada há mais de 4 mil anos como alimento e produto medicinal pelos egípcios (ADEJUYITAN et al., 2009; BAMISHAIYE; BAMISHAIYE, 2011). A junça é da família ciperáceas e é comumente conhecida como junquinho-mansa, tiririca, "amêndoa da terra" na Holanda, "chufa" na Espanha, e "Ayaya", "Ofio" ou "Akiausa" na Nigéria (ARAFAT et al., 2009; OLADELE et al., 2007).

Segundo Panozzo et al. (2009), a planta é considerada uma erva daninha persistente, e aparece em maior quantidade nos campos deteriorados, de modo que indica a qualidade do solo (solos desestruturados e ácidos, onde não é fácil plantar) (Figura 1). A junça possui grande capacidade de reprodução, podendo desenvolver-se em inúmeros tipos de solos, o que a torna uma das espécies mais impregnantes nas lavouras.

**Figura 1:** A planta junça (*Cyperus esculentus*)



Fonte: MATOS et al., 2008

A planta cresce melhor na temperatura entre 25 °C a 35 °C. Em temperaturas acima de 45 °C ou abaixo de 10 °C, o processo de brotação é paralisado. Teores de umidade superior a 50 % ou inferiores a 10 % não são adequados à brotação (PEREIRA, 1998). Esta planta é encontrada em algumas cidades do estado do Maranhão, e seus tubérculos podem ser adquiridos no

comércio ambulante, nas ruas e em feiras da cidade de São Luís (FREIRE et al., 2009). A junça é cultivada anualmente por pequenos agricultores nos povoados dos municípios de Morros e de Codó, estado do Maranhão, e comercializada em feiras livres e mercearias. Seus tubérculos são degustados como guloseimas por seu sabor de coco, levemente adocicado, ou como remédio popular supostamente afrodisíaco (MATOS et al., 2008). Não há dados sobre a sua produção no Brasil.

### **3.1.1 Os benefícios nutricionais da junça**

A junça é menosprezada devido à falta de informação sobre o valor nutricional potencial dos seus tubérculos. Os tubérculos são comestíveis e têm um sabor de nozes ligeiramente suave (Figura 2). Esse tubérculo possui diversas propriedades nutritivas.

**Figura 2:** Os tubérculos de junça



Fonte: o Autor

Por ser rica em sais minerais, como fósforo, potássio, cálcio, ferro e magnésio, a farinha da junça pode auxiliar no reparo dos tecidos, formação dos músculos, sangue e ossos (GAMBO; DAU, 2014). Em razão da vitamina E, a junça tem efeito antioxidante, também pode ser utilizada na prevenção de doenças como o beribéri e contribui com a redução do nível de colesterol e dos triglicerídeos (ADGIDZI et al., 2011). Por ter alto teor de fibra alimentar, o consumo dos tubérculos de junça pode ser eficaz no tratamento e prevenção de muitas doenças, incluindo câncer de cólon, doenças coronárias, obesidade, diabetes e distúrbios gastrointestinais (ADEJUYITAN, 2011; ADE-OMOWAYE et al., 2008; MATOS et al.,

2008; ZAPATA et al., 2012). Os tubérculos de junça podem ser consumidos crus, torrados, secos, cozidos ou transformados em uma bebida refrescante.

O leite de junça (Figura 3) contém mais ferro, magnésio e açúcares em comparação ao leite da vaca. Também tem a vantagem de não conter lactose, caseína, colesterol, açúcar ou proteínas do leite de origem animal, portanto, é uma bebida ideal para pessoas que tem intolerância a lactose ou para vegetarianos (BAMISHAIYE; BAMISHAIYE, 2011).

**Figura 3:** O leite de junça



Fonte: o Autor

O leite de junça fornece quantidade suficiente de vitamina E para o corpo humano, essencial para a fertilidade em homens e mulheres. A vitamina E também reduz o envelhecimento celular, melhora a elasticidade da pele e ajuda a limpar o aparecimento de rugas, acne e outras alterações cutâneas (ADEJUYITAN, 2011; UDEOZOR, 2012). Portanto, esse alimento, se incorporado na alimentação humana, seja na forma de leite ou como matéria-prima para fabricação de outros produtos, pode contribuir de forma benéfica e muito significativa na nutrição humana (UDEOZOR, 2012).

O óleo de junça reduz o teor da LDL (lipoproteínas de baixa densidade) e aumenta o teor da HDL (lipoproteínas de alta densidade), reduz os níveis de triglicerídeos e o risco de formação de coágulos de sangue, evitando assim a arteriosclerose. Também estimula a absorção de cálcio nos ossos e a produção de um novo material ósseo, devido ao tamanho pequeno e medio das cadeias de ácidos graxos, presença de ácido oleico, ácido linoleico, ácido mirístico e de ácidos graxos essenciais (ADEL et al., 2015; ADEJUYITAN, 2011; BAMISHAIYE;

BAMISHAIYE, 2011). A ingestão do óleo de junça é ainda recomendada para crianças e idosos por causa de seu alto teor em vitamina E, e os antioxidantes fortalecem a membrana celular (BAMISHAIYE; BAMISHAIYE, 2011).

### **3.2 Soja**

A soja é o principal produto agrícola de exportação do Brasil, com uma produção de aproximadamente 114 milhões de toneladas em 2016, o que faz do Brasil o segundo maior produtor e exportador mundial de soja (CONAB, 2016). Apesar disso, o uso de soja como ingrediente na obtenção de produtos alimentícios ainda é limitado, e o Brasil acaba destinando apenas 3 % da sua produção à alimentação humana, sendo a maior parte exportada ou direcionada para ração animal (LEITE, 2009). A soja é uma matéria-prima de custo acessível, e apresenta compostos bioquímicos importantes (proteínas, lipídios, carboidratos, minerais, vitaminas, fibras, polissacarídeos, lecitina, isoflavonóides, dentre outros) que constituem excelente meio nutricional para o crescimento e desenvolvimento de micro-organismos utilizados em processos como da fermentação em estado sólido (PARIS, 2009; ROSA et al., 2009).

### **3.3 Alimentos fermentados**

O termo "fermentação" vem da palavra em latim "*fermentum*" (fermentar). Antigamente, o principal objetivo na produção dos alimentos fermentados era para aumentar a sua vida de prateleira e tornar o alimento mais digestível. A conservação por fermentação está baseada na competição entre espécies microbianas, sendo que uma ou mais espécies inibem as demais, por competirem pelos nutrientes disponíveis e pela produção de metabolitos antimicrobianos a partir dos substratos presentes no próprio alimento (BORRESEN et al., 2012). Os metabolitos, geralmente ácidos orgânicos, álcoois e CO<sub>2</sub>, limitam o crescimento de agentes patogênicos e evitam a deterioração pela microbiota de alteração (CRUZ, 2015). Hoje em dia, a elaboração de produtos fermentados está relacionada com a procura do consumidor por alimentos saudáveis, variados e sensorialmente agradáveis, diretamente

associados com as suas características organolépticas, o seu valor nutricional e a sua funcionalidade (NAIA, 2015).

### **3.3.1 Importância dos alimentos fermentados**

A fermentação prolonga a vida útil dos alimentos, acrescenta aroma e sabor, em alguns casos aumenta o teor de vitaminas e melhora a digestibilidade em relação à matéria-prima utilizada (SATHE; MANDAL, 2016). A fermentação dos alimentos ocorre pela ação controlada dos micro-organismos para alterar a textura dos referidos alimentos, para preservar (através da produção de ácidos e álcoois) e para produzir sabores e aromas característicos (ROSA et al., 2009). O alimento está mais macio como resultado das alterações complexas de proteínas e carboidratos. Os micro-organismos melhoram a digestibilidade por hidrólise dos compostos poliméricos, principalmente os polissacarídeos e as proteínas (OMOSEBI; OTUNOLA, 2013). Geralmente, durante a fermentação, há produção de amino ácidos e ácidos graxos essenciais. Os açúcares são fermentados em ácidos, que reduzem a doçura e aumentam a acidez, e em alguns casos, o amargor é reduzido pela atividade enzimática. A fermentação também é responsável pela produção de compostos voláteis (aroma): aminas, ácidos graxos, ésteres, aldeídos e cetonas (SALSMAN, 1988).

### **3.3.2 Fermentação em estado sólido (FES)**

Na FES, o micro-organismo cresce em substratos sólidos ou suportes inertes umedecidos. O micro-organismo pode crescer dentro da matriz do substrato ou sobre a superfície do substrato, utilizando-o como fonte de carbono e energia. O material sólido é insolúvel e age como suporte físico e como fonte de nutrientes (ALBANO, 2012; SUBHASREE et al., 2013).

O teor de umidade do meio de cultivo é um dos principais parâmetros que influencia a fermentação em estado sólido. A natureza do substrato, as necessidades do micro-organismo utilizado e o tipo de produto final desejado são os principais fatores que determinam o grau de umidade que o substrato deverá apresentar (SINGHANIA et al., 2009). Um substrato devidamente umedecido deve

possuir um filme superficial de água visando facilitar a dissolução e a transferência de nutrientes e de oxigênio. Porém, entre as partículas de substrato deve haver canais que possibilitem a difusão de gases e a dissipação de calor (PRABHAKAR et al., 2005). Assim, se o nível de umidade for elevado, implicará no decréscimo da porosidade do meio, resultando na diminuição de trocas gasosas e o aumento da temperatura interna do meio fermentado. Além disso, a alta umidade resulta num decréscimo da porosidade, o que impede a penetração do oxigênio e isso pode facilitar a contaminação bacteriana (PANDEY, 2003). Vale mencionar que substratos com baixa umidade dificultam o crescimento microbiano, causando uma menor produção do produto desejado.

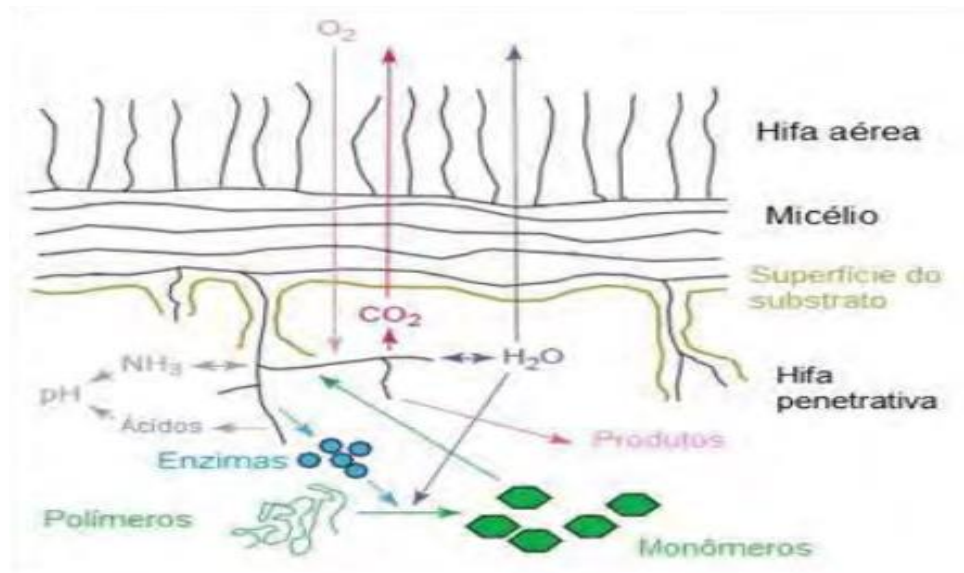
O crescimento microbiano é um processo exotérmico, e o calor gerado deve ser dissipado, visto que altas temperaturas não são favoráveis ao crescimento dos micro-organismos. Uma das grandes dificuldades dos processos de FES é a remoção de calor devido à baixa condutividade térmica da matéria fermentada (SOCCOL; VANDENBERGH, 2003).

A agitação em FES pode melhorar a homogeneização quanto à distribuição dos inóculos e do umidificante, evitar a formação de agregados e favorecer a troca de calor do meio. Porém, pode afetar na formação dos esporos, em virtude da fragmentação do micélio. A interface sólido/gás deve permitir a troca de gases, pois o consumo de oxigênio e a formação de dióxido de carbono são muito elevados em FES (FERREIRA, 2011).

Um importante fator, que se encontra associado à troca de gases e que, por consequência, afeta o crescimento microbiano, é o tamanho da partícula do substrato (Figura 4). Geralmente, substratos com menor tamanho de partícula fornecem maior área de contato, favorecendo o crescimento do micro-organismo. Por outro lado, partículas muito pequenas podem resultar em aglomeração do meio fermentativo, o que pode afetar a condição respiração/aeração, resultando num baixo crescimento microbiano (VARZAKAS, 1998). Ao mesmo tempo, partículas maiores de substrato oferecem melhores condições de respiração/aeração, mas fornecem também superfície limitada para o crescimento do micro-organismo. Logo, é importante determinar o tamanho adequado de partícula para satisfazer a condição respiração/aeração e o crescimento microbiano (MACIEL, 2006).



**Figura 4:** Esquema de representação do crescimento de fungos em substratos sólidos



Fonte: HOLKER; LENZ, 2005 citado por ALBANO, 2012

A quantidade do inóculo é um importante fator biológico, o qual determinará a biomassa produzida pela fermentação. Uma quantidade adequada de concentração de inóculo em relação à quantidade de substrato utilizado se faz necessária, para garantir a total fermentação do meio e, por outro lado, não esgotar precocemente as fontes de nutrientes necessárias para o desenvolvimento microbiano (OLIVEIRA JÚNIOR, 2014).

Considerando a importância econômica do cultivo de junça para os povoados dos municípios do Codó e do Morros do estado de Maranhão, o baixo custo de produção e sua qualidade de nutrientes (com destaque para o elevado teor de proteínas, fibras e minerais), a junça desperta o interesse para o enriquecimento e fortificação de alimentos, principalmente porque é muito consumido pela população carente.

### 3.4 Tempeh

Entre os diversos alimentos obtidos pela fermentação dos grãos de soja está o tempeh (Figura 5), produzido pela inoculação dos cotilédones, com esporos do fungo *Rhizopus microsporus* variedade *oligosporus*, em temperaturas que podem

variar entre 30 e 37 °C, durante 24 a 48 horas (HEDGER, 1982; NOUT; KIERS, 2005; HANDOYO; MORITA, 2006; BABU et al., 2009).

**Figura 5:** Tempeh



Fonte: o Autor

Nos cotilédones (camadas intermediárias dos grãos de soja) e hipocotilédones estão armazenadas a grande quantidade das proteínas. Durante o período de incubação, os cotilédones de soja são recobertos e penetrados por uma camada branca, densa e não esporulada de micélios que os ligam, formando uma massa compacta e maleável. O tempeh tem sua origem na Indonésia principalmente na ilha de Java, como uma alternativa para o consumo de carne o qual tem despertado interesse devido ao seu valor nutritivo e funções regulatórias do metabolismo (NAKAJIMA et al., 2005; SHURTLEFF; AOYAGI, 2007). Tempeh é uma ótima opção para pessoas que têm dificuldade em digerir alimentos de alta proteína à base de plantas como feijão e legumes ou alimentos de soja, como tofu. O processo de fermentação faz com que os grãos de soja fiquem mais suaves (FENG, 2006).

O processo de fermentação na elaboração do tempeh quebra as proteínas complexas encontradas na soja tornando-as mais facilmente digeríveis do que os alimentos não-fermentados de soja. Tempeh é uma excelente fonte de proteína, contém todos os aminoácidos essenciais, elevado teor de fibra alimentar solúvel, rico em cálcio e isoflavonóides, baixo teor de gordura saturada e alto teor em ácidos graxos essenciais e vitaminas do complexo B (NOUT; ROMBOUTS, 1990). A fermentação neutraliza o fitato presente na soja, portanto, tempeh não restringe a absorção dos minerais e uma boa fonte de ácido fólico (FAO/WHO, 2010).

Em virtude do seu alto teor em proteínas, o tempeh é muito consumido substituindo a carne de origem animal na Indonésia e também como aperitivos. A proteína em tempeh é excelente para os diabéticos, que tendem a ter problemas com composto proteico de origem animal (FAO/WHO, 2010). Tempeh é um alimento nutritivo de baixo custo e pode ser consumido por todos os grupos sócio-econômicos. Durante o processo de fermentação, a enzima fitase produzida pelo fungo *Rhizopus oligosporus* degrada o fitato, aumentando assim a absorção de minerais, tais como zinco, ferro e cálcio (ROUBOS-VAN DEN HIL; NOUT, 2011; HARTI et al., 2014). O consumo de tempeh no Brasil ainda é muito baixo, devido ao caráter exótico do produto, porém em países ocidentais principalmente entre vegetarianos ou aqueles preocupados com saúde, a sua procura está aumentando significativamente.

#### **3.4.1 Composição do tempeh**

O tempeh fresco contém aproximadamente entre 40 e 60 % de umidade (base úmido). Em base seca o mesmo contém entre 48 % e 55 % de proteínas, 14 % a 24 % de lipídios, 24 % a 28 % de carboidratos e 3 % de cinzas, fornecendo aproximadamente 157 calorias por 100 gramas (BAVIA et al., 2012; OMOSEBI; OTUNOLA, 2013). Em comparação aos grãos de soja, o tempeh apresenta valores maiores para diversos nutrientes, como as vitaminas do grupo B e os compostos fitoquímicos e antioxidantes (MO et al., 2013).

#### **3.4.2 Propriedades funcionais do tempeh**

Durante o processo fermentativo no estado sólido pelo fungo *Rhizopus oligosporus* na elaboração do tempeh, ocorrem alterações químicas e nutricionais que promovem uma melhoria no aroma, sabor, e também nas propriedades funcionais da soja, em razão das enzimas produzidas durante o processo, capazes de atuar sobre as proteínas, lipídios e carboidratos (SALSMAN, 1988). A fermentação da soja pelo fungo *Rhizopus oligosporus* na produção de tempeh aumenta o teor da vitamina B<sub>12</sub>, reduz metabolitos não nutricionais, serve como boa fonte de proteínas, cálcio, contém baixa gordura saturada, ácido fólico e é pobre em

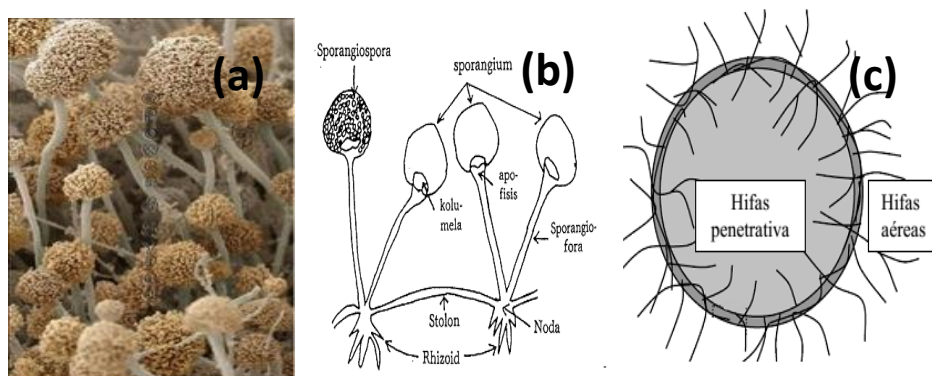
sódio (GUNAWAN-PUTERI et al., 2015). As proteínas são hidrolisadas em aminoácidos e peptídeos por enzimas proteolíticas, o ácido fítico é degradado em fosfato inorgânico (HANDOYO; MORITA, 2006; HARON; RAOB, 2014). Também os açúcares complexos, como a rafinose e estaquiose, causadores de flatulência, são quebrados em açúcares digestíveis (BAVIA et al., 2012, FAO/WHO, 2010). Em virtude da presença das isoflavonas, o tempeh atua contra o stress oxidativo, e os ácidos graxos presentes no tempeh *in natura* são mais resistentes à oxidação quando comparados com os ácidos graxos do grão de soja, devido à ação antioxidante do composto 4,6,7-trihidroxiisoflavona, produzida pelo fungo *Rhizopus* spp. (ROSA et al., 2009; FERREIRA et al., 2011).

### **3.5 *Rhizopus* spp.**

Os fungos, tipo fungos filamentosos, como é o caso de *Rhizopus oligosporus*, têm um micélio, conjunto de hifas, com relevo para a parte aérea e um crescimento para a profundidade do meio de cultura (JURUS; SUNDBERG, 1976). Seu habitat natural é constituído principalmente por sólidos úmidos, sendo uma grande parte de suas hifas aéreas, caracterizando-se pelo crescimento rápido em diversos ambientes como solos e vegetais (BAVIA et al., 2012).

Geralmente, estes fungos são glicófilos, desenvolvendo-se em substratos contendo açúcares solúveis e amido. Suas colônias possuem aparência de algodão, tornando-se escuras com o tempo e possuem micélio vegetativo contínuo ramificado, em parte imerso no substrato, em parte aéreo. O micélio encontra-se conectado às estruturas de reprodução assexuada (esporângios). A reprodução sexuada ocorre a partir da formação de um zigosporo que, sob condições favoráveis, forma esporos (Figura 6) que germinam para desenvolver um novo indivíduo.

**Figura 6:** Esporos de *Rhizopus oligosporus*



a-corpos frutíferas do fungo *Rhizopus oligosporus*; b-desenho esquemático do fungo *Rhizopus oligosporus*; c-hifas penetrativas e hifas aéreas do fungo *Rhizopus oligosporus*

Fonte: DEWI e AZIZ, 2011; SANTANA, R. S. M. de, 2012

As hifas aéreas aparecem sobre a interface ar-líquido e as hifas penetrativas estão em contato direto com o substrato. As hifas penetrativas desempenham um importante papel na disponibilidade do substrato, pois, na maioria das vezes, estes são polímeros insolúveis em água que precisam ser degradados em frações monoméricas, solúveis em água, para serem, então, consumidos pelos fungos (VARZAKAS, 1998). Portanto, esta degradação enzimática do substrato, pela fração penetrativa das hifas, é um fator determinante para o processo, pois, a partir daí, os fragmentos difundem-se até a superfície das partículas, sendo transformados, pela ação de outras enzimas, em compostos metabolizáveis (NOUT; ROMBOUTS, 1990).

O micélio que inicialmente é branco irá transformar-se num micélio mais escuro. Os micélios de *Rhizopus oligosporus* penetram várias camadas nos cotilédones de soja, colonizam e solubilizam o material intercelular pela atividade das enzimas extracelulares. As principais vantagens de se utilizar *Rhizopus oligosporus*, resultam do fato de ser de fácil manipulação, capaz de crescer rapidamente em diferentes substratos e produzir grandes rendimentos de bioprodutos (FENG, 2006). Os fungos do gênero *Rhizopus* são considerados como GRAS (Generally Regarded as Safe) podendo ser utilizadas na produção de alimento sem oferecer risco a saúde. Este fungo, utilizado na produção de tempeh é caracterizado morfológicamente por ter hifas que crescem como uma estrutura ramificada, complexa com bordas irregulares. O crescimento de colônias de fungos em meios de cultura sólidos ocorre por extensão e ramificação das células filamentosas, as hifas, que crescem apicalmente. Os ramos vão se sobrepondo uns

aos outros cobrindo áreas nos meios de cultura, formando redes radiais complexas (PARIS, 2009; DIAZ et al., 2010). Durante o processo de incubação com *Rhizopus oligosporus*, os grãos de soja são cobertos por uma película branca, formando um bolo, e as enzimas liberadas pelo fungo tornam este produto rico em proteínas e mais digerível para o consumo humano (JENNESSEN et al., 2008). Outra função importante do fungo *Rhizopus oligosporus* no processo fermentativo é a síntese de enzimas, as quais hidrolisam os constituintes da soja e contribuem para o desenvolvimento de uma textura desejável e aroma do tempeh. O fungo *Rhizopus oligosporus* produz lipases, proteases, fitases e uma variedade de amilases (FENG, 2006). A atividade enzimática do fungo *Rhizopus oligosporus* causa decomposição de componentes poliméricos da soja, além de modificação na estrutura de seus compostos flavonoides. A fermentação também elimina os constituintes anti-nutricionais, e a qualidade nutricional do produto fermentado é assim melhorada. Como resultado, o tempeh proporciona uma série de benefícios para a saúde, incluindo melhora no processo de digestão e proteção contra diarreia e doenças crônicas degenerativas (BABU et al., 2009).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Materiais

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Química e Microbiologia do IFMA São Luís – Campus Maracanã, no Laboratório de Análise em Alimentos da UFMA São Luís – Campus Bacanga e no Laboratório de Bioprocessos do Departamento de Engenharia e Ciência em Alimentos do IBILCE-UNESP Campus São José do Rio Preto. Foram utilizados grãos de soja desenvolvida pela Embrapa Soja para consumo humano, provenientes da safra 2015, plantada no município de Balsas – MA (Figura 7).

**Figura 7:** Grãos de soja cozido e descascado



Fonte: o Autor

Os tubérculos de junça (Figura 8) foram colhidos entre os meses de abril a junho de 2015 no município de Morros (101,28 Km de São Luís) ao atingir o seu pleno desenvolvimento até sua utilização.

**Figura 8:** Os tubérculos de junça hidratado e esterilizado



Fonte: o Autor

## 4.2 Extração da farinha da junça

Os tubérculos de junça foram selecionados, lavados em água corrente, submersos em solução de hipoclorito de sódio (200 ppm) por quinze minutos e novamente lavados em água corrente. Após a higienização, os tubérculos foram triturados e peneirados para obter a farinha de junça (Figura 9) e distribuídos em bandejas e mantidos em secador com circulação de ar a 60 °C por cerca de 24 horas (OLADELE e AINA, 2007).

**Figura 9:** A farinha de junça



Fonte: o Autor

## 4.3 Obtenção do inóculo

Para o preparo do tempeh foi utilizado o inóculo do fungo *Rhizopus microsporus* variedade *oligosporus* cultivado no laboratório de Bioprocessos do Departamento de Engenharia e Ciência em Alimentos do IBILCE-UNESP Campus São José do Rio Preto - SP. O inóculo ou semente, é o desenvolvimento em grande quantidade do micélio do fungo sobre um determinado substrato. As linhagens do fungo *Rhizopus microsporus* variedade *oligosporus* foram preservadas em óleo mineral em um tubo de ensaio com o meio inclinado, e depois repicadas para meio à base de batata-dextrose-água.

O meio batata-dextrose-água (BDA) foi elaborado pela dissolução de 41 g batata-dextrose-água em 1000 mL com água destilada. O fungo *Rhizopus oligosporus* cresce bem no meio de cultura com pH de 5,5. Dessa forma, o mesmo foi verificado utilizando-se pHmetro de bancada, e corrigido com auxílio de ácido



tartárico 4N. Após o volume foi completado com água destilada, o meio foi esterilizado em autoclave a 121 °C por 15 min.

As linhagens do fungo *Rhizopus microsporus* variedade *oligosporus* foram inoculadas nestes meios e reproduzidas assexuadamente para que fosse obtido um volume de micélio suficiente para o desenvolvimento do produto (Figura 10).

**Figura 10:** Crescimento do fungo *Rhizopus microsporus* variedade *oligosporus*



Fonte: o Autor

Este procedimento é realizado em câmara de fluxo laminar, cortando-se fragmentos do micélio e inoculando-os em outras placas de Petri.

Após esse procedimento, as placas foram incubadas a 30 °C  $\pm$  1 (Figura 11) até obtenção do crescimento micelial do fungo por toda a extensão da placa (Figura 12). Cada isolado foi repicado para novas placas contendo o meio de cultura BDA.

**Figura 11:** Placas contendo meio de cultura em fase de crescimento micelial, incubadas em estufa a 30 °C  $\pm$  1



Fonte: o Autor

**Figura 12:** Fase final do crescimento do fungo *Rhizopus microsporus* variedade *oligosporus* após 5 dias de incubação em estufa a  $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$



Fonte: o Autor

Após cinco dias de cultivo a  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tempo necessário para a produção de esporos, as placas foram fechadas com filme de cloreto de polivinila (PVC) e conservadas em geladeira por três meses, enquanto que no tubo de ensaio foi adicionado óleo mineral estéril até cobrir completamente o micro-organismo. Este tubo também foi fechado com filme de PVC, mas conservado em geladeira por prazo indeterminado.

#### **4.3.1 Produção de esporos em placa de Petri e obtenção da suspensão dos esporos**

O micro-organismo foi inoculado em placas de Petri sobre o meio BDA e mantido durante cinco dias a  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  em estufa de cultivo, com posterior conservação a  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Depois deste período, foram adicionados 5,0 mL de solução de água esterilizada com 0,05 % (v/v) de Tween 80 sobre o meio de cultivo. Com o auxílio de um bastão de vidro, a superfície foi raspada para a extração dos esporos e a solução resultante foi filtrado em gaze estéril e transferida para um tubo de ensaio estéril, de onde uma amostra foi retirada para a contagem dos esporos.

#### **4.3.2 Contagem dos esporos**

A determinação da quantidade de esporos por mL das suspensões foi determinada com o auxílio de uma câmara de Neubauer. A câmara foi colocada sob

o microscópio óptico (40x) onde se realizou a contagem dos esporos. Foram contados todos os esporos que estavam dentro da área do quadrado grande central incluindo aqueles que estavam sobre as linhas superiores e direitas do perímetro externo do quadrado médio.

#### **4.3.3 Produção de esporos sobre a farinha de arroz (próprio tempeh starter)**

Tempeh starter é uma mistura seca de  $10^7$  esporos vivos de *Rhizopus oligosporus* com 1 g de substrato neste caso a farinha de arroz esterilizado. O tempeh starter direcionou a fermentação desejada para a produzir de tempeh de boa qualidade. A produção de inóculo em maior quantidade foi realizada com o cultivo do fungo sobre a farinha de arroz esterilizada e seca.

#### **4.3.4 Testes de germinação do fungo *Rhizopus oligosporus* nos cotilédones de soja**

Estes testes foram realizados com respectivamente suspensão de esporos de *Rhizopus oligosporus*, mistura de suspensão de esporos de *Rhizopus oligosporus* e farinha de arroz, e próprio tempeh starter.

Primeiro teste: 1 mL da suspensão de esporos de *Rhizopus oligosporus* contendo  $10^7$  esporos foi adicionado em 150 g de cotilédones de soja;

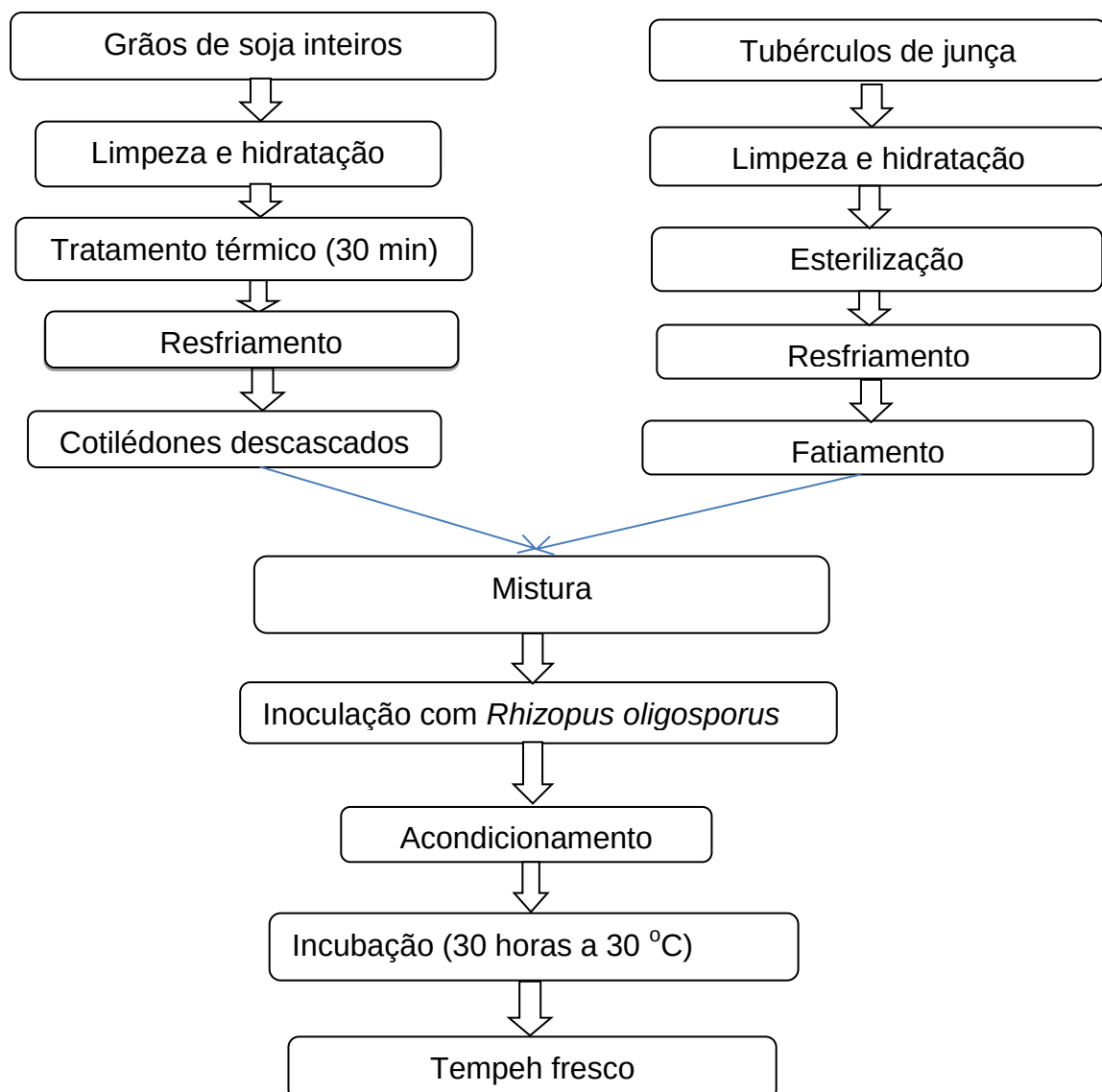
Segundo teste: uma massa pastosa de 0,5 mL da suspensão de esporos de *Rhizopus oligosporus* contendo  $10^7$  esporos e 0,5 g da farinha de arroz esterilizado foi adicionado em 150g de cotilédones de soja;

Terceiro teste: 1 g próprio tempeh starter foi adicionado em 150 g de cotilédones de soja.

#### 4.3.5 Elaboração de tempeh

O tempeh foi elaborado conforme metodologia descrita por Babu *et al.* (2009), Borges (2013), Leite (2013) e Cruz (2014) com modificações, seguindo o fluxograma da Figura 13.

**Figura 13:** Método utilizado na produção do tempeh com a combinação dos grãos de soja e os tubérculos de junça



Os grãos de soja secos e inteiros, após limpeza inicial para retirada de partículas estranhas, foram hidratados durante 16 horas, cozidos por 30 minutos,

resfriados e descascados manualmente. A imersão dos grãos de soja em água é de grande importância para amaciar as fibras e reduzir significativamente os anti-nutrientes solúveis, tais como taninos e polifenóis. Os grãos de soja foram embebidos durante a noite, e posteriormente cozidos para reduzir significativamente os anti-nutrientes como ácido fítico, fenólicos totais, e inibidor da tripsina (ABU-SALEM et al., 2014; ABU-SALEM; ABOU-ARAB, 2011; BAVIA et al., 2012; DJAAFAR et al., 2010). Em seguida, os grãos fermentados foram lavados, e descascados. A retirada das cascas possibilita a separação dos cotilédones utilizados na produção do tempeh.

Os tubérculos de junça foram também hidratados até dobrar o seu volume, esterilizados e descascados. A mistura dos cotilédones cozidos e as fatias dos tubérculos da junça foram inoculados com esporos do fungo *R. oligosporus* na proporção de 1000:1 (soja/fungo). Os cotilédones inoculados foram acondicionados nas placas de Petri cobertas com filme plástico e perfurados a cada centímetro quadrado. Para a fermentação, as amostras foram colocadas numa estufa durante 30 horas. Seguindo parâmetros tradicionais, a temperatura utilizada foi de 30 °C, e umidade entre 45 % a 55 %, para garantir retenção da água durante a incubação (Figura 14).

**Figura 14:** Placas contendo a mistura dos cotilédones de soja e fatias dos tubérculos de junça inoculados com o fungo *Rhizopus oligosporus*, e incubadas em estufa a 30 °C ± 1



Foto: o Autor

## **4.4 Análise da composição centesimal**

### **4.4.1 Umidade**

A determinação de umidade foi realizada por método gravimétrico em estufa a 105 °C, até peso constante, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Pesou-se cerca de 3,0 g de amostra em cápsula de porcelana. Colocou-se na estufa a 105 °C por 24 h. Após este período, as amostras foram retiradas e colocadas em dessecador e pesadas até peso constante.

O teor de umidade foi calculado pela equação 1:

$$\% \text{ Umidade (base úmido)} = (\text{g amostra seca} / \text{g amostra úmido}) \times 100$$

### **4.4.2 Cinzas**

A determinação de cinzas foi realizada por método gravimétrico em forno tipo mufla, até peso constante, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Pesou-se cerca de 3,0 g de amostra em cápsula de porcelana previamente tarado. Colocou-se na mufla a 525 °C até completa incineração. Deixou esfriar em dessecador e pesou-se até peso constante.

O teor de cinzas foi calculado pela equação 2:

$$\% \text{ Cinzas (base úmido)} = (\text{g de cinzas} / \text{g amostra úmido}) \times 100$$

### **4.4.3 Lipídios totais**

O teor de lipídios totais foi determinado pelo método de extrato etéreo, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Pesou-se cerca de 3 g de amostra, transferiu-se para um cartucho preparado com papel de filtro. Secou-se a 105 °C, em estufa, durante 2 horas. Secou-se o balão de fundo chato do extrator Soxhlet em estufa a 105 °C por uma hora, esfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente e pesou-se. Introduziu-se o cartucho no extrator Soxhlet. Adicionando quantidade suficiente de solvente ao balão de fundo chato, conectando-o ao extrator. A extração foi realizada por um período de no mínimo 6 (seis) horas.

Secou-se o balão do fundo chato em estufa a 105 °C por 30 minutos. Esperou esfriar em dessecador até temperatura ambiente para realizar a pesagem.

O teor de lipídios foi calculado pela equação 3:

$$\% \text{ Lipídios (base úmido)} = [(A - B) / C] \times 100$$

Onde,

A = peso do balão do fundo chato + resíduo

B = Peso do balão do fundo chato

C = peso da amostra em grama

#### **4.4.4 Proteínas**

O teor de proteína total foi determinado pelo método de Semi-micro Kjeldahl, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Pesou-se cerca de 0,2 gramas da amostra seca e transferiu-se para um tubo de digestão, onde se adicionou 2 gramas da mistura catalítica e 4 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> PA. Em seguida, iniciou-se a digestão em temperatura moderada para evitar a formação de espuma até atingir 400 °C por um período de 3 horas. Deixou-se esfriar por 10 minutos e adicionou-se 10 mL de água destilada. Adicionou-se à amostra 15 mL de NaOH 40 % e 10 mL de ácido bórico à 4 % (onde foi adicionada a solução indicadora de vermelho de metila a 0,1 %). A destilação se deu por arraste, mantendo o terminal do condensador mergulhado na solução receptora até que toda a amônia fosse liberada. O fator de conversão nitrogênio/ proteína foi de 5,83.

O teor de proteína foi calculado pela equação 4:

$$\% \text{ de proteína (base úmido)} = (V \times N \times 1,40 / P) \times 5,83$$

Onde,

V = volume de HCl gasto na titulação

N = normalidade do HCl usado

1,40 = equivalente miligrama do N (14)

P = peso da amostra

#### **4.4.5 Carboidratos**

Os açúcares totais foram determinados depois que todas as amostras anteriores terem sido feitas, pois a determinação foi feita pela equação 5:

Açúcares totais =  $100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídios})$  (equação 5).

#### **4.4.6 Determinações de cálcio e ferro**

A determinação do cálcio e ferro foram realizadas conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

#### **4.4.7 Valor energético**

O valor energético (kcal) do tempeh fresco foi calculado utilizando os fatores de conversão de Atwater que correspondem a: proteína (4,02 kcal/g), o carboidrato (3,87 kcal/g) e o lipídio (9Kcal/g).

Valor energético =  $4 \times \text{carboidratos} + 9 \times \text{lipídios} + 4 \times \text{proteínas}$  (equação 6).

### **4.5 Determinação de açúcares totais e açúcares redutores nos tempeh**

#### **4.5.1 Preparo da amostra**

O extrato foi preparado a partir de 3 g de amostra do tempeh, e diluída em 25 mL de água destilada, macerado com auxílio de um almofariz e pilão, e mantido em agitação por 1 hora. Em seguida, o conteúdo foi filtrado e centrifugado durante 10 minutos a 1600 rpm. Os sobrenadantes foram então utilizados para a análise de açúcares totais e redutores.

#### **4.5.2 Determinação de açúcares totais**

Para a determinação de açúcares totais seguiu-se o método descrito por DUBOIS (1959) citada pela MIYAOKA (2012). Em 0,5 mL do sobrenadante obtido na



etapa anterior foi adicionado de 0,5 mL de fenol a 5 % e 2,5 mL de ácido sulfúrico P.A. concentrado. Após o resfriamento da amostra, procedeu-se à leitura em espectrofotômetro a 490 nm. A curva de calibração foi obtida a partir da solução padrão de glicose P.A. a 0,01 g diluída na proporção de 1:10, equivalente a 100 µg/mL de concentração final. Foram distribuídas alíquotas de 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 e 0,5 mL. Foram adicionados o fenol e ácido sulfúrico, homogeneizados e mantidos em repouso a temperatura ambiente por 20 minutos. Em seguida, foi realizado a leitura em espectrofotômetro a 490 nm. E os resultados foram expressos em g/L.

#### **4.5.3 Determinação de açúcares redutores**

A determinação de açúcares redutores foi realizada de acordo com o método descrito por MILLER (1959) citada por MIYAOKA (2012), utilizando-se o reativo DNS (3,5-ácido dinitrosalicílico da Vetec). Para o preparo do reativo DNS foi utilizado a solução de NaOH a 2 N, 2,5 g de DNS e 75 g de tartarato duplo de sódio e potássio. A curva de calibração foi preparada utilizando-se solução de glicose P.A. a 10 mM. A partir desta solução foram preparadas 5 diluições em tubos de ensaio (de 0 a 10 mM). 1,0 mL da amostra foi adicionada a 1,0 mL de DNS e incubados em ebulição em banho-maria por 5 minutos. Posteriormente os tubos foram retirados e resfriados. Em cada tubo foi adicionado 5 mL de água destilada e homogeneizado. As análises foram realizadas nas mesmas proporções para as amostras sendo 0,5 mL do extrato líquido previamente diluído foi adicionado em tubo de ensaio e adicionado 0,5 mL de DNS. A mistura foi incubada por 5 min em ebulição. Após os tubos foram resfriados em banho de gelo e adicionados 5 mL de água destilada. A leitura foi realizada em espectrofotômetro à 540 nm. E os resultados foram expressos em g/L.

#### **4.6 Análise da cor instrumental**

A análise de cor foi realizada em espectrofotômetro de bancada (modelo ColorFlex45/0, marca Hunterlab, Estados Unidos), com as seguintes configurações: iluminante D65, observador a 10° e leitura dos valores absolutos de L\*, a \* e b\* (Figura 15).

**Figura 15:** Espectrofotômetro de bancada para análise de cor



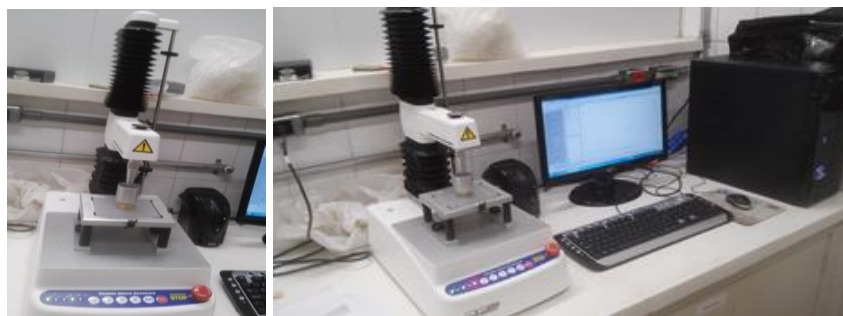
Fonte: o Autor

O modelo de cor uniforme definido pela CIE usa os valores conhecidos como  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  e o sistema é chamado CIE  $L^*a^*b^*$  (ou CIELAB).  $L^*$  é a dimensão da claridade, onde  $L^*=100$  representa o branco e  $L^*=0$ , o preto. O parâmetro  $a^*$  representa o valor entre o verde ( $-a^*$ ) e o vermelho ( $+a^*$ ), enquanto que o  $b^*$  representa o valor entre o amarelo ( $+b^*$ ) e o azul ( $-b^*$ ). Além dos parâmetros  $L^*$  (claro/escuro),  $a^*$  (vermelho/verde) e  $b^*$  (amarelo/azul), a cor foi avaliada através da cromaticidade, representada por  $C^*$ , e do grau de tonalidade, representado pelo ângulo hue ( $h^*$ ).

#### 4.7 Análise da textura instrumental

Com o intuito de avaliar o efeito da adição dos tubérculos da junça sobre a textura de tempeh fresco, foi realizada a análise de perfil de textura, utilizando-se um texturômetro do modelo TAXT2i - Stable Micro Systems, Surrey, Inglaterra (Figura 16).

**Figura 16:** Analisador de Textura TAXT2i durante teste de dupla compressão em amostra do tempeh



Fonte : o Autor

Foram utilizadas um total de 10 amostras dos tempeh de cada tratamento, em formato cilíndrico, com as dimensões de 20 mm de diâmetro e 13 mm de altura (Figura 17).

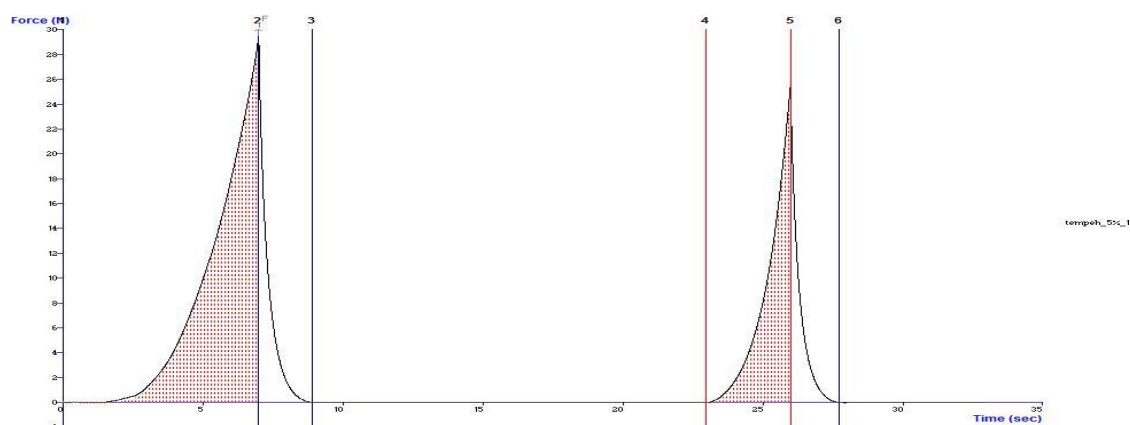
**Figura 17:** Replicatas para medir a textura do tempeh



Fonte: o Autor

O procedimento adotado foi o de dupla compressão, utilizando-se um cilindro de acrílico (probe) de 36 mm de diâmetro, com velocidade de deslocamento de 1,0 mm/s e distância percorrida de 7,0 mm. As amostras do tempeh foram comprimidas em 50% da altura original, em dois ciclos de compressão (5 segundos entre eles), a uma velocidade de 1,0 mm/s, 0,1 N/cm<sup>2</sup>. As curvas características do perfil de textura foram geradas no programa *Texture Expert Stable Micro Systems*, sendo obtidos quatro atributos: dureza (N); elasticidade; mastigabilidade (N) e coesividade. A Figura 18 ilustra os gráficos gerados na Análise Objetiva do Perfil de Textura, a partir dos quais as dimensões de textura foram diretamente obtidas.

**Figura 18:** Curva típica obtida do teste de dupla compressão pelo analisador de textura



Fonte: o Autor

#### 4.8 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas nos temperes frescos conforme a exigência da RDC nº12 de 02 de janeiro de 2001, a qual exige para este grupo da soja fermentada e similares, avaliações para determinação do número mais provável de coliformes a 45 °C e *Staphylococcus* coagulase positiva (BRASIL, 2001). A metodologia adotada foi a descrita no *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (APHA, 2001).

#### 4.9 Análise sensorial

As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Campus de São José do Rio Preto. A aceitação dos produtos foi avaliada por 100 provadores, entre alunos e servidores do IBILCE/UNESP e do IFMA São Luís – Campus Maracanã. Foi utilizada escala hedônica estruturada de nove pontos variando entre 1 – desgostei extremamente, 5 – não gostei/nem desgostei e 9 – gostei extremamente, sendo os atributos avaliados aparência, cor, aroma, textura, sabor e aceitação global (DUTCOSKY, 1996). Foi realizado teste de intenção de compra dos produtos a fim de complementar os resultados obtidos no teste de aceitação, sendo solicitado aos provadores que assinalassem o grau de certeza com que comprariam ou não comprariam as amostras, variando entre certamente não compraria e certamente compraria.

As amostras foram servidas em copinhos codificados e entregues aos provadores juntamente com a ficha de avaliação e um copo com água. Cada provador avaliou todos os produtos selecionados, que foram apresentados de forma monádica, utilizando-se blocos completos balanceados. Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais, sob luz branca e temperatura de 25 °C.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, de acordo com a Resolução CNS/196/96 com número de protocolo CAAE

55294016.9.0000.5466 e parecer favorável número 1.529.324 (Apêndice 4), e todos participantes da análise sensorial foram esclarecidos sobre os objetivos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 2). A ficha de avaliação é visualizada no Apêndice 3.

#### **4.10 Delineamento experimental e análise estatística**

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado e as análises realizadas em triplicatas. Os resultados foram testados por análise de variância (ANOVA) e posteriormente, o teste de Tukey para verificação das diferenças entre as médias, ao nível de significância de 5 % ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se o programa Statistica 7.0 (StatSoft, Inc., 2004, Tulsa, EUA).

Todos os resultados das determinações físico-químicas e do teste de aceitabilidade foram submetidos aos testes de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey com 5 % de probabilidade, por meio do software Assistat.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Composição química da farinha de junça (*Cyperus esculentus*)

Os valores encontrados para a composição química e os teores de cálcio e ferro na farinha de junça são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Composição química da farinha de junça (*Cyperus esculentus*)

| Componentes químicos | Média + desvio padrão |
|----------------------|-----------------------|
| Umidade (%)          | 7,07 ± 0,24           |
| Cinzas (%)           | 1,53 ± 0,04           |
| Proteínas (%)        | 9,60 ± 0,02           |
| Lipídios (%)         | 32,93 ± 1,01          |
| Cálcio (mg/100g)     | 91,47 ± 8,80          |
| Ferro (mg/100g)      | 10,55 ± 0,32          |

O teor de umidade encontrado na farinha de junça (*Cyperus esculentus*) foi de 7,07 (± 0,24), inferior aos 15 % estabelecidos pela legislação em vigor (BRASIL, 2005) para farinhas vegetais. Farinhas com umidade acima de 14 % favorecem o crescimento de micro-organismos, além da água ser um componente essencial para que ocorram reações químicas e enzimáticas. Arafat et al. (2009), estudando a junça cultivada no Egito, encontraram um teor de umidade de 3,75 %, e Ekeanyanwu e Ononogbu (2010), analisando os valores nutricionais de junça cultivada na Nigéria, obtiveram um teor de umidade de 11,40 %. A diferença de umidade entre a farinha do presente estudo e as obtidas por estes autores ocorreu devido à variação nos processos, já que, no estudo atual, os tubérculos da junça foram secos e triturados e, nos outros estudos, eles foram assados antes da secagem e trituração, além de ter havido variação no tempo de secagem de cada processo (UKPABI; UKENYE, 2015).

Para as cinzas, a farinha apresentou um teor de 1,53 % (± 0,25), bem abaixo do teor máximo de 4 % permitido para a farinha de vegetais pela legislação brasileira. Ekeanyanwu e Ononogbu (2010) encontraram um teor de cinzas de 1,78%, enquanto Oladele e Aina (2007), que avaliando os teores de cinzas contidos

nas farinhas produzida a partir de duas variedades de junça (*Cyperus esculentus*), observaram que as mesmas continham 3,97 %.

O teor de proteína da farinha de junça (9,60 %) foi superior ao encontrado por Arafat et. al. (2009), que obtiveram um percentual de 5,00 % e ao encontrado por Oladele e Aina (2007), 7,15 %. Essa variação em parte pode ser explicada pela região, pelas mudanças climáticas no cultivo de junça e pelo tempo de colheita.

Em relação à quantidade de extrato etéreo (lipídios), o valor encontrado foi de 32,94 %. Este valor é similar ao encontrado por Oladele e Aina (2007). Oladele e Aina (2007) encontraram teores de lipídios variando de 32,13 e 35,34 % na junça africana.

O teor de cálcio encontrado (91 mg/100g) foi menor dos que foram encontrados por Oladele e Aina (2007), enquanto que o teor de ferro encontrado (10 mg/100g) em relação ao mesmo trabalho foi maior. Esses autores, ao analisarem a composição química e as propriedades funcionais da farinha de dois tipos de junça (*Cyperus esculentos*), encontraram teores de cálcio variando entre 140 e 155 mg/100g, e teores do ferro entre 0,65 e 0,80 mg/100g.

#### 5.1.1 Valor energético da farinha de junça (*Cyperus esculentus*)

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos do valor energético da farinha de junça (*Cyperus esculentus*).

**Tabela 2:** Valor energético total e o percentual de carboidratos, proteínas e lipídeos da farinha de junça (*Cyperus esculentus*)

| Parâmetros analisados | Farinha de junça ( <i>Cyperus esculentus</i> ) |
|-----------------------|------------------------------------------------|
| Lipídeos (g/100g)     | 296,37 kcal                                    |
| Proteínas (g/100g)    | 38,4 kcal                                      |
| Carboidratos (g/100g) | 156,8 kcal                                     |
| Valor calórico total  | 491,57 kcal                                    |

Em relação ao valor energético, foi encontrado para a farinha de junça uma média de 491,57 kcal/100g, mostrando assim que a farinha estudada apresentou valor energético expressivo. Essa farinha é indicada como uma alternativa viável para o enriquecimento energético de preparações alimentares, por se tratar de um subproduto. O alto valor energético, apresentado pela farinha de junça (*Cyperus*

*esculentus*) demonstra sua potencialidade para fins alimentícios quando comparado com as farinhas de mandioca, com valor de 324,56 kcal Kg<sup>-1</sup> e farinha de soja com 334,1 kcal Kg<sup>-1</sup>, relatados respectivamente nas pesquisas de Souza e Menezes (2004) e Silva et al., (2006).

## **5.2 Contagem de esporos**

A quantidade de esporos encontrados na suspensão de esporos de *Rhizopus oligosporus* foi de  $4,3 \times 10^7$  esporos em 1 mL. Essa quantidade de esporos é menor que encontrados pelo Amadi et al. (2003), e Njoku et al. (1991), porém maior que as utilizadas por Abu-Salem & Abou-Arab (2011). Amadi et al. (2003), ao utilizarem sementes de melão (*Citrullus vulgaris*) como possível substrato na elaboração de tempeh usaram uma suspensão de esporos de *Rhizopus oligosporus* contendo 10<sup>8</sup> esporos/mL, e Njoku et al. (1991) na produção de tempeh com inhame africana (*Sphenostylis stenocarpa* Hams), usaram uma suspensão de esporos de *Rhizopus oligosporus* contendo 10<sup>9</sup> esporos/mL. Abu-Salem e Abou-Arab (2011) ao analisaram as propriedades físico-química do tempeh elaborados com os grãos de bico, usaram uma suspensão de esporos de *Rhizopus oligosporus* contendo 10<sup>6</sup> esporos/mL.

## **5.3 Teste de germinação dos esporos nos cotilédones de soja**

Testes foram realizados pra observar o crescimento dos esporos do fungo *Rhizopus oligosporus* nos cotilédones de soja. Observou-se que não há crescimento dos esporos do fungo *Rhizopus oligosporus*, quando 1 mL de suspensão de esporos com 10<sup>7</sup> esporos foi adicionado em 150 g de cotilédones de soja (Figura 19).



**Figura 19:** Cotilédones de soja inoculados com 1 g de tempeh starter (a), e com 1 mL de suspensão de esporos de *Rhizopus oligosporus* (b)



Foto: o Autor

Há pouco crescimento de esporos do fungo *Rhizopus oligosporus*, quando a mistura da pasta contendo 0,5 mL de suspensão de esporos e 0,5 mL farinha de arroz foi adicionado em 150 g de cotilédones de soja (Figura 20). Porém, o crescimento forte de esporos do fungo *Rhizopus oligosporus* ocorre quando 1 g de próprio tempeh starter é adicionado em 150 g de cotilédones de soja.

**Figura 20:** Cotilédones de soja inoculados com 1 g de tempeh starter (a), e massa pastosa contendo mistura de 0,5 mL de suspensão de esporos e 0,5 g da farinha de arroz (c)



Foto: o Autor

Isto foi também observado por Lakshmy et al. (2015), Chutrtong (2013) e Srapinkornburee et al. (2009) ao utilizaram tempeh starter na elaboração dos seus respectivos tempeh. O uso de tempeh starter apresenta grandes vantagens em relação ao uso do suspensão de esporos, pois o manuseio é mais fácil, permitindo uma distribuição homogênea do inóculo no substrato, evitando assim a existência de zonas sem ou com um menor número de esporos, que resultou no desenvolvimento de processos fermentativos menos eficazes como zonas com menor densidade micelial e menor agregação da matéria-prima (NAIA, 2015; CRUZ, 2013).

#### 5.4 Composição centesimal dos tempeh

Os resultados da composição centesimal encontrados para os tempeh com e sem adição de junça, estão apresentados na Tabela 3. Todas as análises foram feitas em base úmido.

**Tabela 3:** Composição centesimal média dos tempeh com diferentes concentrações de junça

| Concentração de junça (%) | Umidade (%)                | Cinzas (%)                | Proteínas (%)             | Lipídios (%)              | Carboídrato (%) |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------|
| 0                         | 40,42 ± 0,97 <sup>c</sup>  | 1,53 ± 0,13 <sup>b</sup>  | 25,29 ± 0,22 <sup>a</sup> | 1,46 ± 0,13 <sup>b</sup>  | 30,75           |
| 5                         | 41,37 ± 1,24 <sup>bc</sup> | 2,11 ± 0,11 <sup>b</sup>  | 24,77 ± 1,23 <sup>a</sup> | 2,22 ± 0,10 <sup>ab</sup> | 28,63           |
| 10                        | 44,67 ± 0,82 <sup>ab</sup> | 2,63 ± 0,07 <sup>ab</sup> | 23,24 ± 0,74 <sup>a</sup> | 2,66 ± 0,16 <sup>ab</sup> | 26,12           |
| 15                        | 44,87 ± 1,47 <sup>a</sup>  | 3,27 ± 0,07 <sup>a</sup>  | 21,98 ± 0,20 <sup>a</sup> | 3,23 ± 0,07 <sup>a</sup>  | 26,61           |

<sup>1</sup>Medias ± desvio padrão

<sup>2</sup>Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre os tratamentos no nível de 5%

A determinação do teor de umidade é muito importante, pois alto conteúdo de umidade reduz a vida útil do tempeh fresco e aumenta o risco de crescimento microbiano. Umidade muito elevada resulta em baixa porosidade e baixa difusão do oxigênio, aumentando o risco de contaminação bacteriana, formação de um micélio aéreo, compactação de meio e com isso diminuindo a troca gasosa (MACIEL, 2006; VARZAKAS, 1998). Por outro lado, baixos níveis de umidade no substrato podem prejudicar o crescimento microbiano, uma vez que a difusão dos nutrientes e do oxigênio será comprometida, podendo levar a falta de nutrientes e ao acúmulo de metabólitos inibitórios do crescimento (SINGHANIA, 2009). Todas as formulações

com a junça apresentaram teores médios de umidade superiores à formulação controle ( $40,42 \pm 0,97$ ). Esse resultado demonstra que a incorporação de junça na formulação favoreceu maior retenção de água no produto final. Isto pode estar relacionado diretamente ao aumento da absorção de água, principalmente devido ao grande número de grupos hidroxila presentes na estrutura das fibras alimentares, permitindo maior interação com a água por meio de ligações de hidrogênio. A água presente no tempeh existe numa forma complexada no interior da matriz sólida ou como uma camada fina, que quando é absorvida para a superfície das partículas ou menos fortemente ligado dentro de regiões capilares da matriz sólida.

Em relação às cinzas, lipídios e carboidratos, os maiores valores foram encontrados no tempeh com 15 % de junça. Os quatro tempeh apresentaram diferença estatística, sendo que o tempeh com 15 % de junça apresentou a menor quantidade de carboidratos. O teor de cinzas foi mais elevado em tempeh com 15 % de junça. Isso devido a junça possuir teores maiores de sais minerais em relação à soja.

A Tabela 3 mostrou que na proporção que a concentração da junça aumenta, os teores das proteínas do tempeh da combinação dos grãos de soja e os tubérculos de junça diminuíram, mas o teor de gordura aumentou. Os teores de proteína foram mais influenciados pelo tipo de substrato. Os grãos de soja tem teores de proteínas entre 33,4 e 40,5 % (PAPALEO, 2004), enquanto os teores de proteínas dos tubérculos de junça ficam entre 5,1 e 9,6 % (ARAFAT et al., 2009; OLADELE e AINA, 2007). Resultados similares, entre 21,00 e 24,33 % de proteínas, foram observados por Nurdini et al. (2015) ao estudar o crescimento microbiano na produção de tempeh em 2 tipos industriais de tempeh. Haron e Raob (2014), ao analisarem as mudanças dos macronutrientes, fenólicos totais e de anti-nutrientes durante a elaboração do tempeh, encontraram 16,9 % de proteínas no tempeh in natura. Chutrtong (2013) estudou a aceitação dos consumidores de vários tempeh, e observou que os teores de proteínas dos tempeh misto contendo respectivamente, sementes de gergelim, feijão branco e amendoim, decresceram. O tempeh fresco com 15% de junça tem o teor de lipídios mais alto, pois os tubérculos de junça em comparação aos grãos de soja são mais ricos em gorduras. Os tubérculos de junça tem em torno de 32,8 % de gordura (OLADELE; AINA, 2007), enquanto os grãos de

soja contém 20 % de gordura. Os lipídios são os responsáveis pela fixação de cor, desenvolvimento de aromas e complexos.

### 5.5 Valor energético dos tempeh fresco

O valor energético médio de cada uma das formulações do tempeh fresco foi determinado por 100 g, como indica a Tabela 4.

Tabela 4: Valor energético médio por 100 g de tempeh com diferentes concentrações de junça

| Concentração da junça (%) | Valor energético por 100 g de tempeh |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 0                         | 221,93 kcal                          |
| 5                         | 227,10 kcal                          |
| 10                        | 226,69 kcal                          |
| 15                        | 234,32 kcal                          |

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, observa-se que o tempeh contendo 15 % de junça apresentou o maior valor energético. O aumento do valor energético do tempeh é proporcional à adição de junça, que é rica na fração lipídica. O valor energético dos tempeh é maior do que foram encontrados pela USDA (2016) e que analisando o tempeh de soja, encontrou 193 kcal em 100 g de tempeh.

### 5.6 Minerais dos tempeh fresco

O teor médio dos minerais quantificados nos tempeh é apresentado na Tabela 5.

**Tabela 5:** Teor médio de minerais (mg/g) quantificados nas amostras nos tempeh com diferentes concentrações de junça

| Minerais         | 0 %                         | 5 %                         | 10 %                        | 15 %                       |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Cálcio (mg/100g) | 241,31 ± 11,43 <sup>a</sup> | 201,31 ± 9,43 <sup>ab</sup> | 161,67 ± 8,97 <sup>bc</sup> | 139,36 ± 7,64 <sup>c</sup> |
| Ferro (mg/100g)  | 11,68 ± 0,13 <sup>a</sup>   | 9,43 ± 0,21 <sup>ab</sup>   | 7,27 ± 0,20 <sup>bc</sup>   | 4,41 ± 0,16 <sup>c</sup>   |

<sup>1</sup>Médias ±desvio padrão

<sup>2</sup>Letras diferentes na horizontal indicam diferença significativa entre os tratamentos no nível de 5%

Os dados apresentados na Tabela 5 revelam que o tempeh sem a junça tem os maiores teores de cálcio e ferro. O teor de cálcio diminui durante a fermentação, mas ainda não é claramente compreendido. O cálcio é possivelmente liberado da ponte de fitato-proteína durante a digestão do composto complexo e perdido em conjunto com a água que pode ser libertada durante a fermentação (FAO/WHO, 2010). Omosebi e Otunola (2013), ao estudaram a farinha do tempeh produzido por 3 espécies diferentes de *Rhizopus*, encontraram teores de cálcio e ferro respectivamente de 200 mg/100g e 11 mg/100g.

## 5.7 Determinação de açúcares totais e açúcares redutores nos tempeh “in natura”

A Tabela 6 apresenta os resultados das análises de açúcares totais (g/L) e açúcares redutores (g/L) de junça, soja e dos tempeh elaborados.

**Tabela 6:** Média dos resultados das análises de açúcares totais (g/L) e açúcares redutores (g/L) na soja, junça e nos tempeh elaborados

| Parâmetros                  | Junça | Soja | Tempeh   |          |           |           |
|-----------------------------|-------|------|----------|----------|-----------|-----------|
|                             |       |      | 0% junça | 5% junça | 10% junça | 15% junça |
| Açúcares totais (g/100g)    | 24,50 | 22,1 | 30,75    | 28,63    | 26,12     | 26,64     |
| Açúcares redutores (g/100g) | 7,31  | 3,51 | 0,98     | 4,5      | 6,8       | 8,12      |

Os teores dos açúcares totais e açúcares redutores de junça analisados são similares aos encontrados por Si-qun et al. (2016), ao analisarem os

perfis nutricionais de junça (*Cyperus esculentus*) durante o seu ciclo de crescimento, encontraram teores de açúcares totais de 24,2 g/100g, e açúcares redutores de 6,4 g/100g. Adel et al. (2015), na avaliação da composição química, propriedades físico-químicas e perfil dos ácidos graxos de junça (*Cyperus esculentus* L) encontraram teores de açúcares totais de 48,12 g/100g. Zapata et al. (2012) informaram teores de açúcares totais e açúcares redutores na junça respectivamente de 15,42 g/100g e 1,70 g/100g no seu trabalho de revisão sobre aspectos relacionados à saúde, composição, propriedades e aplicações de junça.

Os teores dos açúcares totais e açúcares redutores dos cotilédones de soja cozido são inferiores aos que foram reportados por Ramadan (2012), porém similar aos que foram encontrados por Omafuvbe et al. (2005). Ramadan (2012), ao estudar os efeitos do processamento e métodos de cozimento na composição química, açúcares e ácido fítico na soja, encontrou teores de açúcares totais de 30,60 g/100g, e açúcares redutores de 14,41 g/100g. Omafuvbe et al. (2005) encontraram teores de açúcares totais de 22,20 g/100g, e açúcares redutores de 3,47 g/100g nos cotilédones de soja cozido. Soja é composta principalmente por oligossacarídeos, por isto é alta a quantidade dos açúcares totais. O aumento dos açúcares redutores é devido as atividades de alfa amilase nos grãos fermentados (THINGOM; CHHETRY, 2011).

Os açúcares totais e açúcares redutores dos tempeh com a junça apresentaram um comportamento diferente em relação aos teores totais e redutores do tempeh sem a junça. Da Tabela 6, observou-se que os resultados dos tempeh com a junça apresentou oscilação nas concentrações de açúcares redutores. Rizwan et al. (2016) encontraram valores de açúcares redutores entre 0,84 e 5,8 g/100g nos seus estudos sobre a preparação de produtos semelhantes a tempeh de ervilhas verdes (*Pisum sativum*). De acordo com Miyaoka (2012), esse comportamento pode ser devido a necessidade do fungo hidrolisar carboidratos complexos, e liberar açúcares mais simples para consumir. Devido a esta quebra dos açúcares complexos, pode ocorrer uma oscilação dos açúcares redutores, mesmo que os micro-organismos estejam consumindo estes açúcares. Maduka et al. (2012) constataram, no seu trabalho sobre a produção de tempeh usando as sementes das frutas de pão africano (*Treculia africana*), teores de açúcares totais

entre 22,72 e 29,31 g/100g e não sendo detectados os teores de açúcares redutores.

## 5.8 Análise de perfil de textura instrumental dos tempeh frescos

Os valores dos parâmetros de textura instrumental para as amostras dos tempeh encontram-se dispostos na Tabela 7.

**Tabela 7:** Perfil de textura instrumental (dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade) dos tempeh contendo os tubérculos de junça e sua comparação com a formulação-controle (FC)

| Parâmetro       | FC                        | F1                        | F2                         | F3                         |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Dureza          | 24,90 ± 3,57 <sup>b</sup> | 29,28 ± 6,77 <sup>b</sup> | 36,19 ± 9,88 <sup>ab</sup> | 41,37 ± 13,01 <sup>a</sup> |
| Coesividade     | 0,32 ± 0,04 <sup>c</sup>  | 0,41 ± 0,06 <sup>b</sup>  | 0,46 ± 0,05 <sup>ab</sup>  | 0,49 ± 0,04 <sup>a</sup>   |
| Elasticidade    | 0,41 ± 0,06 <sup>a</sup>  | 0,43 ± 0,03 <sup>a</sup>  | 0,44 ± 0,04 <sup>a</sup>   | 0,45 ± 0,03 <sup>a</sup>   |
| Mastigabilidade | 3,39 ± 0,50 <sup>c</sup>  | 5,24 ± 1,12 <sup>b</sup>  | 6,86 ± 1,70 <sup>ab</sup>  | 8,57 ± 2,59 <sup>a</sup>   |

Médias seguidas de desvio padrão com letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si a nível de 5% pelo teste de Tukey. FC = formulação controle; F1 = tempeh com adição de 5% da junça; F2 = tempeh com adição de 10% da junça; F3 = Tempeh com adição de 15% da junça

Em relação às análises de textura houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em todos os parâmetros analisados exceto o parâmetro elasticidade. Observou-se que as amostras de tempeh apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) quanto ao parâmetro dureza. Assim, a adição da junça na elaboração dos tempeh afetaram significativamente essa propriedade.

A análise de textura instrumental mostrou que a adição de junça nos tempeh resultou em um aumento do valor da dureza. A dureza aumentou gradualmente de 24,90 N para o tempeh sem a junça até 41,37 N para o tempeh contendo 15 % de junça. Isso pode ser devido a quantidade das fibras presentes nos tubérculos de junça. Segundo Zapata et al. (2012), a junça tem 8,91 % de fibras enquanto a soja tem apenas 4,0 % de fibras. Resultados similares, entre 21,38 e 30,89 N, foram encontrados por Priatni et al. (2013) ao estudar a qualidade e a análise sensorial do tempeh preparado com vários tamanhos de partículas de feijão tremçoço.

A coesividade está relacionada com a força das ligações internas entre a rede micelial e o conjunto dos cotilédones de soja com as fatias dos tubérculos de junça ou é a extensão até onde o tempeh pode ser deformado antes da ruptura, e apresentou um comportamento crescente, aumentando com a adição de junça no tempeh. Houve diferença significativa na coesividade nos tempeh analisados e acredita-se que a variabilidade da coesividade, seja proveniente da presença de junça e da irregularidade da casca dos tempeh contendo a junça.

A elasticidade é a velocidade com a qual o material deformado volta ao seu estado inicial após remoção da força que o deformou. O teste de comparação entre médias (Tukey) utilizado, não indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) quanto à elasticidade para os diferentes tempeh revelando assim que a adição de junça não afetou a elasticidade do tempeh. Embora tenha havido um pequeno aumento na elasticidade dos tempeh com a adição de junça.

O tempeh com 15 % de junça apresentou maiores valores em todos os atributos analisados. O teste de Tukey revelou a existência de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tempeh estudados para a mastigabilidade. Esse atributo é uma propriedade secundária, sendo o resultado do produto dos parâmetros dureza, coesividade e elasticidade, ou seja, é a energia requerida para transformar o material sólido em um estado pronto para ser engolido. O parâmetro mastigabilidade teve um comportamento semelhante à dureza, isto é, na medida que o teor de junça aumenta, a mastigabilidade também aumenta e como consequência exigirão maior necessidade energética para sua mastigação.

## **5.9 Análise da cor instrumental dos tempeh fresco**

Os valores obtidos para a cor instrumental dos tempeh frescos foram expressos, conforme mostra a Tabela 8.



**Tabela 8:** Análise de cor dos tempêh contendo respectivamente 0, 5, 10 e 15 % dos tubérculos de junça

| Tempêh | $L^*$                     | $a^*$                     | $b^*$                     | $C^*$                      | $h^*$                      |
|--------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 0 %    | 85,07 ± 4,32 <sup>a</sup> | 0,99 ± 0,72 <sup>b</sup>  | 11,18 ± 1,31 <sup>c</sup> | 12,91 ± 1,120 <sup>c</sup> | 75,80 ± 6,44 <sup>b</sup>  |
| 5 %    | 78,02 ± 2,93 <sup>b</sup> | 1,75 ± 1,74 <sup>ab</sup> | 16,67 ± 1,42 <sup>b</sup> | 16,43 ± 2,44 <sup>b</sup>  | 79,96 ± 5,86 <sup>ab</sup> |
| 10 %   | 76,49 ± 1,01 <sup>b</sup> | 2,02 ± 0,34 <sup>a</sup>  | 16,97 ± 1,01 <sup>b</sup> | 17,48 ± 1,16 <sup>b</sup>  | 83,72 ± 5,82 <sup>a</sup>  |
| 15 %   | 71,70 ± 5,42 <sup>c</sup> | 2,23 ± 0,79 <sup>a</sup>  | 19,74 ± 5,02 <sup>a</sup> | 24,44 ± 3,99 <sup>a</sup>  | 80,92 ± 5,59 <sup>a</sup>  |

Médias seguidas de desvio padrão com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si a nível de 5% pelo teste de Tukey. O valor  $L^*$  é a dimensão da luminosidade e representa a diferença entre branco ( $L^*=100$ ) e o preto ( $L^*=0$ ). O valor de  $a^*$  representa a diferença entre verde ( $-a^*$ ) e vermelho ( $+a^*$ ). O valor de  $b^*$  representa a diferença entre amarelo ( $+b^*$ ) e azul ( $-b^*$ ). O valor de  $h^*$  e  $C^*$  representam respectivamente o valor do Ângulo Hue e Cromo.

Ao avaliar a cor dos tempêh, foi observado que houve diferença a nível de 5 % em todos os parâmetros avaliados ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Os tempêh contendo os tubérculos de junça tem cor escura, e isso influencia na redução do parâmetro  $L^*$  (claridade). Observa-se que o valor de  $L$  diminuiu conforme se aumentou a concentração de junça, ocorrendo uma redução na luminosidade. O parâmetro  $L^*$  variou de 71,70 para o tempêh com 15 % dos tubérculos da junça até 85,07 para o tempêh sem a junça. No sistema CIELAB\*, os valores de  $L^*$  (luminosidade) indicam a reflectância da luz, sendo que quanto maiores seus valores, mais clara a coloração dos tempêh analisados e os resultados estão condizentes com o aumento da concentração de junça no tempêh.

Analisando a Tabela 8, verifica-se que quanto mais alto os teores da junça nos tempêh, mais elevada é a cromaticidade  $a^*$ . A cromaticidade  $a^*$  mede a intensidade das cores vermelhas (valores positivos) e verdes (valores negativos). O parâmetro  $a^*$  aumentou de 0,99 para o tempêh sem a junça a 2,33 para o tempêh com 15 % de junça. De acordo com Esteller (2004), os maiores valores positivos de  $a^*$  (desvio para o vermelho) indicam coloração mais escura.

A cromaticidade  $b^*$  corresponde à coordenada azul-amarelo, em que valores negativos representam a cor azul e valores positivos a cor amarelo. Valores positivos altos para  $b^*$  traduzem amostras com forte coloração amarela ou dourada. De acordo com a Tabela 8, constatou-se aumento do parâmetro  $b^*$ , de 11,18 para o tempêh sem os tubérculos da junça até 19,74 para o tempêh com a junça,

proporcionando amostras mais escuras. Constata-se que as variações dos parâmetros L\*, a\* e b\*, do ângulo Hue e da cromaticidade, foram todas significativas.

A cromaticidade C\* representa a saturação da cor e para os tempeh analisados, o valor deste parâmetro foi de 12,91 a 24,44 (Tabela 8). Os resultados encontrados foram similares ao da cromaticidade b\*.

De acordo com Teba (2014), o ângulo Hue é definido como iniciando no eixo +a e é expresso em graus, sendo que 0° corresponde a + a (vermelho), 90° corresponde a + b (amarelo), 180° corresponde a – a (verde) e 270° corresponde a – b (azul). Considerando os resultados encontrados (Tabela 8), observa-se que os tempeh apresentaram ângulo hue variando de 75,80° a 83,72°. Assim, pode-se afirmar que as amostras são compostas de maiores intensidades de amarelo. Observou-se na Figura 21 que os tempeh contendo a junça tem a coloração mais escura em relação ao tempeh sem a junça. Isso em razão que as fatias de junça são mais escuras, enquanto os cotilédones de soja são mais claros e assemelham-se quanto à luminosidade.

**Figura 21:** Os tempeh com respectivamente 0, 5, 10 e 15 % de junça

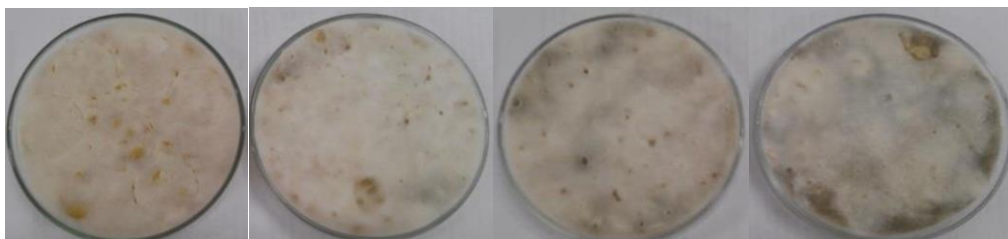


Foto: o Autor

### 5.10 Análises microbiológicas

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos para as análises microbiológicas dos tempeh frescos.

**Tabela 9:** Valores médios das amostras dos tempeh para contagem microbiológica (Coliformes 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva)

| Analise                        | Tempeh 0% junça | Tempeh 5% junça | Legislação         |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Coliformes a 45°C(UFC/g)       | <10             | <10             | <10 <sup>2</sup>   |
| <i>Staphylococcus coag.</i> /g | 5x10            | 5x10            | <5x10 <sup>3</sup> |

Constatou-se que os valores de coliformes termotolerantes (45 °C) estão dentro dos estabelecidos para a soja fermentada e similares, segundo a Resolução RDC n.º 12, de 2 de janeiro de 2001 que estabelece uma tolerância de até 100 NMP/g. Kuligowski et al.(2013) ao avaliaram a influência dos tempeh de feijão e soja em bactérias intestinais e estimativa de propriedades antibacterianas do tempeh de feijão encontraram coliformes de 82 UFC/g. Nos estudos preliminares sobre a farinha de tempeh de três diferentes espécies de *Rhizopus*, por Omosebi e Otunola (2013), não foram detectados a presença de coliformes. Para análise de *Staphylococcus coagulase* positiva, os valores encontrados ficaram abaixo do permitido pela RDC n.º 12, de 2 de janeiro de 2001.

## 5.11 Análise sensorial

### 5.11.1 Perfil dos provadores

Para a análise sensorial foram utilizados o tempeh sem a junça e o tempeh com 5% de junça. Participaram desta análise 52 homens com faixa etária entre 18 e 52 anos e 60 mulheres entre 18 e 58 anos. A avaliação sensorial de doze provadores foram descartadas por preenchimento equivocado do teste. A Tabela 10 mostra a distribuição de frequência dos provadores dos tempeh sem a junça e os tempeh contendo a junça, segundo faixa etária e sexo.

Tabela 10: Distribuição de frequência dos provadores do tempeh de acordo com faixa etária e sexo

| Faixa etária (anos) | Sexo         |               |       |
|---------------------|--------------|---------------|-------|
|                     | Feminino (%) | Masculino (%) | Total |
| Até 20 anos         | 26           | 22            | 48    |
| 21 a 30 anos        | 17           | 20            | 37    |
| Acima de 30 anos    | 10           | 5             | 15    |
| TOTAL               | 53           | 47            | 100   |

A avaliação sensorial foi realizada às cegas, ou seja, os provadores não receberam informações sobre a formulação e processamento dos tempeh, além

disso, eram provadores não treinados, representando pessoas selecionadas aleatoriamente.

#### **5.11.2 Avaliação da análise sensorial**

Na Tabela 11, são apresentadas as médias e os desvios padrões por atributos da análise sensorial dos tempeh com 0 e 5 % de junça respectivamente cru, assado e assado com sal.

**Tabela 11** - Médias e desvio padrões por atributos da análise sensorial dos tempeh com 0 e 5% de junça respectivamente cru, assado e assado com sal

| Ensaio | Aparência                | Cor                      | Textura                  | Aroma                     | Sabor                     | Aceitação global         |
|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| A      | 6,36 ± 1,49 <sup>b</sup> | 6,60 ± 1,12 <sup>b</sup> | 6,22 ± 1,21 <sup>b</sup> | 5,93 ± 1,17 <sup>b</sup>  | 5,68 ± 1,32 <sup>b</sup>  | 6,20 ± 1,10 <sup>a</sup> |
| B      | 6,30 ± 1,20 <sup>b</sup> | 6,48 ± 1,17 <sup>b</sup> | 6,40 ± 1,14 <sup>b</sup> | 6,33 ± 1,28 <sup>ab</sup> | 6,05 ± 1,28 <sup>ab</sup> | 6,31 ± 1,20 <sup>a</sup> |
| C      | 6,72 ± 1,16 <sup>a</sup> | 6,96 ± 1,07 <sup>a</sup> | 6,73 ± 1,02 <sup>a</sup> | 6,50 ± 1,13 <sup>ab</sup> | 6,64 ± 1,05 <sup>a</sup>  | 6,71 ± 0,87 <sup>a</sup> |
| D      | 6,44 ± 1,05 <sup>b</sup> | 6,63 ± 0,99 <sup>b</sup> | 6,63 ± 0,95 <sup>b</sup> | 6,09 ± 1,15 <sup>b</sup>  | 5,74 ± 1,25 <sup>b</sup>  | 6,23 ± 1,04 <sup>a</sup> |
| E      | 6,76 ± 1,02 <sup>a</sup> | 6,58 ± 0,85 <sup>b</sup> | 6,50 ± 0,83 <sup>b</sup> | 6,43 ± 1,02 <sup>ab</sup> | 6,29 ± 0,92 <sup>ab</sup> | 6,44 ± 0,75 <sup>a</sup> |
| F      | 7,29 ± 0,84 <sup>a</sup> | 7,11 ± 1,01 <sup>a</sup> | 7,02 ± 0,89 <sup>a</sup> | 6,78 ± 0,97 <sup>a</sup>  | 6,96 ± 0,96 <sup>a</sup>  | 6,80 ± 0,85 <sup>a</sup> |

Letras diferentes na mesma linha indicam médias estatisticamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

Em relação a todos os atributos da avaliação sensorial, o tempeh 5 % junça assado com sal apresentou maior aceitabilidade entre os provadores em relação aos demais tempeh.

Para os atributos de aparência e cor, é possível que o tempeh sem a junça não tenha alcançado notas maiores que os tempeh com a junça, por apresentar-se visualmente mais mole e branco que os demais, possivelmente devido à intensa formação dos micélios do fungo *Rhizopus oligosporus*. Os tempeh crus sem a junça tem a textura branca, elástico e aroma de cogumelo.

Embora os tempeh sem a junça respectivamente cru e assado, tenha apresentado boas notas, estas, em sua maioria, foram menores que as notas dos tempeh com a junça, atribuindo estes resultados não só à melhor aparência, como também à textura mais crocante, quando comparado aos demais.

Para o atributo aroma, houve diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ), entre os tempeh analisados indicando que a adição de junça influenciou de maneira positiva a aceitabilidade do aroma dos tempeh enriquecidos com a junça.

Quanto ao sabor, o tempeh sem a junça cru obteve menor média dentre os tempeh avaliados, tendo apresentado leve residual amargo, conforme comentários descritos por provadores nas fichas de avaliação.

Não houve diferença significativa em todos os tempeh avaliados em relação ao avaliação global. Os tempeh avaliados neste estudo apresentaram notas localizadas entre os termos “gostei levemente” e “gostei muito”, além de terem apresentado atitude positiva quanto à intenção de compra.

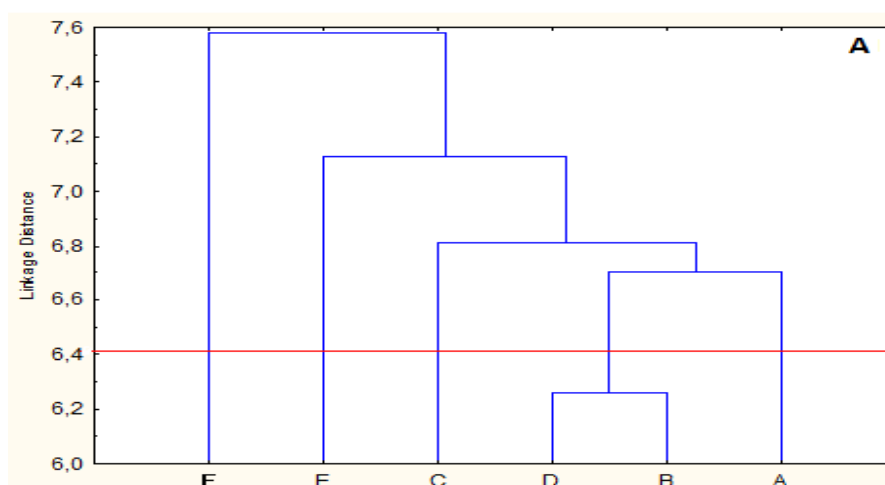
Priatni et al. (2013) observaram boa aceitação entre os provadores dos tempeh contendo 50 a 100 % de feijão tremoso em substituição dos grãos de soja. Amadi et al. (2003) relataram que não houve diferença significativa nos atributos da cor, textura, aroma e sabor da mistura dos tempeh elaborados com os sementes descascados de melancia e os cotilédones de soja em comparação com os tempeh de soja. O tempeh assado contendo 5 % dos tubérculos de junça apresentou as maiores notas em todos os atributos de análise sensorial avaliados.

As Figuras 22 a 27 apresentam os dendogramas e os mapas de preferência interno para aparência, cor, aroma, textura, sabor e aceitação global dos tempeh avaliados. Nos dendogramas, observa-se o agrupamento das amostras em função da preferência dos provadores. Nos mapas observa-se a dispersão espacial dos

provadores. Cada provador é simbolizado por um ponto. A quantidade de provadores ao redor da amostra indica o quanto esta é preferida em relação às demais.

Nota-se em relação aos atributos aparência (Figura 22A), a presença de cinco grupos de tempeh sendo quatro grupos isolados (tempeh 0% junça cru, tempeh 0% junça assado com sal, tempeh 5% junça assado, tempeh 5% junça assado com sal) e um grupo formado pelos tempeh 0% junça assado e tempeh 5% junça assado. Os tempeh em um mesmo grupo tiveram aceitação semelhante, mas diferente dos tempeh pertencentes a outros grupos.

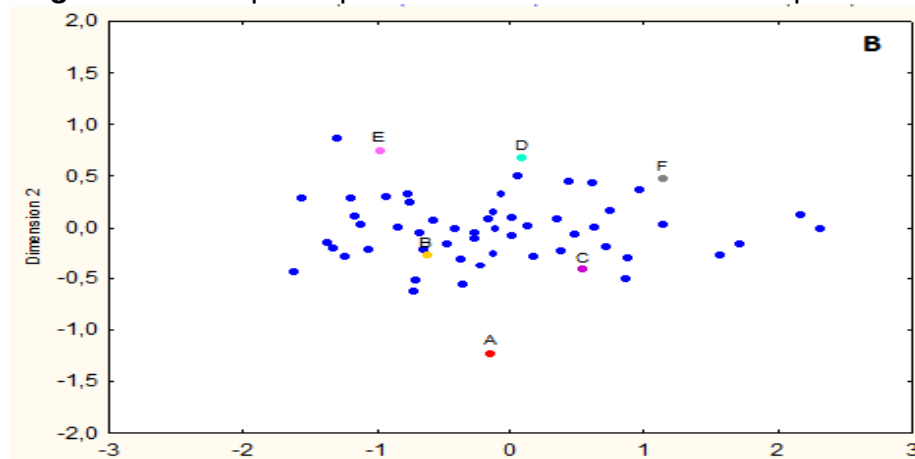
**Figura 22A:** Dendograma do atributo aparência



Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

É possível observar no mapa (Figura 22B), há uma maior quantidade de provadores ao redor das amostras do tempeh 0% junça assado, tempeh 5% junça cru e do tempeh 0% junça assado com sal, indicando a preferência pela aparência das amostras deste grupo. Contudo, o mapa exibe também provadores muito distantes de todos os tempeh, o que aponta que estes provadores atribuíram notas baixas para todas as amostras, não preferindo nenhuma.

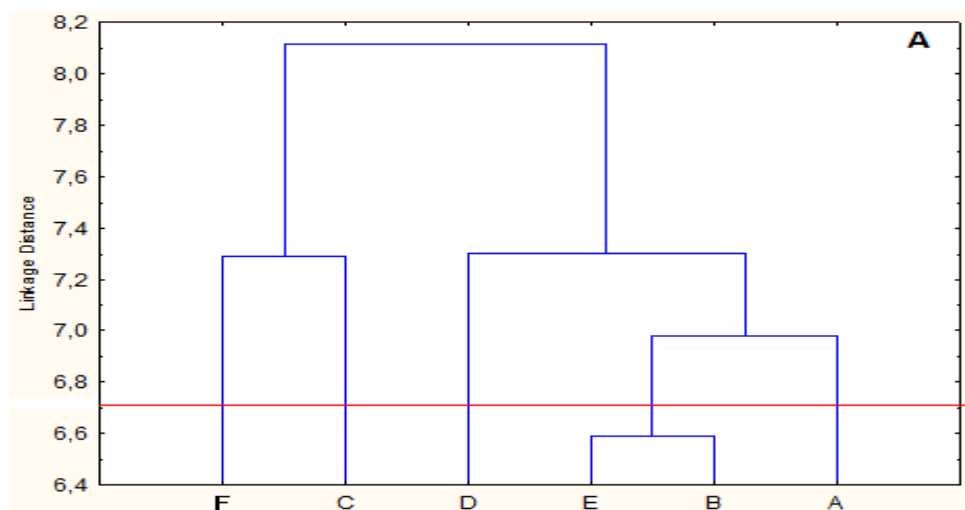
**Figura 22B:** Mapa de preferência interno do atributo aparência



Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

Nota-se em relação ao atributo cor (Figura 23A), também a presença de cinco grupos de tempeh, sendo quatro grupos isolados de tempeh (tempeh 0% junça cru, tempeh 0% junça assado com sal, tempeh 5% junça cru, tempeh 5% junça assado com sal) e um grupo formado pelo tempeh 0% junça assado e tempeh 5% junça assado.

**Figura 23A:** Dendograma do atributo cor



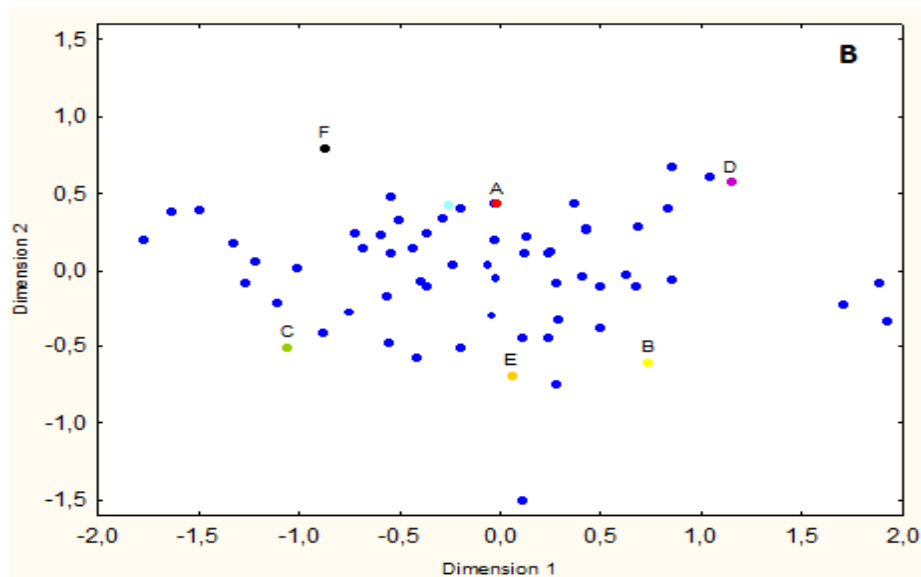
Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

No mapa de preferência interno (Figura 23B) deste atributo, é possível observar que apesar da dispersão dos pontos, há uma pequena concentração de provadores ao redor das amostras do tempeh 0% junça assado e do tempeh 5%



junça assado, indicando a preferência pela cor das amostras deste grupo. Os pontos afastados no mapa indicam provadores que não aceitaram nenhuma das amostras.

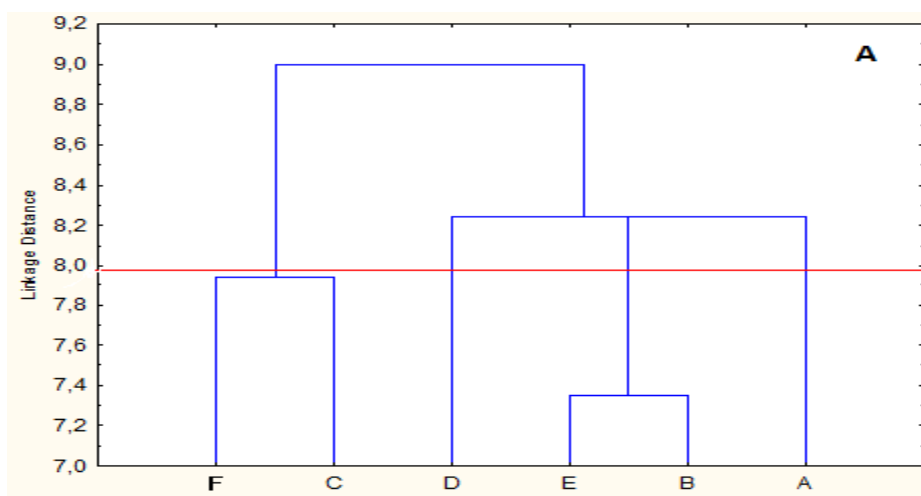
**Figura 23B:** Mapa de preferência interno do atributo cor



Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

Quanto ao atributo aroma (Figura 24A), observa-se que os tempeh assados sem sal formam um grupo em função da preferência dos provadores. No entanto, os tempeh assados com sal também formam um grupo. Os grupos isolados são formados pelos tempeh cru.

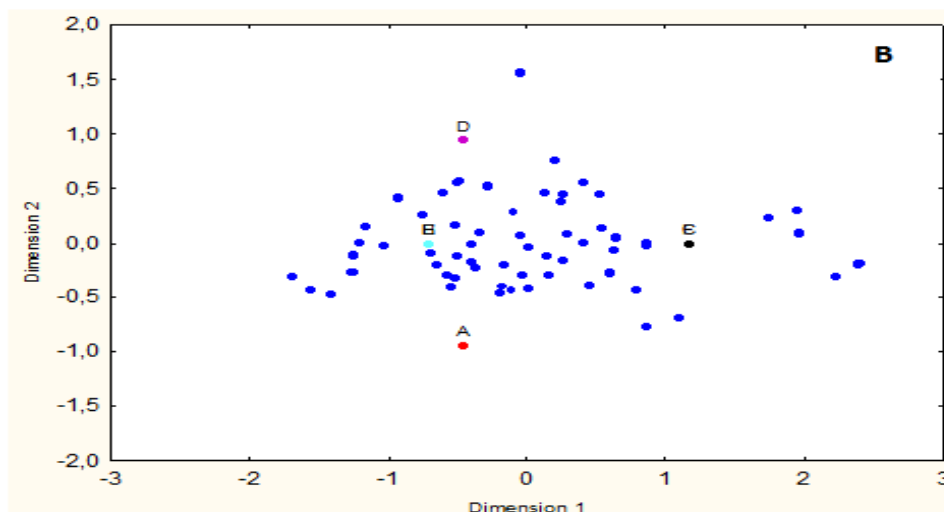
**Figura 24A:** Dendrograma do atributo aroma



Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

Verifica-se no mapa (Figura 24B) que os tempeh assados e os tempeh assados com sal foram preferidos em relação aos demais tempeh no quesito aroma. Isto, pode ser que ao assar os tempeh, o aroma característica dos tempeh cru (cheiro de cogumelo) é eliminado. Também foram observados pontos afastados que indicam provadores que não aceitaram nenhuma das amostras.

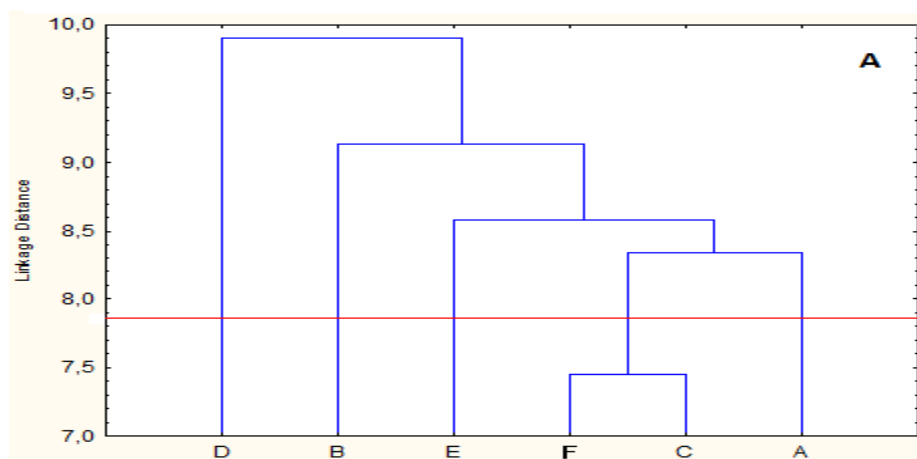
**Figura 24B:** Mapa de preferência interno do atributo aroma



Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

Quanto ao atributo textura (Figura 25A), observa-se que os tempeh assados com sal formam um único grupo em função da preferência dos provadores. Os demais tempeh formam grupos isolados.

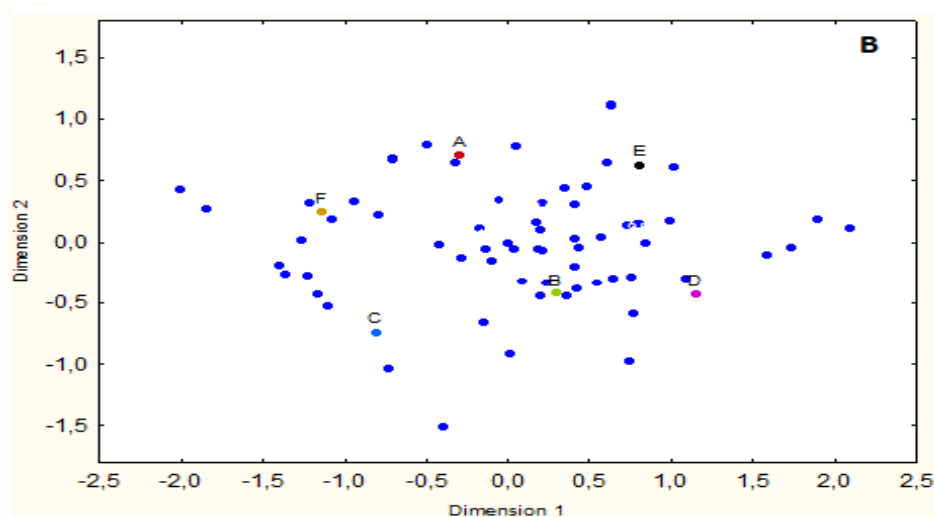
**Figura 25A:** Dendograma do atributo textura



Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

O mapa de preferência interno (Figura 25B) mostra uma semelhança na concentração de provadores em torno do tempeh 0% junça assado e em torno do tempeh 5% junça assado em relação aos demais produtos no quesito textura.

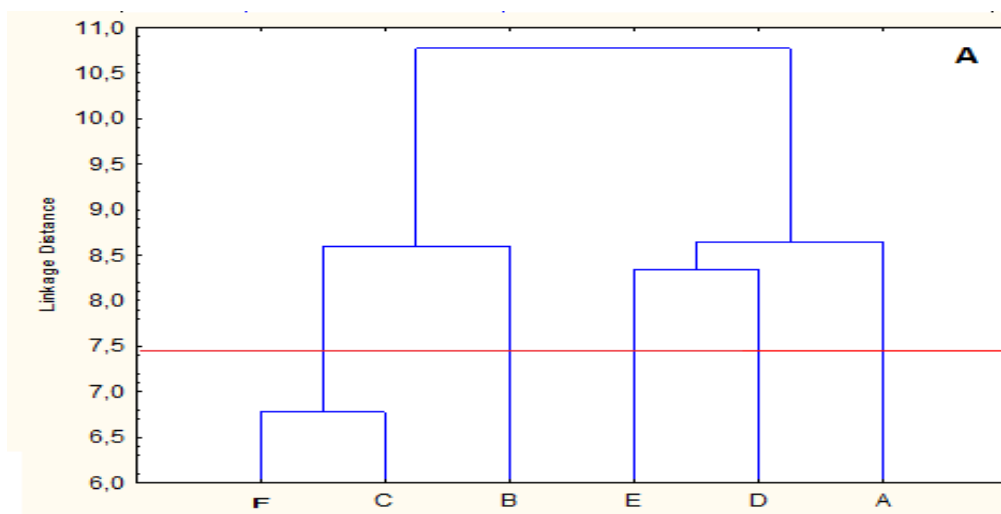
**Figura 25B:** Mapa de preferência interno do atributo textura



Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

Para o atributo sabor (Figura 26A), nota-se a formação de cinco grupos de tempeh. De maneira similar ao atributo textura, observam-se novamente as amostras dos tempeh assados com sal em um único grupo indicando que houve aceitação semelhante quanto ao sabor. Os demais tempeh formam grupos distintos.

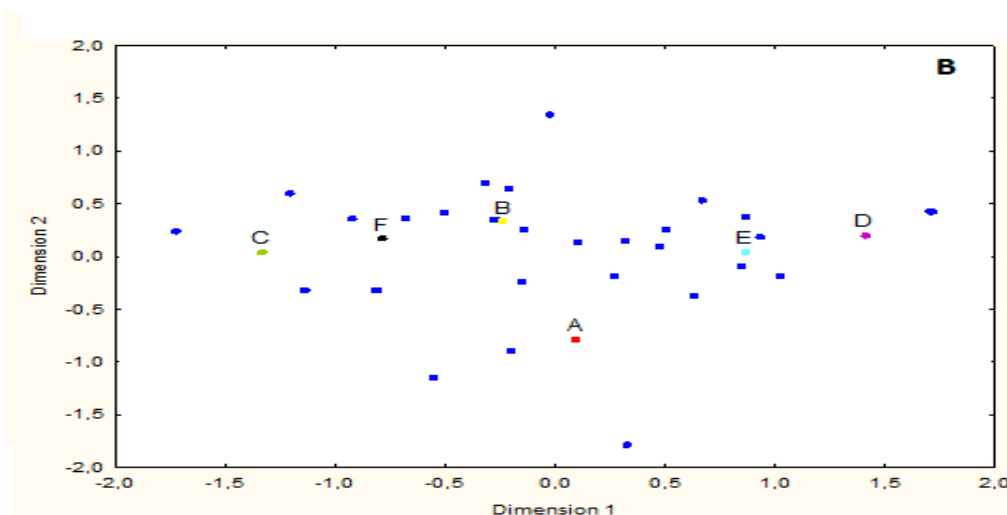
**Figura 26A:** Dendograma do atributo sabor



Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

A concentração relativo de provadores ao redor destas amostras indica que são preferidas em relação aos demais produtos analisados (Figura 26B). Essa preferência é influenciada pelo o gosto salgado, e a dureza dos referidos tempeh.

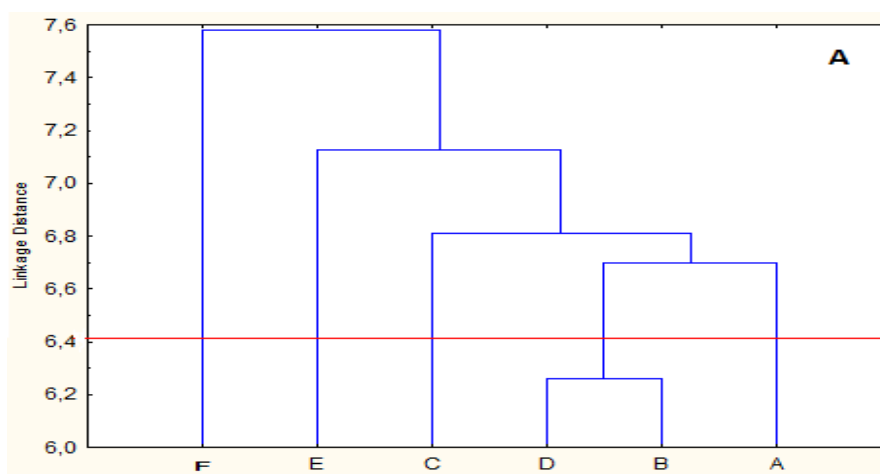
**Figura 26B:** Mapa de preferência interno do atributo sabor



Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

Para o atributo aceitação global (Figura 27A), nota-se a formação de cinco grupos de tempeh. Observou-se que os tempeh 0% junça assado e os tempeh 5% junça assado estão unidas num grupo, indicando que houve semelhança na aceitação pelas amostras. Os demais tempeh formam grupos isolados.

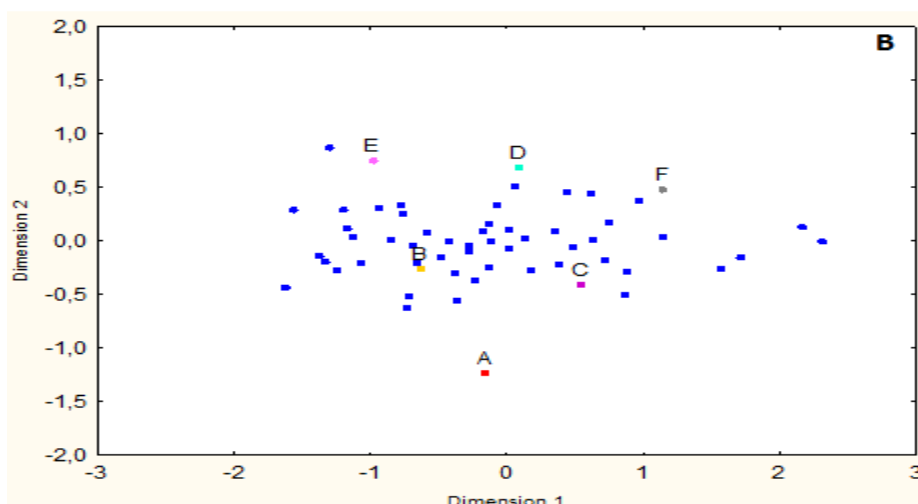
**Figura 27A:** Dendograma da aceitação global



Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

A maior concentração de provadores ao redor das amostras dos tempeh assados indica que são preferidos em relação aos demais produtos analisados (Figura 27B). Isto, pode ser influenciado pelo conjunto da aparência, textura, aroma e sabor sendo os referidos tempeh tenham os maiores aceitação.

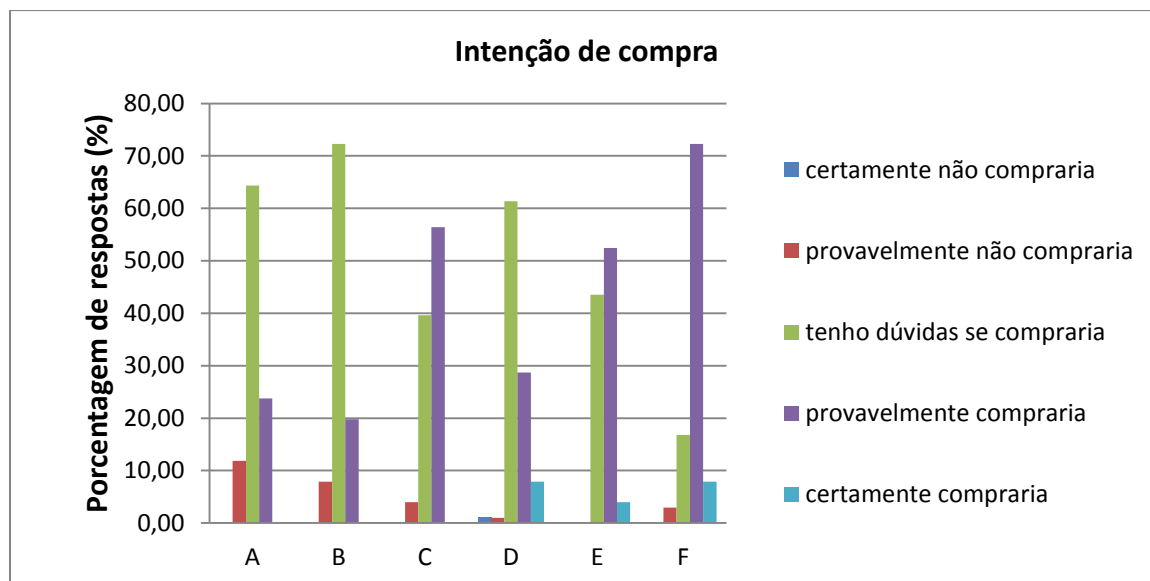
**Figura 27B:** Mapa de preferência interno da aceitação global



Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

A intenção de compra dos tempeh é demonstrada na Figura 28. A Figura 28 mostra que a maioria dos provadores provavelmente compraria os tempeh, porém com destaque o tempeh contendo 5% de junça assado com sal, seguido do tempeh sem a junça assado com sal, e o tempeh com 5% da junça assado. Observou-se uma maior indecisão de compra para o tempeh sem a junça assado, seguidos dos tempeh sem a junça cru.

**Figura 28:** Distribuição de frequência para a intenção de compra dos tempeh



A – tempeh 0% junça cru; B – tempeh 0% junça assado; C – tempeh 0% junça salgado e assado; D - tempeh 5% junça cru; E – tempeh 5% junça assado; F – tempeh 5% junça salgado e assado

Na tabela 12 é apresentada a frequência das notas positivas da aceitação sensorial dos atributos dos tempeh analisados.

**Tabela 12:** Frequência das notas de 6 a 9 da aceitação sensorial

| % Frequência     | A  | B  | C  | D  | E  | F  |
|------------------|----|----|----|----|----|----|
| Aparência        | 70 | 80 | 86 | 81 | 94 | 98 |
| Cor              | 89 | 79 | 90 | 90 | 92 | 98 |
| Textura          | 82 | 81 | 87 | 93 | 90 | 99 |
| Aroma            | 60 | 76 | 80 | 69 | 77 | 88 |
| Sabor            | 56 | 64 | 90 | 61 | 85 | 90 |
| Aceitação global | 77 | 77 | 93 | 71 | 93 | 95 |

Sendo A - Tempeh 0% junça cru; B - Tempeh 0% junça assado; C - Tempeh 0% junça assado com sal; D - Tempeh 5% junça cru; E - Tempeh 5% junça assado; F - Tempeh 5% junça assado com sal

É notado que todos os tempeh tiveram boa aceitação sensorial. O tempeh assado com 5% de junça foi o que apresentou maior aceitação (acima de 85%). Observou-se que os tempeh com 5% junça tem maior aceitação sensorial para todos os atributos, em relação dos tempeh controle, sendo que os tempeh assado apresentaram aceitação superior a 80% para a textura, e 80% para a aparência. Além disso, na avaliação global, a aceitação foi acima de 75% para os tempeh

assado. Os tubérculos de junça pode ser usado como substrato com a mistura de soja, na elaboração do tempeh sendo que tem a aceitação sensorial igual ou maior em relação dos tempeh elaborados somente com os cotilédones de soja.

## **6. CONCLUSÕES**

- A utilização do tempeh starter é mais indicado na elaboração do tempeh do que a utilização de suspensão de esporos;
- A adição da junça não tem influência significativa nos teores de proteínas do tempeh, principal apelo nutricional desse produto;
- O aumento do valor energético do tempeh é proporcional à adição da junça, que é mais rica em fração lipídica que a soja;
- A adição da junça causou alterações na cor, sabor, aparência e resultou em tempeh mais duros e mais coesos;
- Os resultados obtidos indicam viabilidade da produção do tempeh contendo tubérculos de junça, sob o ponto de vista tecnológico, nutricional e sensorial;
- A tecnologia envolvida para a sua produção e consequente comercialização não gera uma demanda elevada de recursos, de tempo e de mão de obra;
- É promissora a fabricação em escala do tempeh contendo a junça, podendo sua produção se processar através de cooperativas oriundas da organização dos empreendedores da agricultura familiar.



## **7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Com os resultados dos trabalhos realizados nesta pesquisa e as possibilidades de industrialização e comercialização dos tempeh enriquecidos com a junça, outros trabalhos poderão ser realizados:

- a) Determinação dos teores do ácido fítico e dos aminoácidos essenciais nos tempeh elaborados;
- b) Avaliar a cinética da formação de compostos fenólicos e de atividades antioxidantes em diferentes condições de processo;
- c) Avaliar economicamente uma unidade produtora de tempeh enriquecida com a junça.

## 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABU-SALEM, F. M.; ABOU-ARAB, E. A. Physico-chemical properties of tempeh produced from chickpea seeds. **Journal of American Science**, v. 7, n. 7, 2011.

ABU-SALEM, F. M.; MOHAMED, R. K.; GIBRIEL, A. Y.; RAMY, N. M. H. Levels of some antinutritional factors in tempeh produced from some legumes and jojobas seeds. **International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering**, v. 8, n. 3, 2014.

ADEJUYITAN, J. A.; OTUNOLA, E. T.; AKANDE, E. A.; BOLARINWA, I. F.; OLADOKUN, F. M. Some physicochemical properties of flour obtained from fermentation of tigernut (*Cyperus esculentus*) sourced from a market in Ogbomoso, Nigeria. **African Journal of Food Science**, v. 3, n. 2, p. 51-55, 2009.

ADEJUYITAN, J. A. Tigernut processing: its food uses and health benefits. **American Journal of Food Technology**, v. 6, p. 197-201, 2011.

ADEL, A. A. M.; AWAD, A. M.; MOHAMED, H. H.; IRYNA, S. Chemical composition, physicochemical properties and fatty acid profile of tigernut (*Cyperus esculentus* L) seed oil as affected by different preparation methods. **International Food Research Journal**, v. 22, n. 5, p. 1931-1938, 2015.

ADE-OMOWAYEA, B. I. O.; AKINWANDE, B. A.; BOLARINWA, I. F.; ADEBIYI, A. O. Evaluation of tigernut (*Cyperus esculentus*)–wheat composite flour and bread. **African Journal of Food Science**, v. 2, p. 087-091, 2008.

ADGIDZI, E. A.; INGBIAN, E. K.; ABU, J. O. Effects of storage on the quality of tiger nut (*Cyperus esculentus*) products. **PAT**, v. 7, n. 1, p. 131-147, 2011.

ALBANO, M. **Comparação da produção de celulases e xilanases por fungos filamentosos em fermentação submersa e estado sólido**. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – UNESP, IBILCE – São José do Rio Preto, 2012.

ALLOUH, M. Z.; DARADKA, H. M.; GHADA, J. H. A. Influence of *Cyperus esculentus* tubers (tigernut) on male rat copulatory behavior. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 15, p. 331, 2015.

AMADI, E. N.; BARIMALAA, I. S.; BLANKSON, C. D. Melon seeds (*Citrullis vulgaris*) as a possible substrate for the production of tempe. **Plant Foods for Human Nutrition**, n. 58, p. 1-11, 2003.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: APHA, 2001.

ARAFAT, S. M.; GAAFAR, A. M.; BASUNY, A. M.; NASSEF, S. L. Chufa tubers (*Cyperus esculentus*): As a new source of food. **World Applied Sciences Journal**, v. 7, n. 2, p. 151-156, 2009.

BABU, P. D.; BHAKYARAJ, R.; VIDHYALAKSHMI, R. A low cost nutritious food “tempeh”- a review. **World Journal of Dairy & Food Science**, v. 4, n. 1, p. 22-27, 2009.

BAMISHAIYE, E. I.; BAMISHAIYE, O. M. Tiger nut: as a plant, its derivatives and benefits. **African Journal of Food, Nutrition and Development**, v. 11, n. 5, 2011.

BAVIA, A. C. F.; SILVA, C. E.; FERREIRA, M. P.; LEITE, R. S.; MANDARINO, J. M. G.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Chemical composition of tempeh from soybean cultivars specially developed for human consumption. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n. 3, p.13-20, 2012.

BORGES, C. W. C. **Efeito das condições de preparo do tempeh de soja na bioconversão das isoflavonas glicosídicas em agliconas**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – UEL, Londrina, 2013.

BORRESEN, E. C.; HENDERSON, A. J.; KUMAR, A.; WEIR, T. L.; RYAN, E. P. Fermented foods: Patented approaches and formulations for nutritional supplementation and health promotion. **Food, Nutrition and Agriculture**, v. 4, p. 134-140, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Resolução - RDC nº 17, de 2 de janeiro de 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Resolução - RDC nº263, 2005. Disponível em: <http://legais.anvisa.gov.br/leisref/public/show>. Acesso em 10 de agosto de 2016.

CHUTRTONG, J. Acceptance of consumer on various tempeh and protein content comparison. **International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering**, v. 7, n. 7, 2013.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Brasília: CONAB, 2016. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_01\\_12\\_09\\_04\\_46\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_04_46_boletim_graos_janeiro_2017.pdf). Acesso em 19 de julho de 2017.

CRUZ, L. I. **Desenvolvimento de um inóculo seguro, eficiente e padronizado para a produção de tempeh em pequena escala a partir de diferentes**

**leguminosas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) – Universidade de Lisboa, 2015.

DEWI, R. S.; AZIZ, S. Isolasi *Rhizopus oligosporus* pada beberapa beberapa inokulum tempeh di kabupaten banyumas. **Molekul**, v. 6, n. 2, p. 93 – 104, 2011.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos.** 1º edição. Curitiba: Champagnat, 1996.

DÍAZ, B. H. C.; APARICIO, A. J.; PÉREZ, J. J. C.; DOMÍNGUEZ, G. C.; BELTRÁN, L. A.; SÁNCHEZ, H. H.; LÓPEZ, G. F. G. Morphological characterization of the growing front of *Rhizopus oligosporus* in solid media. **Journal of Food Engineering**, p. 309–317, 2010.

DJAAFAR, T. F.; CAHYANINGRUM, N.; PURWANINGSIH, H. Physico -chemical characteristics of tribal bean (*Canavalia virosa*) and its alternative tofu and tempeh food products. **Indonesian Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 2, p. 74-80, 2010.

EKEANYANWU, R. C.; ONONOGBU, C. I. Nutritive value of nigerian tigernut (*Cyperus esculentus* L.). **Agriculture Journal**, v. 5, n. 5, p. 297 – 302, 2010.

ESTELLER M. S. **Fabricação de pães com reduzido teor calórico e modificações reológicas ocorridas durante o armazenamento.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

FAO/WHO COORDINATING COMMITTEE FOR ASIA. **Discussion paper on tempe and tempe products.** Codex Alimentarius Commission, Yogyakarta, Indonesia, 2010.

FENG, X. M. **Microbial dynamics during barley tempeh fermentation.** Doctoral dissertation, Uppsala, 2006.

FERREIRA, M. P; OLIVEIRA, M.C. N.; MANDARINO, J. M. G.; SILVA, J. M. G.; IDA, E.; CARÃO-PANIZZI, M.C. Changes in the isoflavone profile and in the chemical composition of tempeh during processing and refrigeration. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 11, 2011.

FREIRE, S. F.; RABÊLO, W. F.; FILHO, V. E. M.; DIAS, C. S.; PEREIRA, A. G. S.; CUTRIM, E. F. S.; NETO, I. S. S. Estudo da qualidade nutricional do extrato fluído “leite” pasteurizado, obtido a partir dos tubérculos da junça (*Cyperus esculentus*). **ABQ - Associação Brasileira de Química**, 2 encontro nacional de tecnologia química, ENTEQUI, Salvador, 2009.

GAMBO, A.; DA'U, A. Tigernut (*Cyperus esculentus*): composition, products, uses and health benefits – a review. **Bayero Journal of Pure and Applied Sciences**, v. 7, n. 1, p. 56 – 61, 2014.

GUNAWAN-PUTERI, M. D. P. T.; HASSANEIN, T. R.; PRABAWATI, E. K.; WIJAYAB, C. H.; MUTUKUMIRA, A. N. Sensory characteristics of seasoning powders from overripe tempeh, a solid state fermented soybean. **Procedia Chemistry**, v. 14, p. 263 – 269, 2015.

HANDOYO, T.; MORITA, N. Structural and functional properties of fermented soybean (tempeh) by using *rhizopus oligosporus*. **International Journal of Food Properties**, v. 9, p. 347-355, 2006.

HARON, H.; RAOB, N. Changes in macronutrient, total phenolic and anti-nutrient contents during preparation of tempeh. **Journal of Nutrition and Food Science**, v. 4, n. 2, 2014.

HARTI, A. S.; NURHIDAYATI, A.; HANDAYANI, D.; KUSUMAWATI, H. N.; HARYATI, D. S. The fortification tempeh of rice bran chitosan as functional food antihypercholesterolemia in Indonesia. **International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics**, v. 4, n. 5, 2014.

HEDGER, J. N. Production of tempeh, an indonesian fermented food. **The society of general microbiology**, 1982.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos químicos e físicos de análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo-SP: Guanabara Dois, 2008.

JENNESSEN, J.; SCHNÜRER, J.; OLSSON, J.; SAMSON, R. A. Dijksterhuis J. Morphological characteristics of sporangiospores of the tempe fungus *Rhizopus oligosporus* differentiate it from other taxa of the *R. microsporus* group. **Mycological Research**, v. 112, n. 5, p. 547-563, 2008.

JURUS, L. M.; SUNDBERG, W. J. Penetration of *Rhizopus oligosporus* into soybeans in tempeh. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 32, n. 2, p. 284-287, 1976.

KULIGOWSKI, M.; JASIŃSKA-KULIGOWSKA, I.; NOWAK, J. Evaluation of bean and soy tempeh influence on intestinal bacteria and estimation of antibacterial properties of bean tempeh. **Polish Journal of Microbiology**, v. 62, n. 2, p. 189–194, 2013.

LAKSHMY, P. S.; USHA, V.; SHARON, C. L.; ANEENA, E. R. Sensory attributes of cereal and pulse based "tempeh" chips. **International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture**, p. 42-45, 2015.

LEITE, R. S. **Farinha de tempeh liofilizado ou torrado na formulação de biscoitos de coco em substituição parcial à farinha de soja: elaboração e caracterização.** Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos) – UTFPR, Londrina, 2013.

MACIEL, G. M. **Desenvolvimento de bioprocesso para produção de xilanases por fermentação no estado sólido utilizando bagaço de cana por fermentação no estado sólido utilizando bagaço de cana de açúcar e farelo de soja.** Dissertação (Mestrado em Processos Biotecnológicos) – UFPR, Curitiba, 2006.

MADUKA, N.; NJOKU, H. O.; ODU, N. N. The production of tempeh-like food product using african breadfruit seeds (*Teculia africana*). **Academia Arena**, v. 4, n. 4, p. 39-43, 2012.

MATOS, F.J. de A.; CAVALCANTI, F. S.; PARENTE, J. P. Estudo agrônômico qualitativo e quantitativo de *Cyperus esculentus* L. (junça) - Uma fonte inexplorada de alimento energético. **Rev. Ciên. Agron.**, v. 39, n. 01, p. 124-129, 2008.

MIYAOKA, M. F. **Avaliação do potencial dos fungos do gênero *Rhizopus* spp. na produção de substâncias bioativas com ação antioxidante utilizando diferentes substratos.** Dissertação (Mestrado em Processos Biotecnológicos) – UFPR, Curitiba, 2012.

MO, H.; KARILUOTO, S.; PIIRONEN, S.; PIIRONEN, V.; ZHU, Y.; SANDERS, M. G.; VINCKEN, J. P.; WOLKERS ROOIJACKERS, J.; NOUT, M. J. R. Effect of soybean processing on content and bioaccessibility of folate, vitamin B12 and isoflavones in tofu and tempe. **Food Chemistry**, v. 141, p. 2418-2425, 2013.

NAIA, I. I. P. **Desenvolvimento de um inocula seguro, eficiente e padronizado para a produção de tempeh em pequena escala a partir de diferentes leguminosas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) – Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa. Lisboa, 2015

NAKAJIMA N.; NOBUYUKI, N.; ISHIHARA, K.; ISHIKAWA, A.; TSUJI, H. Analysis of isoflavone content in tempeh, a fermented soybean, and preparation of a new isoflavone enriched tempeh. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 6, n. 100, p. 685 -687, 2005.

NJOKU, H. O.; OFUYA, C. O.; OGBULIE, J. N. Production of tempeh from the african yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* Hams). **Food Microbiology**, v. 8, p. 209-214, 1991.

NOUT, M. J. R.; ROMBOUTS, F. M. A review: Recent developments in tempe research. **Journal of applied Bacteriology**, v. 69, p. 609–633, 1990.

NOUT, R. M. J.; KIERS, J. L. Tempe fermentation, innovation and functionality: Up-date into the 3rd millenium. **Journal of Applied Microbiology**, v. 98, p. 789-805, 2005.

NURDINI, A. L.; NURAIDA, L.; SUWANTO, A.; SULIANTARI. Microbial growth dynamics during tempe fermentation in two different home industries. **International Food Research Journal**, v. 22, n. 4, p. 1668-1674, 2015.

OLADELE, A. K.; AINA, J. O. Chemical composition and functional properties of flour produced from two varieties of tigernut (*Cyperus esculentus*). **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 21, p. 2473-2476, 2007.

OLIVEIRA JÚNIOR, S. D. de. **Produção de enzimas por fungos em fermentação semi-sólida utilizando bagaço de coco e peduncúlo de caju como substrates**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande de Norte, Natal - RN, 2014.

OMOSEBI, M. O.; OTUNOLA, E. T. Preliminary studies on tempeh flour produced from three different *Rhizopus* species. **International Journal of Biotechnology and Food Science**, v. 1, n. 5, p. 90-96, 2013.

OMAFUVBE, O. B.; SANUSI, B. F. Soaking and cooking of soybean for soy-daddawa production: bacteria profile and proximate composition. **Journal of food technology**, v. 3, n. 1, p. 87-91, 2005.

PANDEY, A. Solid-state fermentation. **Biochemical Engineering Journal**, n. 13, p. 81-84, 2003.

PANOZZO, L. E.; AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; MORAES, P. V. D.; PINTO, J. J. O.; NEVES, R. Métodos de manejo de *Cyperus esculentus* na lavoura de arroz irrigado. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 165-174, 2009.

PAPALEO, V. T. **As propriedades da proteína da soja na alimentação humana**. Monografia Qualidade em alimentos, UnB/CET, Brasília, 2004.

PARIS, L. D. de. **Produção de enzimas fúngicas por fermentação em estado sólido das sojas orgânica, transgênica e convencional**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – UNIOESTE, Toledo - PR, 2009.

PEREIRA, W. Prevenção e controle de tiririca em áreas cultivadas com hortaliças. Brasília: **Embrapa Hortaliças**. Circular Técnica, 15, 1998.

PRABHAKAR, A.; KRISHNAIAH, K.; JANAUN, J.; BONO, A. Review article - An overview of engineering aspects of solid state fermentation. **Malaysian Journal of Microbiology**, v. 1, n. 2, p.10-16, 2005.

PRIATNI, S.; DEVI, A. F.; KARDONO, L. B. S.; JAYASENA, V. Quality and sensory evaluations of tempe prepared from various particle sizes of lupin beans. **Journal Teknological Dan Industri Pangan**, v. 24, n. 2, 2013.

RAMADAN, E. A. Effect of processing and cooking methods on the chemical composition, sugars and phytic acid of soybeans. **Food and Public Health**, v. 2, n. 1, p. 11-15, 2012.

RIZWAN, A. S.; MINİYAR, U. G.; SAKHALE, B. K. Studies on Preparation of Tempeh-like Product from green Peas (*Pisum sativum*). **South Asian J. Food Technol. Environ.**, v. 2, n. 2, p. 366-371, 2016.

ROSA, A. M.; CLAVISO, J.; PASSOS, L. M. L.; AGUIAR, C. L. Alimentos fermentados à base de soja (*Glycine max* (Merrill) L.): importância econômica, impacto na saúde e efeitos associados às isoflavonas e seus açúcares – uma revisão. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 4, p. 454-462, 2009.

ROUBOS-VAN DEN HIL, P. J.; NOUT, M. J. R. Anti-diarrhoeal aspects of fermented soya beans. **Soybean and Health, InTech, 2011**. Disponível: [http://www.intechopen.com/books/soybean-and-health/anti-diarrhoeal aspects of-fermented-soya-beans](http://www.intechopen.com/books/soybean-and-health/anti-diarrhoeal-aspects-of-fermented-soya-beans). Acesso em 13 de fevereiro 2016.

SALSMAN, N. J. **Quality characteristics of soy and soy wheat tempeh**. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Kansas State University, Kansas, 1988.

SANTANA, R. S. M. de. **Produção de enzimas amilolíticas através da fermentação em estado sólido**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – UESB, Itapetinga – BA, 2012.

SATHE, G. B.; MANDAL, S. Fermented products of India and its implication: A review. **Asian Journal of Dairy & Food Research**, v. 35, n. 1, p. 1-9, 2016.

SHURTLEFF, W.; AOYAGI, A. History of tempeh. **Soyinfo Center**, Lafayette, California, 2007.

SILVA, M. S.; NAVES, M. M. V.; OLIVEIRA, R. B. de; LEITE, O. de S. M. Composição química e valor proteico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 571-576, 2006.



SINGHANIA, R. R.; PATEL, A. K.; SOCCOL, C. R.; PANDEY, A. Review - Recent advances in solid-state fermentation. **Biochemical Engineering Journal**, n. 44, p. 13 – 18, 2009.

SI-QUN, J.; RAHMAN, E.; CHEN, Z.; WANG, Y. Nutritional profiles of tiger Nut (*Cyperus esculentus*) plant organs during its growth cycle. **African Journal of Biotechnology**, v. 15, n. 22, p. 1050-1057, 2016.

SOCCOL, C. R.; VANDENBERGHE, L. P. S. Overview of applied solid-state fermentation in Brazil. **Biochemical Engineering Journal**, v. 13, p. 205-218, 2003.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamento de amêndoa e torta de castanhado-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 120-128, 2004.

SRAPINKORNBUREE, W.; TASSANAUDOM, U.; NIPORNRAM, S. Commercial development of red kidney bean tempeh. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, v. 2, n. 3, p. 362-372, 2009.

SUBHASREE, R. S.; BABU, P. D.; VIDYALAKSMI, R. Comparative study in the bioconversion of brown rice and polished rice to *Rhizopus Oligosporus* fermented products. **World Applied Sciences Journal**, v. 22, n. 1, p. 53-56, 2013.

TEBA, C. da S. **Desenvolvimento e caracterização de farinhas mistas extrudadas de arroz e concentrado proteico de soro de leite bovino para a elaboração de biscoitos e mingaus**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – UFRRJ, Seropédica - RJ, 2014.

THINGOM, P.; CHHETRY, G. K. N. Nutritional Analysis of Fermented Soybean (*Hawaijar*). **Assam University Journal of Science & Technology: Biological and Environmental Sciences**, v. 7, n. 1, p. 96 - 100, 2011.

UDEOZOR, L. O. Tigernut-soy milk drink: preparation, Proximate Composition and Sensory Qualities. **International Journal of Food and Nutrition Science**, v.1, n. 4, 2012.

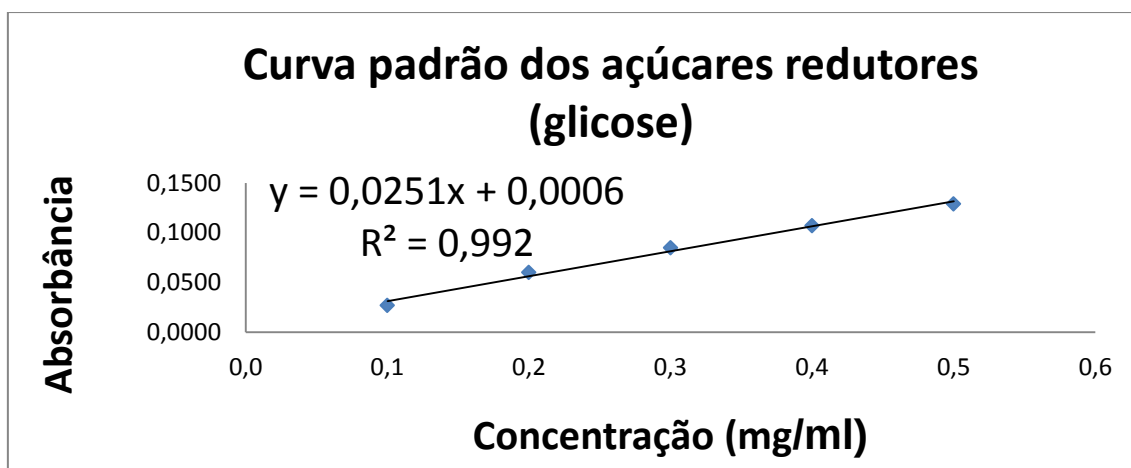
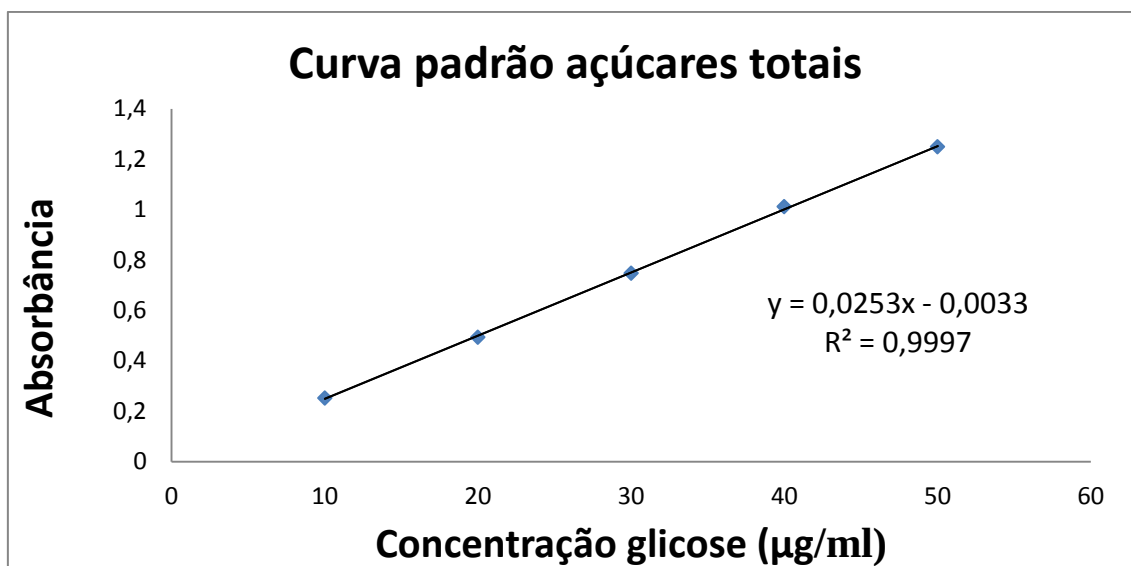
UKPABI, J. U.; UKENYE, E. A. An assessment of wholesomeness of imported tiger nut *Cyperus esculentus* used as snack food in Umuahia, Nigeria. **Malaya Journal of Biosciences**, v. 2, n. 2, p. 132-138, 2015.

USDA **National Nutrient Database for Standard Reference**. Disponível em: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/4851>. Acesso em 10 de abril 2016.

VARZAKAS, T. *Rhizopus oligosporus* mycelium penetration and enzyme diffusion in soya bean tempe. **Process Biochemistry**, v. 33, p. 741-747, 1998.

ZAPATA, E. S.; LOPEZ, J. F.; ALVAREZ, J. A. P. Tigernut (*Cyperus esculentus*) commercialization: health aspects, composition, properties, and food applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 11, p. 366-377, 2012.

## APÊNDICE 01 – Curvas padrões



## APÊNDICE 02 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de São José do Rio Preto

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012)

Você está sendo convidado a participar como voluntário do projeto de pesquisa "Análise sensorial de tempeh utilizando uma combinação dos grãos da soja e os tubérculos da junça" sob responsabilidade do pesquisador Franky Soedirlan Resosemito. O estudo será realizado com amostras de tempeh para avaliação de suas características sensoriais. Os riscos da pesquisa à sua saúde são mínimos, embora os produtos tenham sido elaborados seguindo as Boas Práticas de Fabricação. Serão excluídos indivíduos com patologias relacionadas a ingestão de alimentos, como diabéticos, hipertensos, com intolerância à lactose e ao glúten, e assim por diante. Você poderá consultar o pesquisador responsável em qualquer época, pessoalmente ou pelo telefone da instituição, para esclarecimento de qualquer dúvida. Você está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo e, estes últimos só serão utilizados para divulgação em reuniões e revistas científicas. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato destes poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa. No caso de eventual problema de saúde (efeito adverso) decorrente da sua participação no teste sensorial, você será encaminhado à Seção Técnica de Saúde (UNAMOS), situado à Rua Cristóvão Colombo, 2285 – Jardim Nazareth – São José do Rio Preto/SP- Telefone (17) 3221.2415 – 3221.2416 – 3221.2485.

Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto, por favor, informe seus dados abaixo e assine este Termo:

Nome: \_\_\_\_\_ RG: \_\_\_\_\_  
Endereço: \_\_\_\_\_ Fone: \_\_\_\_\_  
Email: \_\_\_\_\_

São José do Rio Preto, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016.

\_\_\_\_\_  
Usuário ou responsável legal

\_\_\_\_\_  
Pesquisador responsável

Obs: Termo apresenta duas vias, uma destinada ao usuário ou seu representante e a outra ao pesquisador.

|                                                                                    |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Nome: Franky Soedirlan Resosemito                                                  | Cargo/Função: Doutorando |
| Instituição: Dept. de Engenharia e Tecnologia de Alimentos/IBICE/UNESP             |                          |
| Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265 – Jardim Nazareth – São José do Rio Preto/SP |                          |
| Fone: (17) 32212557                                                                |                          |
| Projeto submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do IBILCE/UNESP.                  |                          |
| São José do Rio Preto – Fone: (17) 32212545/32212384                               |                          |

Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas  
Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos  
Rua Cristóvão Colombo, 2285, Jardim Nazareth, CEP: 15054-000, São José do Rio Preto/SP  
Tel. (17) 3221-2444 Fax. (17)3221-2496 E-mail: [pos@ibilce.unesp.br](mailto:pos@ibilce.unesp.br) [www.ibilce.unesp.br](http://www.ibilce.unesp.br)

### APÊNDICE 03 – Formulário de Teste de Análise Sensorial

Nome: \_\_\_\_\_ Idade \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Você está recebendo uma amostra de tempeh. Por favor, avalie a amostra quanto aos itens apresentados no quadro, utilizando a escala abaixo:

- 9- Gostei muitíssimo
- 8- Gostei muito
- 7- Gostei moderadamente
- 6- Gostei levemente
- 5- Indiferente
- 4- Desgostei levemente
- 3- Desgostei moderadamente
- 2- Desgostei muito
- 1- Desgostei extremamente

Amostra No:

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Aparência             |  |
| Cor                   |  |
| Textura               |  |
| Sabor                 |  |
| Aceitabilidade global |  |

Assinale para esta amostra qual seria sua intenção de compra:

- ( ) Eu certamente compraria esta amostra
- ( ) Eu provavelmente compraria esta amostra
- ( ) Tenho dúvidas se compraria esta amostra
- ( ) Eu provavelmente não compraria esta amostra
- ( ) Eu certamente não compraria esta amostra

## APÊNDICE 04 – Parecer consubstanciado do CEP

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS  
LETRAS E CIÊNCIAS  
EXATAS/CAMPUS DE SÃO



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ANALISE SENSORIAL DE TEMPEH UTILIZANDO GRÃOS DA SOJA E OS TUBERCULOS DA JUNÇA

**Pesquisador:** FRANKY SOEDIRLAN RESOSEMITO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 55294016.9.0000.5466

**Instituição Proponente:** Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas/ Campus de São José do

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.529.324

#### Apresentação do Projeto:

O projeto visa desenvolver bioprocesso para a produção de tempeh pelo método de Fermentação no Estado Sólido (FES) em escala laboratorial utilizando a mistura dos tubérculos da junça com os grãos de soja inoculados com o fungo *Rhizopus oligosporus*. Tempeh é um alimento fermentado de grãos de soja e tem sua origem na Indonésia; tem despertado interesse dentre os alimentos fermentados, devido ao seu valor nutritivo e funções regulatórias do metabolismo. A junção da soja e da junça visa, segundo o pesquisador, obter um produto com boa aceitabilidade sensorial, saudável, nutritivo e de baixo custo, agregando valor ao tempeh, e podendo ser consumido por todos os grupos sócio - econômicos.

O experimento será conduzido no laboratório de Panificação do setor Agroindústria do IFMA Campus São Luis – Maracanã, nos laboratórios de análise em alimentos da UFMA - Campus Bacanga e nos laboratórios da Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos da UNESP – Campus São José do Rio Preto.

Os procedimentos que serão realizados são: elaboração do Tempeh; determinação do pH e temperatura; análise microbiológica; análise sensorial do Tempeh. Esta será realizada nos laboratórios do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos da UNESP – Campus São José do Rio Preto, por meio do teste de aceitação e intenção de compra por 100 julgadores não

**Endereço:** CRISTOVAO COLOMBO 2265

**Bairro:** JARDIM NAZARETH

**CEP:** 15.054-000

**UF:** SP

**Município:** SAO JOSE DO RIO PRETO

**Telefone:** (17)3221-2428

**Fax:** (17)3221-2500

**E-mail:** liliane@ibilce.unesp.br

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
LETRAS E CIÊNCIAS  
EXATAS/CAMPUS DE SÃO



Continuação do Parecer: 1.529.324

treinados.

Serão recrutados para participar como julgadores, alunos/funcionários/docentes do IBILCE/UNESP, os quais serão convidados a participar da pesquisa, sendo instruídos sobre os objetivos e formas de realização da pesquisa. Todos os dados pessoais fornecidos pelos participantes serão mantidos em sigilo, sendo os mesmos identificados apenas como consumidores. Serão excluídos da pesquisa durante recrutamento indivíduos com hipertensão arterial, diabetes, doença celíaca e intolerância a qualquer um dos componentes da formulação, e/ou mais algum problema detectado nessa fase inicial. Os que tiveram interesse e puderam participar da pesquisa assinarão o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O recolhimento do TCLE será feito no momento da análise pelo pesquisador responsável.

**Objetivo da Pesquisa:**

O presente projeto visa desenvolver bioprocessos para a produção de tempeh por Fermentação no Estado Sólido em escala laboratorial e semipiloto, utilizando uma mistura dos grãos de soja e tubérculos da junça com o fungo *Rhizopus oligosporus*.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos são mínimos, pois os produtos experimentados são de consumo comum, além de serem manipulados utilizando-se as Boas Práticas de Manipulação/Fabricação.

Os benefícios são representados pela produção de um alimento altamente nutritivo e de baixo custo, sendo o Tempeh uma excelente fonte de proteína, contendo todos os aminoácidos essenciais, elevado teor de fibra alimentar solúvel, rico em cálcio e isoflavonoides, baixo teor de gordura saturada e alto teor em ácidos graxos essenciais e vitaminas do complexo B.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Considero a pesquisa de elevada relevância, uma vez que tem o objetivo de desenvolver um alimento bastante nutritivo e de baixo custo. Além disso, valoriza a utilização de matérias-primas regionais, sendo que os resultados obtidos poderão favorecer populações economicamente desfavorecidas.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos apresentados estão de acordo com as normas. O TCLE apresenta texto claro e objetivo com as informações sobre a pesquisa, os riscos mínimos, o nome completo do pesquisador responsável, endereço e telefone da Seção Técnica de Saúde para o caso de eventual problema de

**Endereço:** CRISTOVAO COLOMBO 2265

**Bairro:** JARDIM NAZARETH

**CEP:** 15.054-000

**UF:** SP

**Município:** SAO JOSE DO RIO PRETO

**Telefone:** (17)3221-2428

**Fax:** (17)3221-2500

**E-mail:** liliane@ibilce.unesp.br

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
LETRAS E CIÊNCIAS  
EXATAS/CAMPUS DE SÃO



Continuação do Parecer: 1.529.324

saúde, bem como endereço da Instituição onde será realizada a pesquisa.

**Recomendações:**

Não há recomendações

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O Comitê de Ética em Pesquisa, em reunião de 29 de abril de 2016, deliberou, por unanimidade, pela aprovação do presente projeto de pesquisa. Os relatórios parciais devem ser encaminhados semestralmente, a contar desta data.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

| Tipo Documento                                            | Arquivo                                      | Postagem               | Autor                             | Situação |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_690381.pdf | 06/04/2016<br>22:09:15 |                                   | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | projetoTEMPEH.pdf                            | 05/04/2016<br>23:14:51 | FRANKY<br>SOEDIRLAN<br>RESESEMITO | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.pdf                                     | 05/04/2016<br>22:59:43 | FRANKY<br>SOEDIRLAN<br>RESESEMITO | Aceito   |
| Folha de Rosto                                            | folha_de_rosto.pdf                           | 05/04/2016<br>22:57:21 | FRANKY<br>SOEDIRLAN               | Aceito   |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO JOSE DO RIO PRETO, 04 de Maio de 2016

---

**Assinado por:**  
**Monica Abrantes Galindo de Oliveira**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** CRISTOVAO COLOMBO 2265

**Bairro:** JARDIM NAZARETH

**CEP:** 15.054-000

**UF:** SP

**Município:** SAO JOSE DO RIO PRETO

**Telefone:** (17)3221-2428

**Fax:** (17)3221-2500

**E-mail:** liliane@ibilce.unesp.br





## TERMO DE REPRODUÇÃO XEROGRÁFICA

Autorizo a reprodução xerográfica do presente Trabalho de Conclusão, na íntegra ou em partes, para fins de pesquisa.

São José do Rio Preto, \_\_17\_\_ / \_\_08\_\_ / 2017\_\_

Assinatura do autor