

Características nutricionais, tecnológicas e sensoriais de *fishburger* de tilápia com adição de farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)

RESUMO

Produtos de tilápia com enriquecimento nutricional são alternativas para aumentar o consumo de pescado no Brasil. Neste contexto, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar os efeitos da adição de farinha da batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*) nas características nutricionais, tecnológicas e sensoriais de *fishburger* de tilápia. Três formulações de *fishburger* foram elaboradas, FC, F1 e F2 com 0, 1,5 e 3 % de farinha de yacon, respectivamente. Inicialmente foi realizada a caracterização físico-química da farinha, a qual apresentou alto conteúdo de fibra alimentar total (~10 %) e carboidratos totais (~75 %), além de elevada solubilidade em água (~59 %). As formulações de *fishburgers* apresentaram alto teor de umidade (~74 %) e proteínas (~13 %). Todas as formulações tiveram boa aceitação sensorial e intenção de compra. Não houve diferença na cor instrumental dos *fishburgers* crus e assados, exceto para a F2 crua que apresentou coloração mais escura (menor L*) devido à maior concentração de farinha de yacon. As formulações não apresentaram diferença no rendimento de cocção, redução de espessura, redução de diâmetro e retenção de umidade. Entretanto, para retenção de lipídios (%RL), os *fishburgers* com yacon tiveram maior %RL. Adicionalmente, quanto maior a adição de yacon, menor a capacidade de retenção de água. Embora a farinha de yacon não tenha melhorado as características tecnológicas dos *fishburgers*, exceto para a %RL, a mesma não afetou a aceitação sensorial contribuindo assim para o desenvolvimento de um produto a base de tilápia com benefícios nutricionais devido à fibra alimentar presente no yacon.

PALAVRAS-CHAVE: *Oreochromis sp.*. Fibra alimentar. Análise sensorial.

Natiéli Zitkoski

natieli.zitkoski@hotmail.com
orcid.org/0000-0002-8597-823X
Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil.

Thainara Amanda Duarte Vendruscolo

thainaravendruscolo@gmail.com
orcid.org/0000-0002-8732-6526
Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil.

Mayara Kuasnei

mayara_kuasnei@hotmail.com
orcid.org/0000-0002-3753-1134
Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil.

Vânia Zanella Pinto

vania.pinto@uffs.edu.br
orcid.org/0000-0002-7081-5446
Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil.

Eduarda Molardi Bainy

eduarda.bainy@uffs.edu.br
orcid.org/0000-0002-0907-2452
Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

Entidades norte-americanas recomendam o consumo de 2 a 3 porções (227 a 340 g) de pescado por semana (U.S. HHS e USDA, 2015; FDA, 2017), totalizando 12 kg de pescado por ano. Essa orientação está de acordo com o relatório da Organização Mundial de Saúde (OMS) de 2007 que recomenda o consumo de 12 Kg de pescado ao ano por pessoa (OMS, 2007),-devido ao alto valor nutricional dessa matéria-prima (MENEGASSI, 2011). Segundo o Boletim de pesca e aquicultura (BRASIL, 2012), o consumo de peixes no Brasil é de aproximadamente 10 Kg, sendo abaixo do recomendado pela OMS.

Esse cenário ocorre pelo desconhecimento da importância nutricional da carne de pescado na alimentação (BORDIGNON et al., 2010). Adicionalmente, a falta de hábito, o custo elevado e a baixa variedade de produtos de fácil preparo são fatores que corroboram para o baixo consumo de pescado pelos consumidores brasileiros (BAINY et al., 2015a). Com isso, a elaboração de novos produtos de pescado surge como uma possibilidade de aumentar o consumo através da ampliação das opções disponíveis de escolha para o consumidor (BORDIGNON et al., 2010).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie de peixe apreciada pela carne branca e sabor suave. No processo de filetagem da tilápia é gerado o filé, sendo que esse processo possui um baixo rendimento (~30%) e produz uma quantidade elevada de resíduos (BOSCOLO e FEIDEN, 2007), como a carcaça e as aparas do filé. As aparas são obtidas a partir de um corte em “V” realizado para retirar as espinhas do filé (BORDIGNON et al., 2010). A carcaça e as aparas do corte em “V” são matérias-primas que podem ser utilizadas para a produção da carne mecanicamente separada (CMS) e possuem elevado valor nutricional (MUZZOLON et al., 2018). A CMS pode ser empregada na elaboração de diversos produtos, como *fishburgers*, empanados, embutidos, entre outros (BOSCOLO e FEIDEN, 2007; MESSIAS et al., 2016; DELFINO et al., 2017).

Os padrões de consumo de produtos alimentícios estão em constantes mudanças e os consumidores estão interessados em alimentos que sejam bons ao paladar e proporcionem algum benefício à saúde, como os alimentos funcionais (BARBOSA et al., 2010). Com isso, surge a necessidade de adição de

ingredientes funcionais aos alimentos tradicionais, visando o enriquecimento nutricional.

A batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma raiz de origem andina sendo fonte de frutooligossacarídeos e inulina que são considerados prebióticos e atuam como fibra alimentar solúvel (GRAEFE et al., 2004). Fibras alimentares possuem diversas propriedades funcionais e vários estudos relataram os benefícios da adição em produtos cárneos para melhorar características nutricionais, tecnológicas e mantendo as características sensoriais dos alimentos (BISWAS et al., 2011; MEHTA et al., 2015; HAN e BERTRAM, 2017).

A adição de fibras alimentares em produtos cárneos aumenta a capacidade de retenção de água, estabiliza emulsões, reduz as perdas na cocção, aumenta o rendimento dos produtos, além de possuir sabor neutro e valor nutricional (BISWAS et al., 2011). Além disso, as fibras alimentares possuem outras funções tecnológicas, contribuindo nos parâmetros de textura, sem afetar as propriedades sensoriais do produto final (HAN e BERTRAM, 2017), e promove a redução dos custos de produção (MEHTA et al., 2015).

A farinha de yacon se apresenta como um ingrediente alternativo para adição de fibras, visto que essa matéria-prima armazena os carboidratos na forma de frutanos e não na forma de amido, como a maioria dos tubérculos (CONTADO et al., 2015).

Trabalhos anteriores avaliaram a adição do yacon em produtos cárneos, como o de Contado et al. (2015) e Teixeira (2011) que desenvolveram formulações de apresuntado de carne suína com adição de yacon. A adição da farinha de yacon resultou em um apresuntado com menor teor de sódio e melhores atributos de textura (CONTADO et al., 2015) e com adição de fibras e frutooligossacarídeos (TEIXEIRA, 2011). Entretanto, não foi verificada na literatura a utilização de yacon em produtos como *fishburgers*. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da adição da farinha de batata yacon em *fishburger* de tilápia, quanto às características físico-químicas, tecnológicas e sensoriais do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

ELABORAÇÃO DA FARINHA DE YACON

As batatas yacon (6,6 kg) foram adquiridas no mercado municipal de Curitiba/PR. Para obtenção da farinha de yacon seguiu-se a metodologia proposta por Padilha et al. (2010), com modificações. As raízes de yacon foram lavadas em água corrente, selecionadas, sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio (100 ppm) por 10 min e enxaguadas. Em seguida, o yacon foi cortado em fatias de 2 cm de espessura em solução de 1,0 % de ácido ascórbico para evitar o escurecimento enzimático durante a etapa de corte, segundo recomendação de Teixeira (2011) com modificação. Após drenagem da solução, as fatias foram secas em estufa de circulação e renovação de ar (AmericanLab, mod. AL 102-480, Charqueada, SP) a 50 °C, até umidade final de 9,7 %. Posteriormente, as fatias desidratadas foram moídas em moinho de bolas (Marconi, mod. MA 350, Piracicaba, SP). O rendimento da farinha de yacon foi de aproximadamente 9,0 %. A farinha de yacon foi armazenada a -18 °C, em embalagem de polietileno de baixa densidade e acondicionadas dentro de uma embalagem de polietileno de alta densidade com vedação.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DE YACON

A composição centesimal, atividade de água (Aw), pH e solubilidade em água foram determinados para caracterizar a farinha de yacon. A umidade foi determinada por secagem direta em estufa a 105 °C, até peso constante da amostra. A determinação de cinzas foi realizada por incineração a 550-570 °C. Os lipídios foram extraídos em aparato de Soxhlet utilizando éter de petróleo como solvente e as proteínas pelo método de Kjeldahl. Utilizou-se o fator de conversão 5,75 para obtenção da quantidade de proteínas de origem vegetal, conforme orientação da legislação brasileira (BRASIL, 2003). A fibra alimentar total e carboidratos totais foram determinados pelo método enzimático-gravimétrico e por diferença, respectivamente. Carboidratos totais (%) = 100 - (% umidade + % cinzas + % lipídeos + % proteínas + % fibras). O pH e Aw foram obtidos por leitura direta em medidor de pH de bancada (HANNA instruments, mod. HI2221,

Tamboré, SP) e um analisador de Aw (Novasina, mod. CH8863, Suíça), respectivamente. Para o pH, realizou-se a medida em uma suspensão de 10 g de farinha em 100 mL de água destilada (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). A solubilidade em água foi determinada na temperatura de 90 °C, conforme método descrito por Leach et al. (1959). A determinação foi realizada a partir da suspensão de aproximadamente 1 g da amostra em 50 mL de água aquecida a 50 °C. Após 30 min de aquecimento em banho maria a 90 °C, as amostras foram resfriados à temperatura ambiente e centrifugados a 1000 g por 20 min. Para quantificar a fração solúvel, presente na farinha, o sobrenadante foi coletado e seco em estufa a 105 °C até peso constante. A solubilidade foi calculada pela relação da massa solúvel e a massa inicial do agente de liga, expressa em porcentagem. Essa análise também foi realizada para o amido de milho utilizado na formulação controle de *fishburger* para fins de comparação com a farinha de yacon. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

ELABORAÇÃO DO *FISHBURGER*

Para a produção das formulações de *fishburger* foi utilizada carne mecanicamente separada (CMS) das aparas do corte em “V” (CMS-V) e da carcaça (CMS-C), ambas provenientes da filetagem da tilápia. Os blocos de 2 kg de CMS congelados foram doados pelo frigorífico Tilápia Brazilian da região oeste do Paraná. As matérias-primas foram descongeladas em temperatura de refrigeração a 4 °C por 12 h. As duas CMS apresentaram diferenças significativas na composição centesimal, exceto para cinzas, conforme relatado no trabalho prévio dos pesquisadores (Muzzolon et al., 2016). A CMS-V possuía 79,3% umidade, 4,0% lipídios, 14,5% de proteínas. E a CMS-C apresentou 73,4% umidade, 16,2% lipídios, 8,3% de proteínas. Ambas tinham 0,9% de cinzas. Com as matérias-primas de tilápia foram elaboradas três formulações, a formulação controle (FC com 0 % de farinha de yacon), formulação 1 (F1 com 1,5 % de farinha de yacon) e formulação 2 (F2 com 3 % de farinha de yacon), descritas na Tabela 1.

Tabela 1 -Formulações dos *fishburgers* com adição de farinha de yacon.

Ingredientes	FC (%)	F1 (%)	F2 (%)
CMS do corte em “V”	70	70	70
CMS da carcaça	30	30	30
Sal *	1,0	1,0	1,0
Temperos *	2,0	2,0	2,0
Gelo moído *	2,5	2,5	2,5
Amido de milho *	3,0	1,5	0,0
Farinha de yacon *	0,0	1,5	3,0

* A porcentagem dos ingredientes é com base na porcentagem total de CMS.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A formulação controle (FC) e a metodologia de produção do *fishburger* foram baseadas no trabalho de Messias et al. (2016) e Muzzolon et al. (2018), com modificações. A farinha de yacon substituiu o amido de milho nas formulações F1 e F2. Inicialmente procedeu-se a homogeneização da CMS das aparas do corte em “V” e da CMS de carcaça em um misturador tipo *cutter* (CUT.4, METVISA, Brusque, SC). Na sequência os demais ingredientes foram incorporados à massa e homogeneizados no *cutter* para formação da emulsão cárnea. A massa permaneceu em temperatura de refrigeração a 4 °C por 20 min para facilitar a próxima etapa de moldagem. Em seguida, 30 g de amostra foi medida e moldada utilizando modelador de hambúrguer de aço inox de 7 cm de diâmetro. Os *fishburgers* foram embalados em filmes de polietileno de baixa densidade. Por fim, os produtos foram assados em forno combinado (Prática Technicook, Pouso Alegre, MG) com convecção forçada de ar na função ar quente a temperatura de 180 °C por 7 min, até atingir a temperatura final de 75 °C no centro geométrico do produto monitorada com um termômetro digital tipo espeto.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS *FISHBURGERS*

A determinação da umidade, cinzas, proteínas, pH e A_w seguiu a mesma metodologia previamente descrita para caracterização da farinha de yacon. Utilizou-se o fator de conversão geral 6,25 para obtenção da quantidade de proteínas, recomendado para produtos cárneos pela legislação brasileira (BRASIL, 2003). Os lipídios foram determinados pelo método de Bligh-Dyer (BLIGH e DYER, 1959). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

ANÁLISE SENSORIAL DOS FISHBURGERS

A análise sensorial foi realizada utilizando testes de aceitação e de intenção de compra, previamente aprovada pelo Comitê de Ética de Pesquisa com Seres Humanos (CEP/SH) da Universidade Federal da Fronteira Sul (CAAE: 53646116.4.0000.5564). Para o teste de aceitação utilizou-se escala hedônica de nove pontos para os atributos cor, odor, sabor, textura e impressão global, em que 1 representava desgostei muitíssimo e 9 gostei muitíssimo. Para intenção de compra, utilizou-se escala hedônica de 5 pontos, em que 1 representava, certamente não compraria e 5 certamente compraria. Recrutou-se 80 avaliadores não treinados, de ambos os gêneros, consumidores de pescado, dentre discentes e servidores da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Laranjeiras do Sul/PR. As amostras (15 g de cada porção) foram servidas de forma monádica (uma amostra por vez), em pratos plásticos com codificação de 3 dígitos aleatórios, previamente armazenadas em estufa a 60 °C e distribuídas de forma aleatória entre os participantes. Os avaliadores foram orientados a realizar o enxágue da boca com água mineral a temperatura ambiente entre as amostras.

ANÁLISE DE COR DOS FISHBURGERS

A análise de cor foi realizada na superfície de cada *fishburger* cru e assado (8 repetições por formulação) com auxílio de colorímetro portátil (Konica Minolta Optics, mod. Chroma Meter CR-400/410, Japão), calibrado em placa de porcelana branca. O diagrama de espaço de cores CIE L*C*h foi utilizado e os parâmetros foram obtidos automaticamente. L* corresponde à medida de luminosidade, sendo L* = 0 (preto) e L* = 100 (branco). O croma representa a expressão da intensidade da cor que varia na direção radial, representando a pureza de uma cor com relação ao cinza. O ângulo de tonalidade ou ângulo hue ($0^\circ \leq h^\circ \leq 360^\circ$) é a cor observável que varia na direção angular representando as diferentes cores existentes.

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DOS *FISHBURGERS*

Perda de Água por Centrifugação

A perda de água por centrifugação (%PAC) (do inglês *expressible water*) foi determinada conforme Ramírez et al. (2002). Pesou-se 2 g de amostra assada (6 amostras/formulação) e colocou-se sob duas camadas de papel filtro. Em seguida, realizou-se a centrifugação (HERMLE, mod. D78564, Alemanha) a 1500 g por 5 min e a massa da amostra foi novamente medida após a centrifugação. A %PAC foi determinada com base na Equação (1).

$$\%PAC = \frac{\text{massa inicial} - \text{massa final}}{\text{massa inicial}} * 100 \quad (1)$$

Rendimento de Cocção

O rendimento na cocção (%RC) foi determinado como descrito por Berry (1992). Cada *fishburger* (8 amostras/formulação) foi pesado antes e depois do assamento. O %RC foi calculado utilizando a Equação (2)

$$\%RC = \frac{\text{massa amostra assada}}{\text{massa amostra crua}} * 100 \quad (2)$$

Redução de Diâmetro

O diâmetro (D) foi determinado através de duas medidas para cada *fishburger* (8 amostras/formulação) utilizando um paquímetro digital, conforme descrito por Berry (1992). A porcentagem de redução de diâmetro (%RD) foi determinada conforme Equação (3).

$$\%RD = \frac{D \text{ amostra crua} - D \text{ amostra assada}}{D \text{ amostra crua}} * 100 \quad (3)$$

Redução de Espessura

A espessura foi determinada através de quatro medidas de espessura (E) para cada *fishburger* (8 amostras/formulação) utilizando um paquímetro digital,

segundo descrito por Berry (1992). A porcentagem de redução de espessura (%RE) foi determinada conforme Equação (4).

$$\%RE = \frac{E \text{ amostra crua} - E \text{ amostra assada}}{E \text{ amostra crua}} * 100 \quad (4)$$

Retenção de Lipídios e Umidade

A retenção de lipídios e umidade foram determinadas com base na metodologia de Aleson-Carbonel et al. (2005), nas amostras (3 amostras/formulação) cruas e cozidas. A retenção de lipídios (%RL) e a retenção de umidade (%RU) foram calculadas pelas equações (5) e (6), respectivamente.

$$\%RL = \frac{\text{massa amostra assada} * \% \text{ lipídios na amostra assada}}{\text{massa amostra crua} * \% \text{ lipídios na amostra crua}} * 100 \quad (5)$$

$$\%RU = \frac{\text{massa amostra assada} * \% \text{ umidade na amostra assada}}{\text{massa amostra crua} * \% \text{ umidade na amostra crua}} * 100 \quad (6)$$

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada pela Análise de Variância (ANOVA) para determinar diferença significativa a nível de 95 % de significância. Para teste de comparação das médias realizou-se o Teste de Tukey a um nível de significância de 95 % ($p \leq 0,05$). Foi utilizado o *software Assistat* (ASSISTAT versão 7.7 beta (pt), UFCG, Campina Grande/PB) para análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE YACON

A composição centesimal da farinha de yacon está apresentada na Tabela 2. O conteúdo de umidade de 9,7 % está de acordo com a legislação vigente, que determina 15 % como umidade máxima para farinhas (BRASIL, 2005).

Tabela 2 - Composição centesimal da farinha de yacon, comparada com resultados da literatura.

Fonte	Umidade [%m/m]	Lipídios [%m/m]	Proteína Bruta [%m/m]	Cinzas [%m/m]	Fibra alimentar [%m/m]	Carboidratos totais [%m/m]
Autores	9,7 ± 0,2	0,4 ± 0,1	2,2 ± 0,1	2,8 ± 0,1	9,5 ± 2,4	75,2
Vasconcelos et al. (2010)	6,6	0,3	2,6	3,4	-	-
Rodrigues et al. (2011)	6,9	0,2	2,7	5,4	-	-

Resultados são expressos como média ± desvio padrão da média. Letras diferentes na mesma coluna representam resultados diferentes pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Como apresentada na Tabela 2, o teor de umidade da farinha de yacon foi superior ao obtido por outros estudos, porém esse resultado não afetou a atividade de água (A_w) e pH. A farinha apresentou baixa A_w ($0,3 \pm 0,1$) e pH ($5,0 \pm 0,1$), parâmetros que contribuem para a conservação da mesma, visto que não são condições favoráveis para o desenvolvimento de microrganismos. O pH foi similar ao pH de 4,9 encontrado por Pereira et al. (2013) para farinha de yacon.

Os teores de proteínas e lipídios foram próximos aos obtidos pela literatura. Já o conteúdo de cinzas foi similar ao estudo de Vasconcelos et al. (2010). O teor de fibra alimentar total foi próximo ao encontrado por Ribeiro (2008) de 11,8 %.

Os conteúdos de fibra alimentar total e carboidratos totais não foram comparados aos resultados de Vasconcelos et al. (2010) e Rodrigues et al. (2011), pois os autores utilizaram o método enzimático-gravimétrico aliado ao método cromatográfico. E o presente estudo utilizou somente o método enzimático-gravimétrico para determinação da fibra alimentar total.

Na análise enzimática-gravimétrica determina-se apenas a fração solúvel com maior grau de polimerização, pois esta fração é insolúvel em álcool 78 %, empregado no método enzimático-gravimétrico, ocorrendo assim, perdas da fração com baixo grau de polimerização na etapa de filtração da análise. Isso explica o maior teor de fibra alimentar total (~40 %) descrito por Rodrigues et al. (2011) e Vasconcelos et al. (2010), tendo em vista que os autores utilizaram uma metodologia diferente. Consequentemente, o teor de carboidratos totais que é calculado por diferença, foi inferior (~39%) nesses estudos da literatura, comparado ao presente trabalho.

De acordo com Vasconcelos et al. (2010), a fração solúvel das fibras presentes no yacon é obtida pelo método enzimático-gravimétrico com grau de

polimerização maior ou igual a 12 monômeros, enquanto que os frutooligossacarídeos com baixo grau de polimerização (3-10 monômeros), são determinados por método cromatográfico. Aliando-se as duas técnicas é possível determinar o teor de fibra alimentar total presente no yacon.

Por fim, a farinha de yacon apresentou alta solubilidade em água ($59,1 \pm 1,7\%$) comparada ao amido de milho ($4,32 \pm 0,5\%$). Não foram encontrados na literatura pesquisas a respeito da solubilidade da farinha de yacon. Por outro lado, para o amido de arroz, Zavareze et al. (2009) obtiveram resultado próximo ao encontrado para o amido de milho, em torno de 5 % de solubilidade. O resultado obtido era esperado, tendo em vista que os frutooligossacarídeos presentes na farinha de yacon são solúveis em água, por serem fibras alimentares solúveis (OLIVEIRA e NISHIMOTO, 2004). Enquanto que, a solubilidade do amido é resultado do lixiviamento da amilose durante o processo de gelatinização do amido a 90 °C (GOMES et al. 2005).

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS FISHBURGERS

A composição centesimal, atividade de água (A_w) e pH das formulações de *fishburger*, FC, F1 e F2 com 0 %, 1,5 % e 3 % de farinha de yacon, respectivamente, estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição centesimal, atividade de água (A_w) e pH das formulações (F) cruas de *fishburger* FC (0% farinha de yacon), F1 (1,5% farinha de yacon) e F2 (3% de farinha de yacon).

F	Umidade [%m/m]	Lipídios [%m/m]	Proteína Bruta [%m/m]	Cinzas [%m/m]	A_w	pH
FC	$74,9 \pm 0,1^a$	$5,9 \pm 0,1^a$	$13,3 \pm 0,1^a$	$1,0 \pm 0,1^a$	$0,97 \pm 0,01^a$	$6,4 \pm 0,1^a$
F1	$74,7 \pm 0,2^a$	$6,0 \pm 0,2^a$	$13,4 \pm 0,1^a$	$1,1 \pm 0,1^a$	$0,97 \pm 0,01^a$	$6,3 \pm 0,1^a$
F2	$75,0 \pm 0,1^a$	$5,8 \pm 0,1^a$	$13,6 \pm 0,3^a$	$1,0 \pm 0,1^a$	$0,97 \pm 0,01^a$	$6,2 \pm 0,1^a$

Resultados são expressos como média \pm desvio padrão da média. Letras diferentes na mesma coluna representam resultados diferentes pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Como pode ser observado na Tabela 3, as três formulações cruas de *fishburger* não apresentaram diferença entre si. O teor de umidade dos *fishburgers* foi elevado (~75 %), seguido das proteínas (~13 %), lipídios (~6 %) e cinzas (~1,0 %). Teores próximos de umidade (73,3 %), proteínas (13,7 %), lipídios (6,7 %) e cinzas (1,9 %) foram encontrados por Muzzolon et al. (2018) para *fishburger* cru de CMS de tilápia. Já Marengoni et al. (2009) obtiveram 75,1 % de

umidade, 16,0 % de proteínas, 3,9 % de lipídios e 2,4 % de cinzas, ao determinar a composição centesimal de *fishburger* de CMS de tilápia com adição de 2,5 % de farinha de aveia. Com isso, verifica-se que a composição dos *fishburgers* pode variar dependendo da formulação.

Adicionalmente, as amostras tiveram A_w elevada (0,97) e o pH próximo da neutralidade ($\sim 6,0$), condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos. Os valores de pH obtidos para as três formulações de *fishburgers*, estão de acordo com a legislação, que estabelece valores de pH inferiores a 7,0 para carnes de pescado (BRASIL, 2017). Muzzolon et al. (2018) e Bairy et al. (2015a) também avaliaram a A_w e pH de *fishburgers* de tilápia crus, obtendo resultados similares ao encontrados nessa pesquisa.

ANÁLISE SENSORIAL DOS *FISHBURGERS*

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos na análise sensorial por testes de aceitação e de intenção de compra das três formulações de *fishburger*.

Tabela 4 – Análise sensorial das formulações (F) de *fishburger* FC (0 % farinha de yacon), F1 (1,5 % farinha de yacon) e F2 (3 % de farinha de yacon).

F	Cor	Sabor	Odor	Textura	Impressão global	Intenção de compra
FC	7,2 ± 0,2 ^a	7,7 ± 0,1 ^a	7,5 ± 0,1 ^a	7,5 ± 0,1 ^a	7,7 ± 0,1 ^a	3,9 ± 0,1 ^a
F1	7,4 ± 0,2 ^a	7,7 ± 0,1 ^a	4,0 ± 0,1 ^a			
F2	7,2 ± 0,2 ^a	7,7 ± 0,1 ^a	7,4 ± 0,1 ^a	7,6 ± 0,1 ^a	7,6 ± 0,1 ^a	3,9 ± 0,1 ^a

Resultados são expressos como média ± desvio padrão da média. Letras diferentes na mesma coluna representam resultados diferentes pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Todos os atributos sensoriais alcançaram valores acima de 7 na escala hedônica de 9 pontos, que corresponde a “Gostei moderadamente”. Enquanto que a intenção de compra apresentou valores próximos a 4 (“Provavelmente compraria”) na escala de 5 pontos. Com isso, verificou-se que a adição da farinha de yacon no *fishburger* não influenciou a aceitação sensorial e intenção de compra dos *fishburgers*.

Similarmente, Sá Vieira et al. (2015) obtiveram médias acima de 7 para os atributos sensoriais avaliados em *fishburger* de tilápia com diferentes concentrações de amido de milho. Neres et al. (2016) também verificaram que a

adição de fibra de laranja em hambúrguer de búfalo não alterou a aceitação sensorial do mesmo.

Alguns avaliadores relataram na ficha de análise sensorial que a F2 com maior concentração de farinha de yacon apresentou sabor adocicado, que pode estar relacionado com a presença de inulina na batata yacon. A inulina é um polímero composto principalmente de frutose, sendo que esta possui grande poder edulcorante (OLIVEIRA e NISHIMOTO, 2004).

ANÁLISE DE COR INSTRUMENTAL DOS *FISHBURGERS*

Os resultados dos parâmetros de cor instrumental dos *fishburgers* crus e assados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Cor instrumental das formulações de *fishburgers* FC (0 % farinha de yacon), F1 (1,5 % farinha de yacon) e F2 (3 % de farinha de yacon).

Formulação	<i>Fishburger cru</i>	<i>Fishburger assado</i>
		<i>L*</i>
FC	54,2 ± 1,0 ^a	48,2 ± 0,8 ^a
F1	53,4 ± 0,7 ^a	45,8 ± 1,2 ^a
F2	48,9 ± 1,0 ^b	46,4 ± 1,4 ^a
		<i>Croma</i>
FC	14,5 ± 0,2 ^a	26,8 ± 1,0 ^a
F1	14,6 ± 0,3 ^a	25,0 ± 1,2 ^a
F2	15,1 ± 0,4 ^a	23,5 ± 0,7 ^a
		<i>Ângulo hue</i>
FC	76,5 ± 0,6 ^a	71,8 ± 1,4 ^a
F1	77,4 ± 0,3 ^a	70,6 ± 2,2 ^a
F2	76,6 ± 0,4 ^a	71,3 ± 1,2 ^a

Resultados são expressos como média ± desvio padrão da média. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam resultados diferentes para o Teste Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A F2 apresentou coloração mais escura (menor L^*) do que as demais devido ao maior conteúdo de farinha de yacon. Porém, após o processo de cocção, o L^* não apresentou diferença entre as amostras assadas. As três formulações elaboradas, tanto as cruas quanto as assadas, tiveram coloração escura, que é estabelecida em L^* igual ou menor a 58 (OCHIAI et al., 1988).

Resultados distintos foram encontrados por Bainy et al. (2015a) que encontraram coloração mais claras (maior L^*) para *fishburger* de filé de tilápia, com L^* de 69,1 e 65,5 para *fishburger* cru e assado, respectivamente. Com isso, a cor mais escura obtida no presente trabalho pode estar relacionada à utilização de CMS de carcaça na formulação que apresenta coloração mais escura.

A adição de farinha de yacon nos *fishburgers* não alterou a intensidade de cor (Croma) e a cor observável (ângulo *hue*) das formulações cruas e assadas. O processo de cocção alterou a cor observável dos *fishburgers* crus de amarelo ($\sim 77^\circ$) para uma coloração mais alaranjada ($\sim 71^\circ$). Resultados similares foram encontrados por Muzzolon et al. (2018) para *fishburgers* de CMS de tilápia crus e assados.

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DOS *FISHBURGERS*

Conforme apresentado na Tabela 6, os parâmetros medidos para avaliar as características tecnológicas não apresentaram diferença entre as três formulações de *fishburgers*, exceto para Retenção de lipídios e Perda de água na centrifugação.

Tabela 6 - Características tecnológicas das formulações de fishburger FC (0 % farinha de yacon), F1 (1,5 % farinha de yacon) e F2 (3 % de farinha de yacon).

Características tecnológicas	FC	F1	F2
Rendimento de cocção (%RC)	72,7 ± 1,4 ^a	74,1 ± 1,5 ^a	68,9 ± 1,6 ^a
Redução de diâmetro (%RD)	6,2 ± 0,3 ^a	6,9 ± 0,8 ^a	8,0 ± 0,5 ^a
Redução de espessura (%RE)	20,7 ± 1,2 ^a	22,8 ± 1,5 ^a	22,8 ± 1,5 ^a
Retenção de lipídios (%RL)	123,4 ± 1,7 ^b	139,3 ± 2,6 ^a	139,0 ± 1,4 ^a
Retenção de umidade (%RU)	86,4 ± 0,4 ^a	86,6 ± 1,6 ^a	86,1 ± 0,7 ^a
Perda de água na centrifugação (%PAC)	6,6 ± 0,2 ^c	10,8 ± 0,5 ^b	14,9 ± 0,5 ^a

Resultados são expressos como média ± desvio padrão da média. Letras diferentes na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Os *fishburgers* tiveram altos rendimentos de cocção (%RC), variando entre 69 a 74 %. Um alto rendimento de cocção em produtos cárneos está relacionado à menor perda de componentes como água e lipídios na cocção.

Resultados similares de %RC foram descritos por Filho et al. (2012) e Al-Juhaimi et al. (2016). Filho et al. (2012) verificaram maior %RC (72 %) para o hambúrguer de carne com inulina, constatando que a inulina aumentou a retenção de água do produto devido à estrutura química hidroxilada que promove ligação com a água. Já Al-Juhaimi et al. (2016) concluíram que a adição de farinha de semente de moringa que possui fibra alimentar em hambúrguer de carne melhorou o %RC. No presente estudo, a adição de farinha de yacon que possui fibra alimentar e inulina na sua composição não contribuiu para o aumento do rendimento. Adicionalmente, as formulações também não

apresentaram diferença entre si para a redução de diâmetro (%RD) e redução de espessura (%RE).

Na retenção de lipídios (%RL), as formulações F1 e F2 com farinha de yacon apresentaram valores maiores (~139 %) do que o controle. Assim como nesse estudo, Al-Juhaimi et al. (2016) observaram que a adição de farinha de semente de moringa em hambúrguer resultou em maior %RL do que o controle. De acordo com Alakali et al. (2010), as fibras podem absorver gordura ocorrendo interação dessas com a matriz proteica do alimento, evitando a migração de lipídios do produto, acarretando assim maior %RL. Com isso, a adição da farinha de yacon que possui frutooligossacarídeos em sua composição, e esses que são classificados como fibras solúveis (SALES et al., 2010), promoveu maior %RL do que a formulação controle contendo somente amido de milho.

Bainy et al. (2015a) e Khalil (2000) também encontraram valores superiores a 100 % para *fishburger* de filé tilápia e para hambúrguer de carne magra com amido modificado, respectivamente. As formulações utilizadas nesses trabalhos, assim como do estudo em questão, possuem baixo conteúdo de lipídios, ou seja, caracterizam uma densa matriz proteica que previne a perda de gordura na cocção (KHALIL, 2000).

Com relação à retenção de umidade (%RU), os resultados não diferiram entre si, com valores próximos a 86 %. Al-Juhaimi et al. (2016) encontraram menores %RU, entre 48 % (0 % de farinha) a 64 % (4 % de farinha). Já Bainy et al. (2015a) obtiveram %RU superior para *fishburger* de filé de tilápia, com valores em torno de 90 %.

A perda de água na centrifugação (%PAC) é considerada inversamente proporcional à capacidade de retenção de água (CRA), com isso quanto maior a perda de água na centrifugação, menor a CRA (RAMÍREZ et al., 2002). A adição de maior concentração de farinha de yacon contribuiu para o aumento da %PAC, logo reduziu a CRA.

Contado et al. (2015) também constataram que a adição de farinha e extrato da batata yacon em apesuntado de carne suína prejudicou a CRA do produto, acarretando em maior quantidade de exsudado na superfície do mesmo. De acordo com os autores, a formulação com amido de mandioca teve maior CRA quando comparado com a farinha de yacon. Esse fenômeno ocorreu, pois, o

amido da mandioca inicia a gelatinização na mesma temperatura que a carne começa a cozinhar (59-70 °C) (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Segundo Ribeiro e Seravalli (2007), a faixa de temperatura de gelatinização do amido de milho corresponde a 61-72 °C, a qual foi atingida na cocção dos *fishburgers* do presente estudo, o que promoveu maior CRA (menor %PAC) para o controle que possuía somente amido de milho. O amido de milho utilizado no controle se demonstrou mais eficaz em promover interação da água presente na matriz do alimento com os constituintes do produto, quando submetidos a forças externas, como a centrifugação. O resultado está de acordo com os obtidos para a solubilidade dos agentes de liga. A farinha de yacon apresentou maior solubilidade (59,1 %) do que o amido de milho (4,3 %), indicando menor retenção de água da mesma como consequência da menor capacidade de ligação com a água.

CONCLUSÕES

A adição da farinha de yacon em *fishburger* de tilápia não influenciou na aceitação sensorial, intenção de compra e cor instrumental dos produtos assados. Porém, a adição desta farinha não contribuiu para melhorias nas características tecnológicas, exceto para a retenção de lipídios. A incorporação do yacon em *fishburger* de tilápia resulta em produtos de peixe diferenciados, com enriquecimento nutricional proveniente do alto conteúdo de fibra alimentar total presente na farinha de yacon que não está presente originalmente em produtos cárneos e de pescado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o frigorífico Tilapia Brazilian Indústria e Comércio de Peixes pela doação das matérias-primas de tilápia e a Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) pelo apoio financeiro.

Nutritional, technological and sensorial characteristics of tilapia *fishburger* with addition of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour

ABSTRACT

Tilapia products with nutritional enrichment are alternatives to increase fish consumption in Brazil. In this context, the main objective of this work was to evaluate the addition of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) potato flour in the nutritional, technological and sensorial characteristics of tilapia fishburger. Three fishburger formulations were prepared, FC, F1 and F2 with 0, 1,5 and 3 % of yacon flour, respectively. Initially, the flour physicochemical characterization was conducted. It showed high contents of total dietary fiber (~10 %) and total carbohydrates (~75 %), as well as, high water solubility (~59 %). The fishburger formulations presented high moisture content (~74 %) and protein (~13 %). All formulations had good sensorial acceptance and purchasing intent. No difference was observed for the instrumental color of raw and baked fishburgers, except for raw F2 which showed a darker coloration (low L*) due to the higher yacon flour concentration. The formulations showed no difference for cooking yield, thickness reduction, diameter reduction and moisture retention. However, the fishburgers with yacon had higher lipid retention (%RL). Additionally, the higher the yacon flour addition, the lower the water retention capacity. Although the yacon flour did not improve the fishburger technological characteristics, except for %RL, it did not affect the sensorial acceptance, thus contributing to the development of a fish product with nutritional benefits due to dietary fiber presented in the yacon.

KEYWORDS: *Oreochromis sp.*. Dietary fiber. Sensory analysis.

REFERÊNCIAS

ALAKALI, J. S.; IRTWANGE, S. V.; MZER, M. T. Quality evaluation of beef patties formulated with bambara groundnut (*Vigna subterranean* L.) seed flour. **Meat Science**, v. 85, p. 215-223, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.12.027>

ALESON-CARBONELL, L.; FERNÁNDEZ-LOPEZ, J.; PEREZ-ALVAREZ, J.A.; KURI, V. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 6, p. 247-255, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.01.002>

AL-JUHAIMI, Fahad et al. Effect of pistachio seed hull extracts on quality attributes of chicken burger. **CyTA-Journal of Food**, v. 15, n. 1, p. 9-14, 2017. <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1193057>

BAINY, Eduarda Molardi et al. Effect of grilling and baking on physicochemical and textural properties of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish burger. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 8, p. 5111-5119, 2015a. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1604-3>

BAINY, E. M.; BERTAN, L. C.; CORAZZA, M. L.; LENZI, M. L. Physical changes of tilapia fish burger during frozen storage. **Boletim do CEPPA**, v. 33, n. 2, 2015b.

BARBOSA, L.; MADI, L.; TOLEDO, M. A.; REGO, R. A. **Tendências da Alimentação. Brasil Food Trends 2020**. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), 2010.

BERRY, B. W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking, and chemical properties of ground beef patties. **Journal of Food Science**, v.57, n.3, p. 537-540, 1992. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb08037.x>

BISWAS, A. K.; KUMAR, V.; BHOSLE, S.; SAHOO, J.; CHATLI, M. K. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. **International Journal of Livestock Production**, v. 2, n. 4, p. 45-54, 2011.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959. <https://doi.org/10.1139/o59-099>

BORDIGNON, A. D.; SOUZA, B. E.; BOHNENBERGER, L.; HILBIG, C. C.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e sua avaliação físico-química,

microbiológica e sensorial. **Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá**, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i1.6909>

BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; COLDEBELLA, A. A tilápia do Nilo e sua industrialização. In: BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. **Industrialização de tilápia**. Toledo: GFM Gráfica & Editora, 2007. cap. 1, p. 172.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)** – Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. (Complementada pela RDC nº 163/2006). Brasília (DF), 23 de dezembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)** – Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Brasília (DF), 22 de setembro de 2005.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010**. Brasília (DF), fevereiro 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017** – Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Brasília (DF), 29 de março de 2017.

CONTADO, Ellem Waleska Nascimento da Fonseca et al. Emprego da farinha e do extrato de frutanos de yacon na elaboração de apesuntados. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 1, p. 49-56, 2015. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.3814>

DELFINO, L. A. et al. Elaboração de hambúrguer empanado de tilápia aplicando diferentes sistemas de coberturas comerciais. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 2, p. 32-45, 2017. <https://doi.org/10.3895/rebrapa.v8n2.4877>

FILHO, R. B.; OLIVEIRA, C. P.; GOMES, Q. O. Elaboração de hambúrguer bovino adicionado de inulina como ingrediente funcional prebiótico e substituto de gordura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 33-37, 2012.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). **FDA and EPA issue final fish consumption advice**. Disponível em: <https://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm537362.htm>. Acesso em jan. 2019.

GOMES, A. M. M.; SILVA, C. E. M.; RICARDO, N. M. P. S. Effects of annealing on the physicochemical properties of fermented cassava starch (polvilho azedo). **Carbohydrate Polymers**, v. 60, n. 1, p. 1-6, 2005.

<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.11.016>

GRAEFE, Sophie et al. Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. **Field Crops Research**, v. 86, n. 2-3, p. 157-165, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.08.003>

HAN, M.; BERTRAM, H. C. Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. **Meat Science**, v. 133, p. 159-165, 2017.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.07.001>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4 ed., 1 ed. digital. São Paulo (SP): Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KHALIL, A. H. Quality characteristics of low-fat beef patties formulated with modified corn starch and water. **Food Chemistry**, v. 68, p. 61-68, 2000.

[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00156-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00156-9)

LEACH, H. W.; McCOWEN, L. D.; SCHOCH, T. J. Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. **Cereal Chemistry**, v. 36, n. 6, p. 534-544, 1959.

MARENGONI, Nilton Garcia et al. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de fishburgers de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 1, 2009.

MEHTA, Nitin et al. Novel trends in development of dietary fiber rich meat products—a critical review. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 2, p. 633-647, 2015. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1010-2>

MENEGASSI, M. Aspectos nutricionais do pescado. IN: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. p. 43-60.

MESSIAS, C. R. et al. Treinamento e caracterização sensorial de formulações de fishburger elaboradas à base de subprodutos da filetagem de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Brazilian Journal of Food Research**, v. 7, n. 2, p. 125-42, 2016.

MUZZOLON, E.; BIASI, D. C.; KONOPKA, D. N.; OLIVEIRA, J.; POLISELI-SCOPEL, F. H.; BAINY, E. M. Caracterização físico-química e microbiológica de subprodutos da filetagem de tilápia para produção de almondegas. **Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2016. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/86.pdf>>. Acesso em jan. 2019.

MUZZOLON, Eloisa et al. Processamento de fishburguer utilizando subprodutos da filetagem de tilápia: Caracterização físico-química, análise do congelamento e avaliação da vida de prateleira. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 9, n. 1, p. 154-173, 2018. <https://doi.org/10.3895/rebrapa.v9n1.5251>

NERES, L. S. et al. Desenvolvimento e determinação da qualidade de hambúrguer de carne de búfalo enriquecido com fibra de laranja. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 10, n. 1, p. 2052-2063, 2016. <https://doi.org/10.3895/rbta.v10n1.2023>

OCHIAI, Y. et al. Evaluation of tuna meat discoloration by Hunter Color Difference Scale. **Nippon Suisan Gakkaish**, v. 54, p. 649-653, 1988. <https://doi.org/10.2331/suisan.54.649>

OLIVEIRA, M. A.; NISHIMOTO, E. K. Avaliação do Desenvolvimento de Plantas de Yacon (*Polymnia sonchifolia*) e caracterização dos carboidratos de reservas em HPLC. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 7, n. 2, p. 215-220, jul./dez. 2004.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Protein and amino acid requirements in human nutrition. **Report of a joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation**, United Nations University. Technical Report Series, 935. WHO; 2007.

PADILHA, Vivianne Montarroyos et al. Perfil sensorial de bolos de chocolate formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 735-740, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000300026>

PEREIRA, Juciane de Abreu Ribeiro et al. Studies of chemical and enzymatic characteristics of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and its flours. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, p. 75-83, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013005000020>

RAMÍREZ, J. et al. Using salt and microbial transglutaminase as binding agents in restructured fish products resembling hams. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 5, p. 1778-1784, 2002. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08722.x>

RIBEIRO, J. A. **Estudo químico e bioquímico do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in natura e processado e influência do seu consumo sobre níveis glicêmicos e lipídeos fecais de ratos.** 2008. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) -Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2008.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos.** São Paulo: Blucher, 2^o ed., 2007.

RODRIGUES, Fabiana Carvalho et al. Farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): produção e caracterização química. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 70, n. 3, p. 290-295, 2011.

SALES, R. L.; RODRIGUES, F. C.; COSTA, N. M. B.; FERREIRA, C. L. L. F. Yacon: Aspectos Nutricionais, Tecnológicos e Funcionais. In: COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. **Alimentos funcionais - componentes bioativos e efeitos.** Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2010. cap. 14.

VIEIRA, Pedro Henrique Sá et al. Produtos de valor agregado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) utilizando diferentes concentrações de amido. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 3, n. 1, p. 41-53, 2015.

TEIXEIRA, J. T. **Elaboração de apresentado formulado com farinha e extrato de yacon (*Smallanthus sonchifolius*).** 2011. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (HHS) AND U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **2015–2020 Dietary Guidelines for Americans.** Disponível em: <<http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/>>. Acesso em jan. 2019.

VASCONCELOS, Christiane Mileib et al. Determinação da fração da fibra alimentar solúvel em raiz e farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) pelo método enzimático-gravimétrico e cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 69, n. 2, p. 188-193, 2010.

ZAVAREZE, E. R. et al. Poder de inchamento e solubilidade de amido de arroz submetido ao tratamento térmico com baixa umidade. **Brazilian Journal of Food Technology**, p. 31-35, 2009.

Recebido: 10 nov. 2017

Aprovado: 07 mar. 2019

Publicado: 24 jun. 2019

DOI: 10.3895/rbta.v13n1.7267

Como citar:

Zitkoski, Natiéli et al. Características nutricionais, tecnológicas e sensoriais de fishburger de tilápia com adição de farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). **R. bras. Technol. Agroindustr.**, Francisco Beltrão, v. 13, n. 1, p.2840-2862, jan./jun. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Eduarda Molardi Bainy

BR 158 - Km 405 - Caixa Postal 106, CEP: 85.301-970, Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

