

Avaliação das características físicas e sensoriais de tempeh utilizando uma combinação dos grãos de soja e os tubérculos

Evaluation of physical and sensory characteristics of tempeh using a combination of soybeans and tigernut tubers

Franky Soedirlan Resosemito^{1*}, Valdenia Cristina Mendes Mendonça¹, Rachel Torquato Fernandes¹, Renata Laurito Garcia², Vanildo Luiz Del Bianchi²

RESUMO

Tempeh é um alimento fermentado de grãos de soja e tem sua origem na Indonésia principalmente na ilha de Java, o qual 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*. Os parâmetros L*, a* e b* das cores dos tempeh variam respectivamente de 71,70 até 85,07, de 0,99 para 2,33, e de 11,18 até 19,75. A dureza variou de 24,90 a 41,37N; coesividade de 0,32 a 0,49%; elasticidade de 0,41 a 0,45 e mastigabilidade entre 3,39 a 8,57N. Em relação em todos os atributos da avaliação sensorial, o tempeh assado com sal contendo 5% da junça apresentou maior aceitabilidade entre os provadores comparando aos demais tempeh. A adição da junça causou alterações na cor, sabor, aparência e resultaram em tempeh mais duros e menos coesos. Os resultados obtidos neste trabalho indicam viabilidade de produção do tempeh contendo a junça, sob o ponto de vista tecnológico e sensorial, pois a sua aceitação foi satisfatória perante a um público considerável.

Palavras-chave: Tubérculos de junça; Tempeh; Cor instrumental; Textura instrumental; Análise sensorial.

ABSTRACT

Tempeh is a fermented food made from soybeans and has its origin in Indonesia, mainly on the island of Java, which has aroused interest due to its nutritional value and regulatory functions of metabolism. The objective of this work was to prepare tempeh, on a laboratory scale, using tigernut (*Cyperus esculentus*) tubers and soybeans inoculated with the fungus *Rhizopus oligosporus*. The parameters L*, a* and b* of tempeh colors range from 71.70 to 85.07, from 0.99 to 2.33, and from 11.18 to 19.75 respectively. The hardness ranged from 24.90 to 41.37N; cohesiveness from 0.32 to 0.49%; elasticity from 0.41 to 0.45 and chewability from 3.39 to 8.57N. In relation to all attributes of the sensory evaluation, the tempeh roasted with salt containing 5% of the tigernut showed greater acceptability among the panelists compared to the other tempeh. The addition of tigernut caused changes in color, flavor, appearance and resulted in tougher, less cohesive tempeh. The results obtained in this work indicate the feasibility of producing

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão São Luís - Campus Maracanã.

* E-mail: franky.resosemito@ifma.edu.br

² Universidade Estadual de São Paulo.

tempeh containing tigernut, from a technological and sensorial point of view, since its acceptance was satisfactory before a considerable public.

Keywords: tigernut tubers; tempeh; instrumental color; instrumental texture; sensory analysis

INTRODUÇÃO

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.

No Maranhão, o cultivo da junça serve como renda para pequenos agricultores do município de Morros. Devido à falta de interesse e investimento dos governantes, o cultivo e colheita da 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 o cancro do cólon, 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 agregar valor a junça, foram elaborados tempeh de várias proporções de grãos de soja e os tubérculos da junça. Este trabalho visou desenvolver o tempeh em escala laboratorial utilizando a mistura dos grãos de soja e os tubérculos de junça, inoculados com o fungo *Rhizopus oligosporus*, e analisar respectivamente a cor instrumental e a textura instrumental dos tempeh frescos, e avaliação sensorial dos tempeh elaborados.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Química e Microbiologia do IFMA São Luís – Campus Maracanã, e no Laboratório de Bioprocessos do Departamento de Engenharia e Ciência em Alimentos do IBILCE-UNESP Campus São José do Rio Preto. Os tubérculos de junça (Figura 1) foram obtidos no município de Morros (101,28 Km de São Luís) ao atingir o seu pleno desenvolvimento até sua utilização.

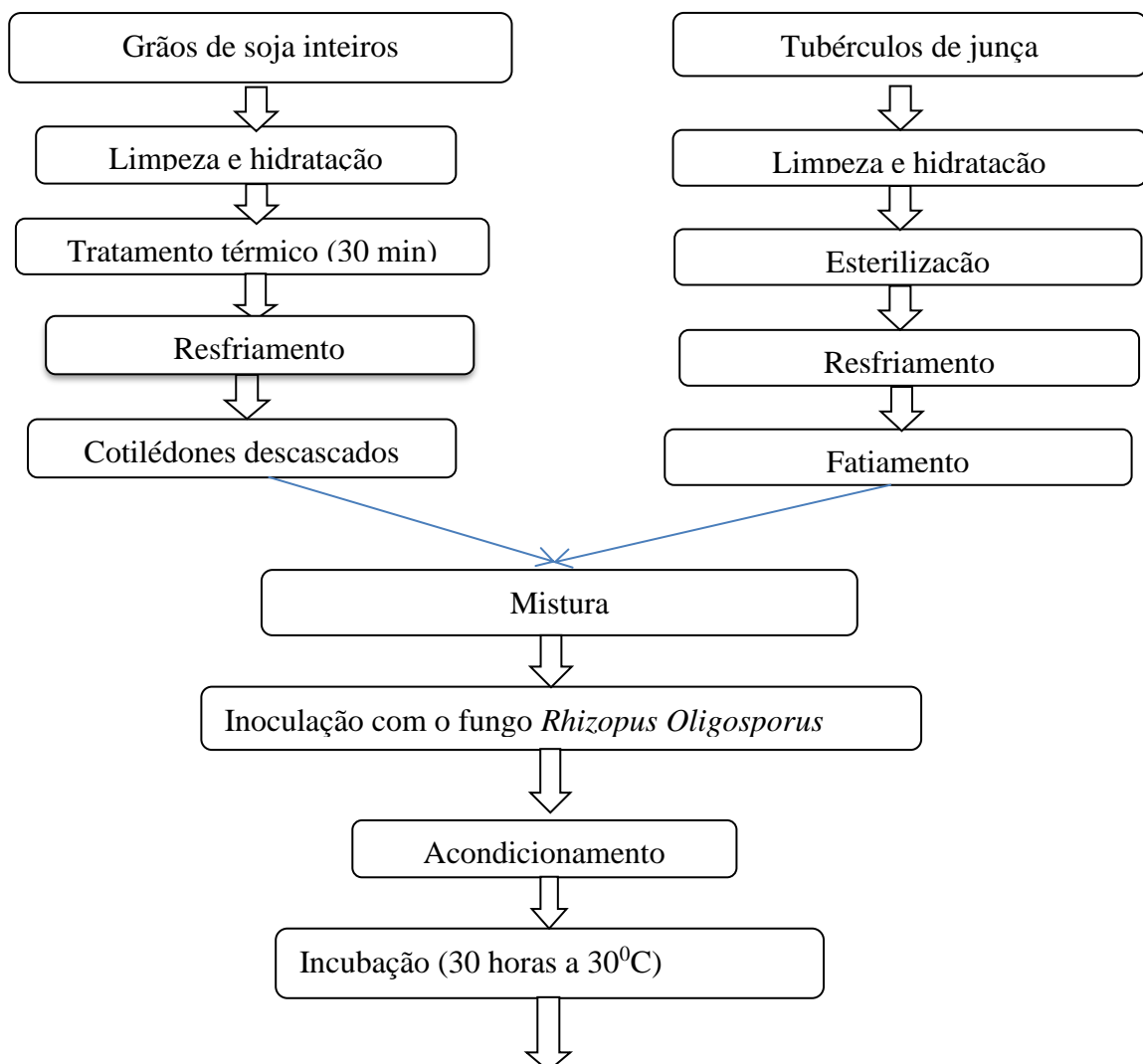
Figura 1 - A planta junça (*Cyperus esculentus*)



Fonte: MATOS *et al.*, 2008

O tempêh foi elaborado conforme metodologia descrita por Babu *et al.* (2009), Leite (2013) e Cruz (2014) com modificações, seguindo a fluxograma da Figura 2.

Figura 2 – Método utilizado na produção do tempêh com a combinação dos grãos de soja e os tubérculos de junça



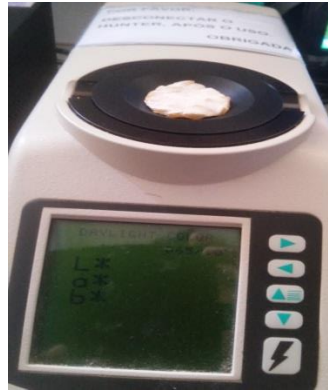
Tempeh fresco

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, pois 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). A retirada da casca 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. Porções de 100 gramas da mistura dos cotilédones de soja e fatias dos tubérculos de junça hidratadas e esterilizadas foram utilizadas para processar cada amostra de tempeh. A mistura dos cotilédones cozidos e as fatias dos tubérculos de junça foram inoculados com esporos do fungo *Rhizopus oligosporus* na proporção de 1000:1 (soja/fungo). Os cotilédones inoculados foram acondicionados nas placas de Petri coberta com filme plástica 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.

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 3).

Figura 3 - Espectrofotômetro de bancada para análise de cor.

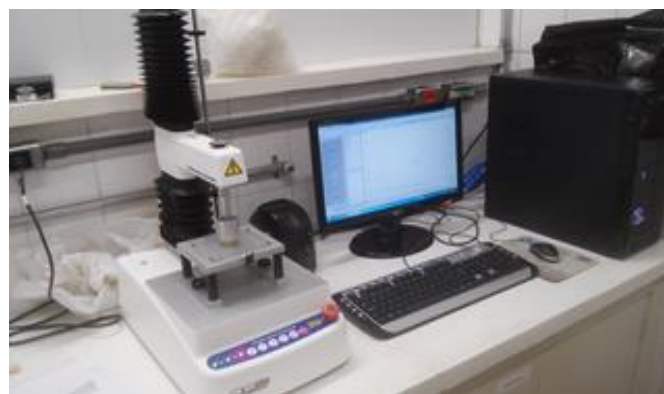


Fonte: o Autor

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^*).

Com o intuito de avaliar o efeito da adição dos tubérculos de junça sobre a textura de tempeh fresco, foi realizada a análise de perfil de textura (TPA), utilizando-se o texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, Inglaterra).

Figura 4 – Analisador de Textura TAXT2 durante teste de dupla compressão em amostra 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 tempêh 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/cm². 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.

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 “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto e no Laboratório de Análise Sensorial do IFMA São Luis – Campus Maracanã.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado. 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).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise da cor instrumental dos tempêh in natura está apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Análise de cor dos tempêh in natura contendo respectivamente 0, 5, 10 e 15% dos tubérculos de junças

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

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 Croma.

Os tempêh contendo os tubérculos de junça tem cor escuro devido à redução do parâmetro L* (claridade). O parâmetro L* variou de 71,70 para o tempêh in natura sem os tubérculos de junça até 85,07 para o tempêh com 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. 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 (2005), os maiores valores positivos de a* (desvio para o vermelho) indicam coloração mais escura. Também se constatou aumento do parâmetro b*, de 11,18 para o tempêh sem os tubérculos de junça até 19,75 para o tempêh com a junça, proporcionando amostras mais escuras. Valores positivos altos para b* traduzem amostras com forte coloração amarela ou dourada. Constata-se que as variações dos parâmetros L* e b*, do ângulo Hue e da cromaticidade, foram todas significativas. Houve também a redução do valor da cromaticidade (C*), que representa a intensidade de cor, cuja variação foi de cores mais vívidas para cores mais neutras. O ângulo Hue (h*) demonstrou uma tendência do amarelo para o alaranjado. Observou-se que a fatias de junça é mais escura, enquanto os cotilédones de soja são mais claras e assemelham-se quanto à luminosidade (Figura 5).

Figura 5 – Os tempêh com respectivamente 0, 5, 10 e 15% de junça

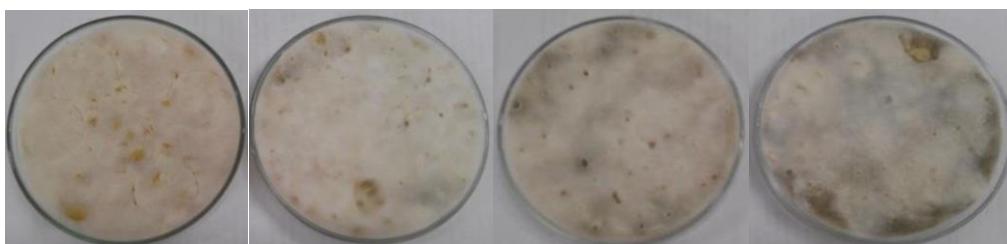


Foto: o Autor

Os valores dos parâmetros de textura instrumental para as amostras dos tempêh encontram-se dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Perfil de textura instrumental (dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade) dos tempeh contendo os tubérculos da junça e sua comparação com a formulação-controle (FC).

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

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 ou tempeh 0% junça; 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 dureza do tempeh é uma indicativa da firmeza do alimento, sendo uma propriedade sensorial definida como a força necessária para comprimir o alimento entre os dentes molares, e instrumentalmente, como a força requerida para causar uma determinada deformação (DUTCOSKY, 1996). A firmeza relaciona-se a força aplicada para ocasionar uma deformação ou rompimento da amostra e correlaciona-se à mordida humana durante a ingestão de alimentos. A dureza dos tempeh analisados apresentou valores entre 24,90 e 41,37 N. 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 presente 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 tremoço. 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 tempêh pode ser deformado antes da ruptura, e apresentou um comportamento crescente, aumentando com a adição de junça no tempêh. Houve diferença significativa na coesividade nos tempêh analisados e acredita-se que a variabilidade da coesividade, seja proveniente da presença de junça e da irregularidade da casca dos tempêh 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 tempêh revelando assim que a adição de junça não afetou a elasticidade do tempêh. Embora tenha havido um pequeno aumento na elasticidade dos tempêh com a adição de junça. O tempêh 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 tempêh 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 a sua mastigação.

Para a análise sensorial foram determinados o tempêh sem a junça e o tempêh 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 3 mostra a distribuição de frequência dos provadores dos tempêh sem a junça e os tempêh contendo a junça, segundo faixa etária e sexo.

Tabela 3 - Distribuição de frequência dos provadores do tempêh de acordo com faixa etária e sexo

Faixa etária (anos)	Sexo		Total
	Feminino (%)	Masculino (%)	
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 tempêh, além disso, eram provadores não treinados, representando pessoas selecionadas aleatoriamente.

Na Tabela 4, são apresentadas as médias e os desvios padrões por atributos da análise sensorial dos tempêh com 0 e 5% de junça respectivamente cru, assado e assado com sal.

Tabela 4 - Médias e desvio padrões por atributos da análise sensorial dos tempêh 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 ^b	6,60 ± 1,12 ^b	6,22 ± 1,21 ^b	5,93 ± 1,17 ^b	5,68 ± 1,32 ^b	6,20 ± 1,10 ^a
B	6,30 ± 1,20 ^b	6,48 ± 1,17 ^b	6,40 ± 1,14 ^b	6,33 ± 1,28 ^{ab}	6,05 ± 1,28 ^{ab}	6,31 ± 1,20 ^a
C	6,72 ± 1,16 ^a	6,96 ± 1,07 ^a	6,73 ± 1,02 ^a	6,50 ± 1,13 ^{ab}	6,64 ± 1,05 ^a	6,71 ± 0,87 ^a
D	6,44 ± 1,05 ^b	6,63 ± 0,99 ^b	6,63 ± 0,95 ^b	6,09 ± 1,15 ^b	5,74 ± 1,25 ^b	6,23 ± 1,04 ^a
E	6,76 ± 1,02 ^a	6,58 ± 0,85 ^b	6,50 ± 0,83 ^b	6,43 ± 1,02 ^{ab}	6,29 ± 0,92 ^{ab}	6,44 ± 0,75 ^a
F	7,29 ± 0,84 ^a	7,11 ± 1,01 ^a	7,02 ± 0,89 ^a	6,78 ± 0,97 ^a	6,96 ± 0,96 ^a	6,80 ± 0,85 ^a

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

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

Em relação em todos os atributos da avaliação sensorial, o tempêh 5% junça assado com sal apresentou maior aceitabilidade entre os provadores em relação aos demais tempêh. Para os atributos aparência e a cor, é possível que o tempêh sem a junça não tenha alcançado notas maiores que os tempêh com a junça, por apresentar-se visualmente mais mole e branca que os demais, possivelmente devido à intensa formação dos micélios do fungo *Rhizopus oligosporus*. Os tempêh cru sem a junça tem a textura

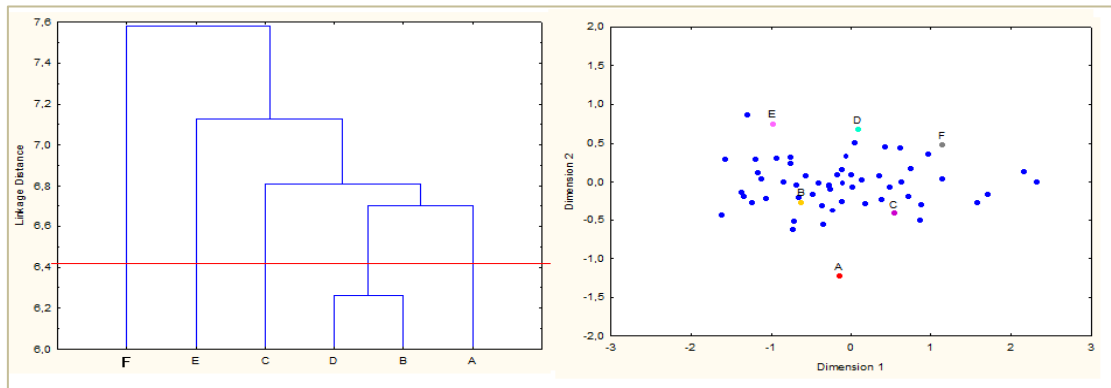
branca, elástico e aroma de cogumelo. Embora os tempeh sem a junça respectivamente cru e assado, tenha apresentado boas notas, estas, em sua maioria, foram menores que as notas dos tempeh com a junça, atribuindo estes resultados não só à melhor aparência, como também à textura mais crocante, quando comparado 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 positivo a aceitabilidade do aroma dos tempeh enriquecido 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 localizados 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 diferencia significativa nos atributos da cor, textura, aroma e sabor da mistura dos tempeh elaborados com os sementes descascados da melancia e os cotilédones de soja em comparação com os tempeh de soja. O tempeh assado contendo 5% dos tubérculos de junça apresentou os maiores notas em todos os atributos de análise sensorial avaliados.

As figuras 6 a 11 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 6), 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. É possível observar no mapa de preferência interna, 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 exhibe também provadores muito distantes de todos os tempêh, o que aponta que estes provadores atribuíram notas baixas para todas as amostras, não preferindo nenhuma.

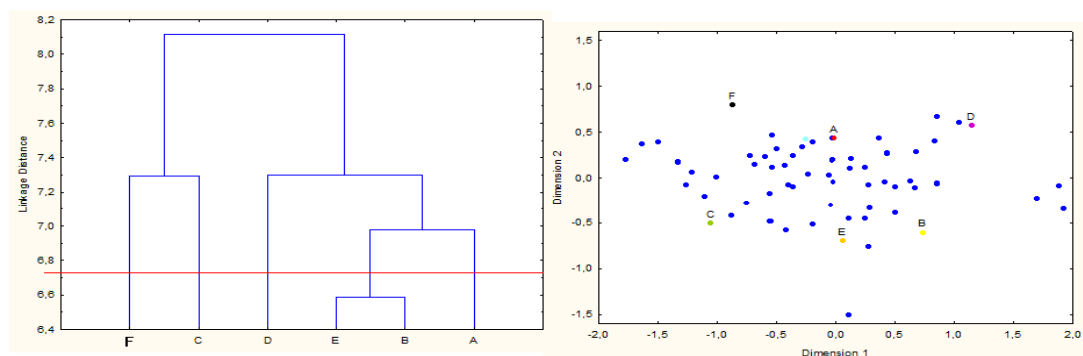
Figura 6 - Dendograma e mapa de preferência interno do atributo aparência



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

Nota-se em relação ao atributo cor (Figura 7), também a presença de cinco grupos de tempêh, sendo quatro grupos isolados de tempêh (tempêh 0% junça cru, tempêh 0% junça assado com sal, tempêh 5% junça cru, tempêh 5% junça assado com sal) e um grupo formado pelo tempêh 0% junça assado e tempêh 5% junça assado. No mapa de preferência interno deste atributo, é possível observar que apesar da dispersão dos pontos, há uma pequena concentração de provadores ao redor das amostras do tempêh 0% junça assado e do tempêh 5% junça assado, indicando a preferência pela cor das amostras deste grupo. Os pontos afastados na mapa indicam provadores que não aceitaram nenhuma das amostras.

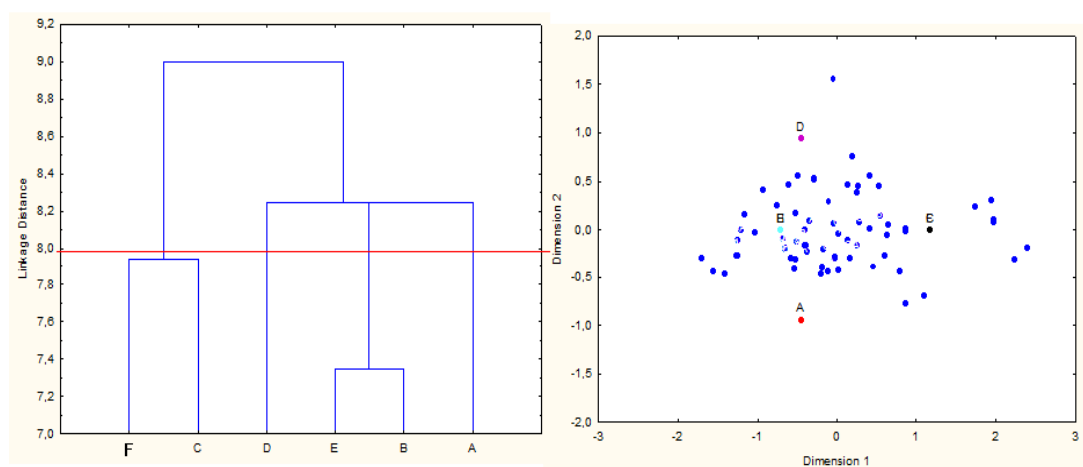
Figura 7 - Dendograma e mapa de preferência interno do atributo cor



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 8), 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. Verifica-se no mapa de preferencia interno do atributo aroma 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.

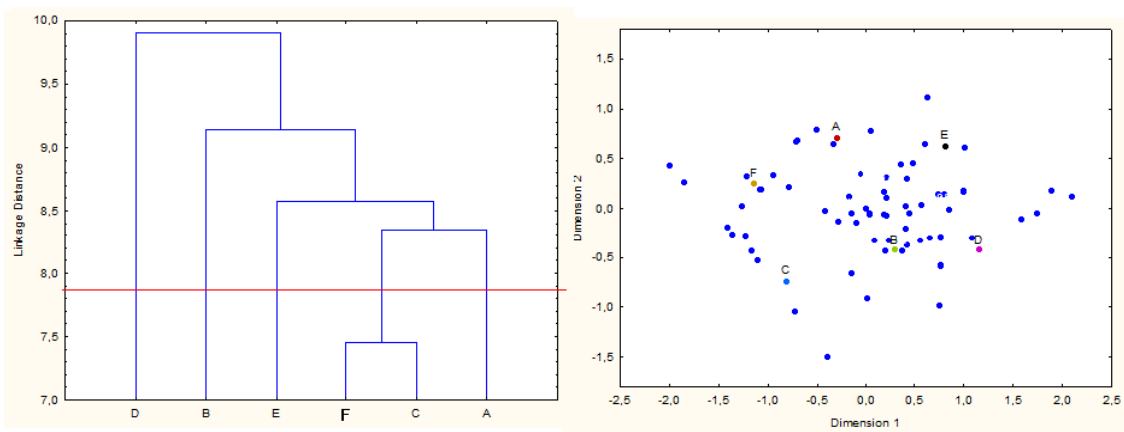
Figura 8 - Dendograma e mapa de preferencia interno do atributo aroma



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 9), observa-se que os tempêh assados com sal formam um único grupo em função da preferência dos provadores. Os demais tempêh formam grupos isolados. O mapa de preferência interno do atributo textura mostra uma semelhança na concentração de provadores em torno do tempêh 0% junça assado e em torno do tempêh 5% junça assado em relação aos demais produtos no quesito textura.

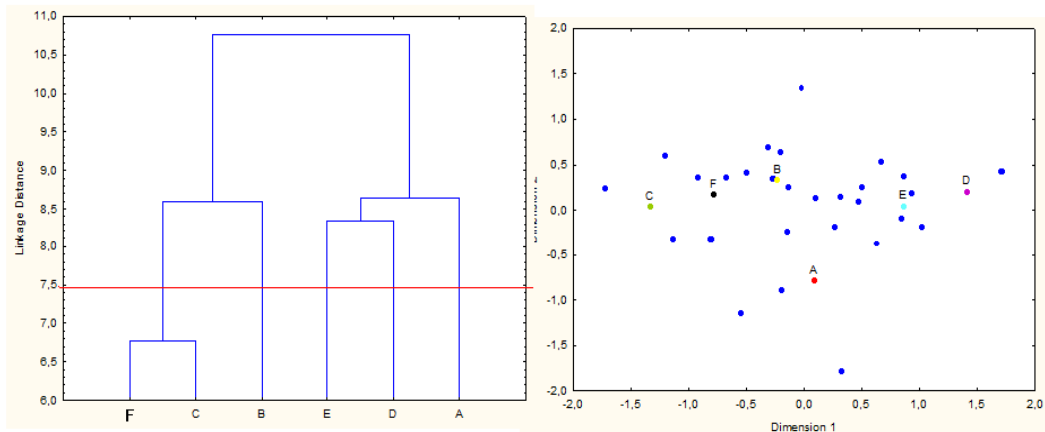
Figura 9 – Dendograma e mapa de preferência interno do atributo textura



Sendo A-Tempêh 0% junça crua; B – Tempêh 0% junça assada; C – Tempêh 0% junça assada com sal; D - Tempêh 5% junça crua; E – Tempêh 5% junça assada; Tempêh 5% junça assada com sal

Para o atributo sabor (Figura 10), nota-se a formação de cinco grupos de tempêh. De maneira similar ao atributo textura, observam-se novamente as amostras dos tempêh assados com sal em um único grupo indicando que houve aceitação semelhante quanto ao sabor. Os demais tempêh formam grupos distintos. A concentração relativo de provadores ao redor destas amostras indica que são preferidas em relação aos demais produtos analisados. Essa preferência é influenciada pelo o gosto salgado, e a dureza dos referidos tempêh.

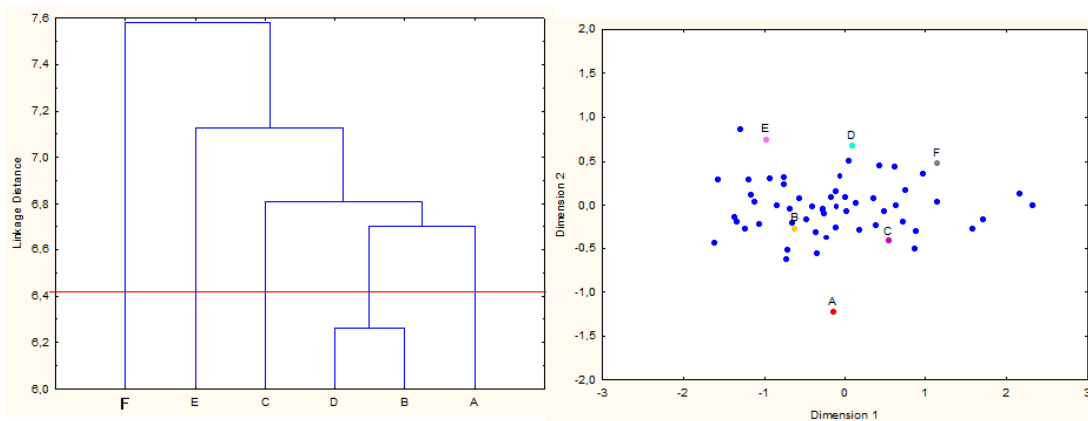
Figura 10 – Dendograma e mapa de preferência interno do atributo sabor



Sendo A-Tempeh 0% junça crua; B – Tempeh 0% junça assada; C – Tempeh 0% junça assada com sal; D - Tempeh 5% junça crua; E – Tempeh 5% junça assada; Tempeh 5% junça assada com sal

Para o atributo aceitação global (Figura 11), 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. A maior concentração de provadores ao redor das amostras dos tempeh assado indica que são preferidos em relação aos demais produtos analisados. Isto, pode ser influenciado pelo conjunto da aparência, textura, aroma e sabor sendo os referidos tempeh tenham os maiores aceitação.

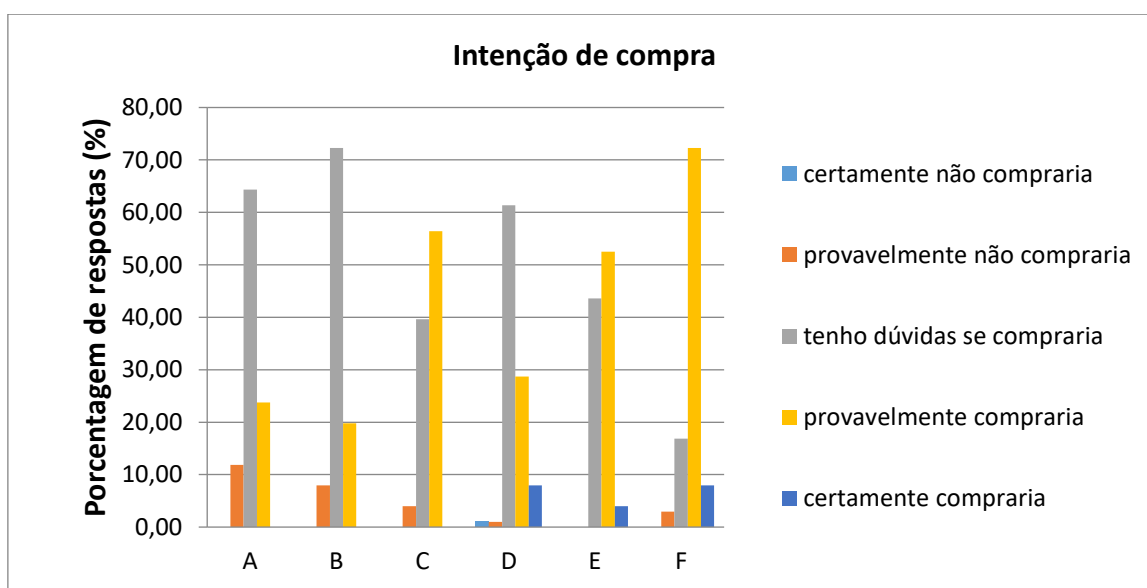
Figura 11 – Dendograma e mapa de preferência interno da aceitação global



Sendo A-Tempeh 0% junça crua; B – Tempeh 0% junça assada; C – Tempeh 0% junça assada com sal; D - Tempeh 5% junça crua; E – Tempeh 5% junça assada; Tempeh 5% junça assada com sal

A intenção de compra dos tempêh é demonstrada na Figura 12. A Figura 12 mostra que a maioria dos provadores provavelmente compraria os tempêh, porém com destaque o tempêh contendo 5% de junça assado com sal, seguido do tempêh sem a junça assado com sal, e o tempêh com 5% da junça assado. Observou-se uma maior indecisão de compra para o tempêh sem a junça assado, seguidos dos tempêh sem a junça cru.

Figura 12 - Distribuição de frequência para a intenção de compra dos tempêh



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

Na tabela 5 é apresentada a frequência das notas positivas da aceitação sensorial dos atributos dos tempêh analisados.

Tabela 5 - 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 podem ser usados 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.

CONCLUSÃO

A adição da junça causou alterações na cor, textura, sabor, aparência e resultaram em tempeh mais duros e menos coesos. Os resultados obtidos neste trabalho indicam viabilidade de produção do tempeh contendo os tubérculos de junça, sob o ponto de vista tecnológico, e sensorial, pois a sua aceitação foi satisfatória perante a um público considerável. 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 de oriundas da organização dos empreendedores da agricultura familiar.

REFERÊNCIAS

- 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. Tigernut Processing: Its Food uses and Health Benefits. **American Journal of Food Technology**, v. 6, p. 197-201, 2011.
- ALLOUH, M. Z.; DARADKA, H. M.; GHADA, J. H. A. Influence of Cyperus esculentus tubers (Tiger Nut) on male rat copulatory behavior. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 15, n. 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.
- BABU, P. D.; BHAKYARAJ, R.; VIDHYALAKSHMI, R. A low cost nutritious food “tempeh”- a review. **World J. Dairy & Food Sci.**, 4 (1): 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.
- 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, 2009.
- 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.
- DUTCOSKY, S.D. Análise sensorial de alimentos. 1º edição. Curitiba: Champagnat, 1996.
- 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.

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.

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.

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

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, 2009.

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.**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 124-129, 2008.

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.

NOUT, R. M. J.; KIERS, J. L. Tempe fermentation, innovation and functionality: Update into the 3rd millenium. **Journal of Applied Microbiology**, v. 98, p. 789 – 805, 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 Teknologikal Dan Industri Pangan**, v. 24, n. 2, 2013.

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

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

Recebido em: 30/04/2022

Aprovado em: 25/05/2022

Publicado em: 01/06/2022