Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Barra de Cereal Enriquecida com Biomassa de *Spirulina platensis*

Enriched Cereal Bar With Spirulina platensis Biomass

Iangla Araujo de Melo Damasceno, Pablo Kashisol Duarte de Lima, Gabriel Luis Castiglioni, Sara Monteiro, Hebert Batista, Adriana Régia Marques de Souza

Universidade Federal do Tocantins, Quadra 109 Norte, Avenida NS15, ALCNO-14 - Plano Diretor Norte, Palmas - TO, 77001-090 email: ianglamelo@gmail.com

Recebido em: 08/10/2017 Aceito em:18/10/2017

Resumo: *Spirulina platensis* é uma microalga utilizada na alimentação, em função do seu elevado teor proteico. O objetivo do trabalho foi desenvolver uma barra de cereal enriquecida com *S. platensis,* com estabilidade microbiológica e características nutricionais e sensoriais satisfatórias. A barra de cereal foi enriquecida com 1, 3 e 6% de *S. platensis*. Foram realizadas análises químicas, microbiológicas, colorimétrica, sensorial e textura. A composição centesimal da barra mostrou que na concentração de 6% de *S. platensis* houve incremento no percentual de lipídios e proteínas. Análise microbiológica não apontou contaminação e a análise sensorial mostrou uma diminuição da aceitação global e da intenção de compra à medida que a concentração de *S. platensis* aumentou. Houve uma diminuição na luminosidade e na intensidade da cor, com o aumento da concentração de biomassa. Os dados obtidos para força máxima medida em Newton (N) indicam que para a amostra com 6% de *S. platensis*, o enriquecimento foi responsável pelo aumento da força máxima aplicada às amostras. Já a análise do Perfil de Textura (TPA) não apontou diferenças para os parâmetros avaliados. O enriquecimento da barra de cereal monstra um incremento proteico importante. A cor não foi bem aceita pelos provadores, mas o sabor não foi afetado Mudanças na formulação se fazem necessárias com a finalidade de melhorar a formulação do produto, pois o mesmo apresenta uma opção para a ingestão proteica.

Palavras-chave: Microalga, Teor proteico, Análise sensorial

Abstract: The *Spirulina platensis* is a microalgae used in food, due to high protein content and was applied in the development and enrichment of a cereal bar, while maintaining microbiological stability and satisfactory nutritional and organoleptic characteristics. The cereal bar was charged with 1, 3 and 6% *S. platensis*. and analyzed their aspect for chemical, microbiological, colorimetric, sensory and texture. The centesimal composition of the bar with 6% *S. platensis* showed an increase in the percentage of lipids and proteins. The microbiological analysis no presented contamination. The sensory analysis expressed a decrease in global acceptance and acquisition intent as the concentration of S. platensis increased. There was a decrease in brightness and color intensity, with the increase of biomass concentration. The result obtained for maximum force measured in Newton (N) to indicate that the sample with 6% *S. platensis,* the enrichment was responsible for increasing the maximum force applied to the samples. The analysis of texture profile (TPA) no determinate differences in the parameters evaluated. The enrichment of the cereal bar shows a significant protein increase. The color was not well accepted by the tasters, but the taste was not affected Changes in the formulation are necessary in order to improve the formulation of the product, as it presents an option for protein intake

Keywords: Microalgae, Protein content, Sensory analysis

INTRODUÇÃO

As microalgas são um grupo amplo que compreende microrganismos procariontes e eucariontes, os quais podem se apresentar nas mais diversas formas, constituindo um grupo que se assemelha às plantas em função da produção de pigmentos e do metabolismo fotoautotrófico (Derner et al., 2006).

Spirulina platensis é um representante da classe e pode ser utilizada na alimentação, pois apresenta uma biomassa essencialmente rica em proteínas. A biomassa de *S. platensis* vem sendo utilizada na alimentação humana, desde muitos anos atrás. A redescoberta da microalga como

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

suplemento alimentar se deu na década de 60 e desde então vem sendo utilizada no enriquecimento de produtos utilizados na alimentação humana em substituição à proteína de origem animal, visto que, a pecuária bovina consiste em uma prática que gera prejuízos ao meio ambiente e custos elevados na produção (Shimamatsu, 2004; Habibi, et al., 2008; López et al., 2013).

A microalga *S. platensis* pertence ao gênero *Arthospira,* filo Cyanobacteria (Habib et al., 2008). O gênero apresenta, entre os seus representantes, as microalgas que crescem bem em meio de cultura misto com níveis de pH entre 8 e 11, podendo ser encontradas flutuando em águas tropicais e subtropicais com elevados teores de sal, condições consideradas adversas para outras microalgas (Avila-Leon, 2010).

A biomassa de *S. platensis* pode ser produzida em condições controladas e utilizada na produção de alimentos. O seu uso está associado à prevenção de doenças metabólicas, degenerativas e de estresse oxidativo, como o câncer em seus mais variados tipos (Derner et al., 2006).

O baixo custo de produção da biomassa e o aporte nutricional têm despertado interesse da indústria de alimentos na produção de opções mais benéficas à saúde. Assim, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver uma barra de cereal enriquecida com biomassa da microalga *S. platensis,* com estabilidade microbiológica e características nutricionais e sensoriais satisfatórias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A microalga *S. platensis*, cedida pela empresa Brasil Vital, situada no município de Anápolis (Goiás), foi mantida em meio de cultivo inicial e condições de foto-período de 11 horas de claro e 13 horas de escuro, sob iluminância de 1500 lux.

A formulação base foi preparada com 10g de aveia em flocos finos, 10g de aveia em flocos grossos, 20g de flocos de arroz, 9g de linhaça dourada, 10g de uva passa. O xarope de aglutinação composto com 1g de melado, 30 g de xarope de glucose de milho, 10g xarope de agave. A partir da formulação base as barras de cereais foram enriquecidas com 1, 3 e 6% de biomassa de *S. platensis* triturada.

Os ingredientes secos foram pesados em balança semianalítica misturados e adicionados ao xarope de aglutinação. A massa obtida foi colocada em uma tábua de laminação, moldada e levada à refrigeração por 1 hora; posteriormente, foi embalada em sacos de polietileno de baixa densidade e armazenada em temperatura ambiente. A seguir, as barras foram cortadas uniformemente em pedaços de 30g, utilizando-se um raspador de massa, e padronizadas em 9 cm de comprimento, 3 cm de largura e 1 cm de espessura (Mendes, et al., 2013).

A barra de cereal pronta foi submetida às análises químicas de umidade, lipídeos, cinzas (IAL, 2008) e proteínas (Brasil, 1991). A fibra bruta foi determinada pelo método de Scharrer e Kurschner, usando ácido nítrico, ácido tricloroacético e ácido acético para hidrólise (Angelucci et al., 1987). Esta análise foi realizada pelo Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos (LCQA) da Universidade Federal de Goiás (UFG), e os carboidratos por diferença conforme IAL (2008).

A cor foi determinada a 25°C usando um colorímetro digital (Minolta CR4000, fonte de luz D65 em espaço de cor L*a* b* do sistema CIE L*a*b), os valores de hº e Croma foram calculados. A calibração foi realizada com placa branca padrão, seguindo as instruções do fabricante (Lawless; Heymann, 1998 *apud* Canuto et al., 2010).

Análises microbiológicas :

As análises microbiológicas realizadas foram: *Coliformes* a 45º/g e *Salmonella* sp/25g. Para todas as amostras foi preparada uma diluição prévia com 25g da amostra em 225 mL de água peptonada (H_20_p). Todo o processo foi realizado de acordo com a descrição dos métodos de Silva et al. (2010).

A formulação da barra de cereal foi avaliada por 60 provadores selecionados aleatoriamente no Campus Samambaia, Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG), onde os mesmos foram informados da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A análise sensorial foi realizada quanto à aceitação global, por meio da escala hedônica de 9 pontos ancorada nos seus extremos, com os termos: “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo”, avaliando os atributos: cor, aroma, sabor, textura, impressão global. Avaliou-se também a intenção de compra, por meio de uma escala de 5 pontos, com os termos “certamente compraria” e “certamente não compraria” em seus extremos. Foi aplicado após o teste de aceitação, o teste de ordenação de preferência para identificar qual a barra de cereal preferida, entre as que foram apresentadas na

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

análise sensorial, por meio do teste de Friedman, utilizando a tabela de Newell e MacFarlane para verificar se existia diferença entre as amostras. A amostra identifica como preferida recebia nota 1 e menos preferida nota 4. Para os testes, os provadores receberam uma ficha de avaliação, e as amostras foram distribuídas de forma aleatória e balanceadas (IAL, 2008).

As barras de cereal foram submetidas à análise de textura instrumental em texturômetro TA.XT2 (*Stable Micro Systens*, Reino Unido) nas seguintes condições: velocidade de pré-teste 1,0 mm/s, velocidade de teste 0,5 mm/s, velocidade pós-teste 1,0 mm/s e distância de penetração de 15 mm/s e uma deformação de 50% para os testes de cisalhamento e Análise do Perfil de Textura (TPA). Cada amostra foi analisada separadamente em decaplicata. Para este teste, as amostras foram preparadas novamente e padronizadas no tamanho (Silva et al., 2011).

A análise estatística foi realizada por meio do programa estatístico ASSISTAT® 7.7 para o qual foi adotado um delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os dados foram submetidos à análise de variância e o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias (Silva; Azevedo, 2002).

O projeto Aplicação de *S. platensis* em produtos alimentícios foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Goiás (UFG) sob o número de protocolo CAAE: 35928814.0.0000.5083**.**

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da análise de cinzas não apresentaram diferença significativa nas amostras C, S1 e S3 (C controle, sem biomassa; S1com 1% de microalga e S3 e S6 com 3 e 6% de biomassa). As amostras S3 e S6 também não diferem significativamente (Tabela 1). Houve diferença significativa da barra de cereal controle em relação à barra com 6% de biomassa de microalga, ou seja, houve um incremento de resíduo inorgânico com a adição de *S. platensis*. Segundo Cecchi (2003), para os cereais, o valor médio de cinzas é de 0,3 a 3,3%. No presente trabalho, considera-se como referência o valor para cereais, visto que não há um valor estabelecido para barra de cereal, assim, a barra de cereal enriquecida com *S. platensis* apresenta um teor de cinzas satisfatório. Figueira et al. (2011), obteve para o pão sem glúten enriquecido com 5% de *S. platensis* um valor de cinza de 2,52%, em média. Guimarães e Silva (2009) produziram uma barra de cereal de murici-passa que apresentou um valor de cinza que variou de 1,15 a 1,38%.

De acordo com a Tabela 1 a amostra C apresentou em média 10,8% de proteína. Com a adição da biomassa nas formulações S1 e S3 é possível observar um aumento progressivo e significativo no teor proteico. A barra de cereal com 6% de biomassa apresentou 15,3% de proteína, valor aproximado foi observado por Morais et al. (2006) que elaboraram um biscoito tipo cookie enriquecido com *S. platensis*; o biscoito com 5% da biomassa obteve 11,1% de proteína, semelhante ao tratamento S1. O resultado obtido, em relação ao teor proteico, é semelhante ao obtido por Freitas e Moretti (2006), que utilizaram aveia, proteína texturizada de soja, gérmen de trigo e lecitina de soja para a produção de uma barra de cereal que apresentou 15,31% de proteína em base úmida. Dessa maneira, os resultados mostram que é possível substituir alguns ingredientes na formulação por *S. platensis,* com o objetivo de produzir uma barra de cereal com elevado teor proteico e uma boa relação custo beneficio.

Tabela 1. Composição centesimal das barras de cereal enriquecidas com microalga, em porcentagem (%).

Amostras	Cinzas	Lipídeos	Proteína	Fibra bruta	Umidade	Carb. por diferença*	Valor calórico kcal
C	$1,1^{a} \pm 0,2$	$2,8^{a} \pm 0,07$	$10,8^{a} \pm 0,7$	$1.26^{a} \pm 0,05$	$13,9^{a} \pm 0,5$	$83,98^{a}$	$404,55^{a}$
S1	$1,2^{a} \pm 0,1$	$2,9^{a} \pm 0,04$	$11,9^{a} \pm 0,9$	$0,89^{c} \pm 0,01$	$13,9^{a} \pm 0,1$	$83,20^{a}$	$406,05^{a}$
S3	$1,3^{ab} \pm 0,2$	$3,2^{b} \pm 0,05$	$14,0^{b} \pm 0,7$	$1,03^{b} \pm 0,09$	$13,7^{a} \pm 0,1$	$80,34^{b}$	$391,73^{a}$
S6	$1,5^{b} \pm 0,04$	$3,4^{c} \pm 0,04$	$15,3^{c} \pm 0,3$	$1,06^{b} \pm 0,02$	$14,0^{a} \pm 0,3$	$78,72^{c}$	$406,97^{a}$

*Cálculos realizados em base seca, obtido pela diferença: Carboidratos=100-(cinzas+ lipídios+ proteína+ fibra). [C] controle; [S1] barra de cereal com 1% de S. *platensis*; [S3] 3%; [S6] 6% da microalga. As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados mostram um incremento proteico de 41,6% obtido na amostra S6 com 6% de biomassa em relação à amostra controle; comportamento semelhante foi encontrado por Figueira et al. (2011) na elaboração de pão sem glúten enriquecido com *S. platensis* na concentração de 5%, onde foi percebido um incremento de 39,04% em relação ao pão sem biomassa. O aumento é justificado pelo alto teor de proteínas presentes na microalga *S. platensis*, resultado obtido por Morais et al. (2006), que identificaram teores de proteína de até 86% em base seca de *S. platensis.*

Os lipídios variaram de 2,8% a 3,4%, em média, para a amostra controle e S6, respectivamente. O enriquecimento com a microalga foi significativo para elevar o teor de lipídios, visto que a biomassa de *S. platensis* é rica em ácidos graxos, como o ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA), importantes para a manutenção da saúde (Derner et al., 2006).

Resultado diferente foi obtido por Figueira et al. (2011), que produziram um pão sem glúten enriquecido com *S. platensis*, em que os resultados mostraram uma diminuição do teor de lipídios em relação ao pão controle. Tal parâmetro também foi observado por Morais et al. (2006) na análise do biscoito tipo cookie enriquecido com *S. platensis* , onde se obteve para o biscoito sem biomassa 18,9% de lipídios e 18,6% para o cookie com 5% de *S. platensis*, estes diferentes estatisticamente.

As porcentagens de fibra bruta (FB) para as amostras S3 e S6 não apresentaram diferença significativa, mas diferiu da amostra C com 1,26%, o maior valor observado. Resultado semelhante foi obtido por Morais et al. (2006), que analisaram um biscoito de chocolate enriquecido com a microalga; neste, o teor de FB não apresentou diferença significativa no enriquecimento com 1, 3 e 5% de biomassa, com valores que variaram de 1,7 a 1,9% de FB.

A análise de FB realizada por Bolanho et al. (2014), com cookies enriquecidos com *S. platensis*, mostrou para as amostras com 2 e 5% de biomassa, teores de 63,3 e 68,1 $g \cdot kg^{-1}$ respectivamente. Sendo assim, verificou-se que a adição de biomassa representou um incremento no teor de fibras.

Em relação à umidade, o aumento na concentração de biomassa não se refletiu em diferença significativa, pois todos os valores ficaram abaixo de 15%, o que é preconizado pela Resolução da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA) nº12 de 1978, referente aos produtos à base de cereais (Brasil, 1978).

Resultado semelhante foi encontrado por Lemes et al. (2012), onde a massa fresca produzida com *S. platensis* não apresentou diferença significativa quanto à umidade e relação a massa controle (25,09%) e nas concentrações de 5% (26,6%) e 10% de biomassa (25,76%).

Valores menores foram encontrados por Freitas e Moretti (2006) com 10,71% em barra de cereal de proteína texturizada de soja, Silva et al. (2009) com 10,9% de umidade em barra de cereal enriquecida com resíduo industrial de maracujá e Lima et al. (2010) com uma barra de cereal com 10% de polpa de baru e umidade de 12,82% em média.

Os valores de carboidratos não diferiram estatisticamente para as amostras C e S1 e diferiram de S3 e S6. Figueira et al. (2011) obtiveram 88,16% para o pão controle e 86,14%, em média, para o pão com 5% de biomassa; porém, o cálculo não leva em consideração o valor de fibras, visto que esse dado não foi apresentado, o que sugere uma superestimação no valor dos carboidratos. Os valores de Kcal das barras de cereal não apresentaram diferença significativa.

As análises microbiológicas de *Salmonella* e *Coliformes* foram realizadas com as amostras de barra de cereal e demonstraram ausência de colônias típicas para *Salmonella* e não formação de gás nos tubos da análise de *Coliformes* a 45º, os resultados (Tabela 2) estão de acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2001).

Resultado semelhante foi obtido também por Bolanho et al. (2014) que desenvolveram um biscoito enriquecido com biomassa de *S. platensis*. A análise microbiológica realizada no biscoito, mostrou ausência de *Salmonella* sp., pois teve contagem baixa de *Staphylococcus* coagulase positivo (<10 $UFC \cdot g^{-1}$), *Bacillus cereus* (<10 $UFC \cdot g^{-1}$) e NMP de coliformes a 45ºC (<0,3 $NMP \cdot g^{-1}$), demonstrando que o biscoito produzido estava de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 2. Resultados dos testes microbiológicos realizados com a barra de cereal enriquecida com S. *platensis*.

Amostras	*Salmonella* sp/25g (aus/pres)	*Coliformes* a 45º/g NMP/g
C	Ausência	<3,0
S1	Ausência	<3,0
S3	Ausência	<3,0
S6	Ausência	<3,0

[C]Controle, [S1] *S. platensis* 1 %; [S3] *S. platensis* 3%; [S6] *S. platensis* 6%. Os testes foram realizados em triplicata.

Para analise de cor as amostras C (controle) e S1 não diferiram significativamente entre si. Comparando as duas amostras, pode-se inferir que a adição de 1% de *S. platensis* não interferiu na escolha do produto, o mesmo foi observado para as amostras S1 e S3, entretanto a adição de 3% de *S. platensis* indicou diferença para este atributo em comparação com a amostra Controle, mas a amostra com 6% de biomassa obteve a menor média com valor igual a 4,9 e contribuiu negativamente na avaliação do novo produto (Tabela 3).

Tabela 3. Teste de aceitação global e intenção de compra das barras de cereal enriquecidas com *S. platensis.*

Formulações	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Impressão global	Intenção de compra
C	$7,1^{a} \pm 1,1$	$6.7^{a} \pm 1,4$	$6,5^{a} \pm 1,7$	$6,5^{a} \pm 1,5$	$6,8^{a} \pm 1,2$	$3,7^{a} \pm 0,8$
S1	$6,4^{ab} \pm 1,4$	$6,6^{a} \pm 1,5$	$6,5^{a} \pm 1,5$	$6,3^{ab} \pm 1,5$	$6,4^{ab} \pm 1,5$	$3,4^{ab} \pm 1,1$
S3	$5,9^{b} \pm 1,5$	$5,8^{b} \pm 1,4$	$6,0^{a} \pm 1,7$	$5,8^{ab} \pm 1,7$	$6,0^{b} \pm 1,5$	$3,0^{bc} \pm 1,0$
S6	$4,9^{c} \pm 1,8$	$5,6^{b} \pm 1,5$	$6,0^{a} \pm 1,7$	$5,6^{b} \pm 1,7$	$5,8^{b} \pm 1,6$	$2,7^{c} \pm 1,1$

*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultado diferente foi obtido por Morais et al. (2006) na produção de biscoitos de chocolate enriquecidos com *S. platensis*, onde os resultados para as amostras Controle (C) sem microalga e amostras com 1, 3% e 5% mostraram que não houve diferença significativa em relação a cor; resultado relevante, uma vez que, quanto maior o percentual de S. *platensis*, mais acentuada é a cor verde do produto. Ainda de acordo com os autores, a cor é um dos principais parâmetros a ser considerado em produtos enriquecidos com microalgas, possivelmente devido à alta concentração de pigmentos escuros nesses microrganismos.

Em relação ao atributo aroma, o resultado demonstra que as amostras S3 e S6 não diferiram estatisticamente, no entanto, diferiram das amostras C e S1, que obtiveram maiores médias nesse atributo. As barras de cereal com maiores concentrações de *S. platensis* receberam a média das notas de 5,8 e 5,6 para S3 e S6 respectivamente, que correspondem na escala hedônica "Nem gostei /Nem desgostei". Este comportamento também foi obtido por Lemes et al. (2012) na análise sensorial de massa fresca, obtida com farinha integral e enriquecida com 5 e 10% de *S. platensis*. Neste caso, os provadores indicaram uma diferença somente entre a amostra Controle e a amostra com 5%, e para as massas com 5 e 10% essa diferença não foi percebida.

As médias obtidas para o sabor das barras de cereal mostram que não houve diferença significativa entre as amostras. As médias em torno de 6 equivalem na escala hedônica a "gostei ligeiramente". O sabor, na avaliação dos provadores, não foi afetado pela adição de *S. platensis* ao produto final; essa constatação indica que o enriquecimento de alimentos com a microalga é uma alternativa viável. Resultado semelhante foi encontrado por Morais et al. (2006) no enriquecimento de biscoitos de chocolate com *S. platensis* e por Rabelo et al. (2013) com o sonho de mandioca e microalga. As barras de cereal produzida com resíduo industrial de maracujá nas concentrações de 30 e 40% foram diferentes estatisticamente da amostra controle sem resíduo

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

de maracujá (Silva et al., 2009).

A textura também foi avaliada pelo teste afetivo, cujos resultados mostram que as amostras enriquecidas com biomassa (S1, S3 e S6) não diferem entre si. Para essas amostras, a adição de biomassa da microalga não afetou a percepção da textura. A diferença estatística para esta análise está entre a amostra C e a amostra com 6%. Convém ressaltar que a microalga foi triturada e adicionada aos ingredientes secos da barra de cereal. O mesmo comportamento para textura foi percebido para os biscoitos desenvolvidos por Bolanho et al. (2014), em que as médias das notas foram mais altas para o controle e houve diminuição das notas à medida que a concentração de *S. platensis* aumentou.

A impressão global é relativa à primeira impressão causada pelo produto como um todo, sem representar a média das notas das outras características avaliadas (Gomes; Penna, 2009); indica na escala de 9 pontos, a impressão do provador quanto ao novo produto. As amostras avaliadas apresentaram médias que correspondem a "nem gostei/nem desgostei" e "gostei regularmente". As amostras S1, S3 e S6 não diferiram, significativamente, em relação à impressão global, e essas, com exceção da amostra S1, diferiram estatisticamente da amostra controle. O fato das amostras com diferentes concentrações de microalga não diferirem, mostra um aspecto positivo e relevante, visto que a adição de 6% de *S. platensis* modificou a cor da barra de cereal, mas de acordo com a impressão global isso não interferiu na avaliação final do produto.

O mesmo resultado pode ser observado por Bolanho et al. (2014), que desenvolveram um estudo capaz de analisar sensorialmente quatro formulações de biscoitos produzidos com biomassa de *S. platensis* e suplementados com outras fontes de fibra. Os resultados revelaram que as formulações 1 e 2 sem biomassa receberam as melhores médias para impressão global, e que as mesmas foram caindo conforme a quantidade de *S. platensis* aumentou. As formulações 3 e 4 foram produzidas com 2 e 5% de biomassa, respectivamente. Este comportamento também foi percebido por Lemes et al. (2012) com a massa fresca e Rabelo et al. (2013) na avaliação do sonho de mandioca, ambos enriquecidos com *S. platensis*.

A intenção de compra do novo produto foi avaliada por meio da ficha da análise sensorial e os resultados estão apresentados na Tabela 3. As médias das notas para intenção de compra ficaram entre 3,7 (talvez comprasse/talvez não comprasse) e 2,7 (possivelmente não compraria), com a menor média para a amostra S6. Contudo, estatisticamente, a mesma não diferiu da amostra S3. Dessa forma, os dados obtidos no teste afetivo para intenção de compra mostraram que a amostra com as maiores concentrações da microalga não foi bem aceitas pelos provadores.

A intenção de compra para o biscoito produzido por Bolanho et al. (2014) enriquecido com *S. platensis* obteve comportamento semelhante ao estudo, com redução do valor da média das notas à medida que a concentração de biomassa aumentou. A mesma situação foi observada para a barra de cereal com resíduo industrial de maracujá, produzida por Silva et al. (2009), a qual apresentou para intenção de compra, médias que variaram de 4,4 para a amostra A (amostra controle/sem resíduo de maracujá) e 3,7 para as amostras D e E com 30 e 40% de resíduo.

A amostra controle foi bem aceita pelos provadores, mas o enriquecimento com biomassa de microalga não manteve o mesmo resultado. Bolanho et al. (2014), a média das notas baixas atribuídas às amostras podem ser revertidas com ações de marketing, embalagens atrativas e o apelo nutricional do produto.

Analisando apenas as amostras enriquecidas (sem considerar o controle), percebe-se que as com 1 e 3% não diferem entre si, o que sugere uma margem segura para o enriquecimento, visto que a de 6% foi a que obteve a menor nota também no teste de aceitação global e intenção de compra (Tabela 4).

Tabela 4. Teste de ordenação de preferencia para barra de cereal enriquecida com a *S. platensis*

Amostra	Código	Valor da nota
Amostra Controle (C)	112[a]	115
S. platensis 1%	128[ab]	139
S. platensis 3%	134[b]	152
S. platensis 6%	149[c]	192

*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a avaliação sensorial do pão sem glúten produzido por Figueira et al. (2011), foram oferecidos duas amostras do pão, com 3 e 5% de *S. platensis*. Para este teste, 36 avaliadores não treinados foram selecionados, ao final do teste, 22 deles escolheram a amostra com a concentração de 3%, mas segundo o autor, não houve diferença significativa entre eles, indicando que não houve uma amostra preferida. Este resultado evidencia que o aumento da concentração de biomassa não foi determinante na escolha ou na rejeição do produto.

A cor é um importante parâmetro para a escolha de um produto. As amostras apresentaram uma redução no valor da luminosidade L*, com a amostra S6 apresentando o menor valor, o que se justifica, visto que, é a amostra com maior quantidade de *S. platensis* (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de cor da barra de cereal enriquecida com *S. platensis.*

Formulações	L*	a*	b*	h°	C*
C	$38,3^{a} \pm 2,3$	$3,6^{a} \pm 0,1$	$17,6^{a} \pm 0,7$	$78,3^{a} \pm 0,9$	$17,9^{a} \pm 0,7$
S1	$33,8^{ab} \pm 1,7$	$2,4^{ab} \pm 0,7$	$15,6^{ab} \pm 1,1$	$81,3^{ab} \pm 2,5$	$15,8^{ab} \pm 1,1$
S3	$35,3^{ab} \pm 4,2$	$1,1^{bc} \pm 0,6$	$13,2^{bc} \pm 1,5$	$85,5^{bc} \pm 2,1$	$13,3^{bc} \pm 1,5$
S6	$30,1^{b} \pm 2,3$	$-0,05^{c} \pm 0,5$	$10,8^{c} \pm 0,5$	$88,1^{c} \pm 1,5$	$10,8^{c} \pm 0,5$

*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultado semelhante foi encontrado por Özyurt et al. (2015) no enriquecimento de massa fresca com 5, 10 e 15% de biomassa, à proporção que a concentração de *S. platensis* aumenta o valor de L* diminui.

A diminuição gradativa valor de a*, com valor negativo para S6, mostra-se coerente com o enriquecimento de 6% de *S. platensis* nessa amostra. Os valores decrescentes de b* demonstram que as amostras deixam o aspecto amarelo à medida que a concentração de biomassa aumenta. A adição de S. *platensis* diminuiu os valores de C*, reduzindo a intensidade da cor; o mesmo foi observado por Figueira et al. (2011) na elaboração de pão sem glúten enriquecido com *S. platensis.* Os valores para o "ângulo hue" (hº) indicam que a amostra S6 está mais próxima do ângulo 90º, que indica uma tendência ao amarelo. Apesar do enriquecimento com microalga, a amostra S6 apresentou no cálculo do ângulo hue (hº), valores menores que 90, indicando uma coloração mais amarela. Por se tratar de uma barra de cereal, um produto que não apresenta uniformidade, a cor verde não se sobressaiu na medição com colorímetro.

A análise da cor realizada por Figueira et al. (2011) para o pão sem glúten

enriquecido com biomassa mostra um aumento do valor de hº. A amostra com 5% de biomassa apresentou um valor igual a 116,28, isto é, um valor maior que 90, indicando uma tendência ao verde; no entanto, é preciso ressaltar a natureza homogênea de uma fatia de pão, aspecto não observado em uma barra de cereal.

O enriquecimento das barras de cereal com *S. platensis* diminuiu a luminosidade e a intensidade da cor à medida que a concentração de biomassa aumentou. Os resultados da análise colorimétrica corroboram com os obtidos na análise sensorial para o atributo cor, onde as menores notas foram observadas para este atributo.

Os dados obtidos (Tabela 6) para as médias de força máxima, medida em Newton (N), mostraram que as amostras C, S1 e S3 não diferem significativamente, ou seja, a adição de *S. platensis* não foi responsável pelo aumento na força aplicada à barra de cereal nas três amostras. A amostra com 6% de *S. platensis* apresentou um padrão diferente das amostras C e S1; nesse caso, o enriquecimento com biomassa da microalga foi responsável pelo aumento da força máxima aplicada às amostras.

Tabela 6. Valores de força máxima de corte aplicada às amostras de barra de cereal.

Amostras	Força máxima (N)
Controle (C)	$12,58^{a} \pm 4,2$
S1	$12,17^{a} \pm 3,4$
S3	$17,36^{ab} \pm 4,8$
S6	$19,06^{b} \pm 5,7$

*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Este resultado relaciona-se com a percepção da textura observada pelos provadores na análise sensorial, a diferença de textura foi percebida entre as amostras controle e S6, corroborando com o que foi obtido pelo teste de cisalhamento.

Segundo Szczesniak (2002), dureza é a força necessária para atingir uma dada deformação. Para o parâmetro dureza (Tabela 7) as amostras analisadas não diferiram significativamente, o mesmo foi observado em relação à elasticidade, mastigabilidade e coesividade, propriedades que simulam o que acontece durante a mastigação do provador. Este resultado mostra que a adição de *S. platensis* não alterou os parâmetros de resistência do produto quando este estiver sendo ingerido pelos consumidores, sem levar em consideração a análise sensorial.

Tabela 7. Análise das amostras de barra de cereal para Força máxima de corte e Perfil de Textura (TPA).

	Parâmetros			
Amostras	Dureza (N)	Elasticidade	Mastigabilidade (N)	Coesividade
Controle (C)	234,20[a]	0,44[a]	20,35[a]	0,196[a]
S1	208,82[a]	0,47[a]	20,03[a]	0,197[a]
S3	210,76[a]	0,46[a]	19,15[a]	0,199[a]
S6	253,06[a]	0,41[a]	22,90[a]	0,204[a]

*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultado diferente foi obtido por Figueira et al. (2011) na elaboração de um pão sem glúten, o qual foi submetido à análise de TPA para avaliar a sua dureza. Nesse parâmetro, as amostras com 2, 3 e 4% de *S. platensis* apresentaram valores estatisticamente iguais para dureza; apenas a amostra com 5% obteve valores maiores que as demais.

A análise sensorial do produto mostrou que todos os parâmetros, a saber: cor, sabor, aroma, textura e impressão global, foram afetadas, com diminuição da nota, pelo enriquecimento com *S. platensis*. No entanto, em relação à Dureza e TPA das mesmas, nenhuma alteração significativa foi percebida.

CONCLUSÃO

O enriquecimento da barra de cereal com biomassa de *S. platensis* é viável e demonstra um incremento proteico importante. A cor foi considerada um atributo não favorável, mas o enriquecimento não afetou o sabor com adição de no máximo 1% de *S. platensis*. Mudanças na formulação se fazem necessárias com a finalidade de melhorar a cor do novo produto e assim reverter os resultados não satisfatórios da análise sensorial.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Resolução nº12, de 2 de Janeiro de 2001. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES>. Acessos em 06 de ago. 2015.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 359, de 23 de dezembro de 2003.** Aprova o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Publicado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em:<http://www.mp.ba.gov.br/atuacao/ceacon/legislacao/alimentos/resolucao_RDC_ANVISA_359_2003.pdf>. Acesso em: 29 dez 2015.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **VII Lista dos novos ingredientes aprovados – Comissões Tecnocientíficas de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos.** 2008. Disponível em URL: http://s.anvisa.gov.br/wps/s/r/cs. Acesso em 16 de jul. 2015.

ANGELUCCI, E.; CARVALHO, L. R.; CARVALHO, N. R. P.; FIGUEIREDO, B. I.; MANTOVANI, B. M. D.; MORAES, M. R.

Análise química de alimentos, Campinas: Edusp, 1987. 123p.

AVILA-LEON, I. A. **Estudo do cultivo de *Spirulina platensis* por processo continuo com ureia como fonte de nitrogênio**. 2010. 98f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Fermentação). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BOLANHO, B. C.; EGEA, M. B.; JÁCOME, A. L. M.; CAMPOS, I.; CARVALHO, J. C. M. C.; DANESI, E. D. G**. Antioxidant and nutritional potential of cookies enriched with *Spirulina platensis* and sources of fibre.** Journal of Food and Nutrition Research, vol. 53, n.2, p.171–179, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução CNNPA n. 12, de 1978: Normas Técnicas Especiais**. Disponível em:< http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/12_78.pdf>. Acesso em 24 de jun. 2016.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. **Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre**. Revista Brasileira de Fruticultura, vol. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos de Análise de Alimentos**. 2ª ed. Campinas: UNICAMP; 2003.

DERNER, R. B.; OHSE, S.; VILLELA, M.; CARVALHO, S. M.; FETT, R. **Microalgas, produtos e aplicações.** Ciência Rural, vol.36, n.6, p.1959-1967, 2006.

FEITOSA. L. R. G. F.; MACIEL, J. F.; BARRETO, T. A; MOREIRA, R. T. **Avaliação de qualidade do pão tipo francês por métodos instrumentais e sensoriais.** Semina: Ciências Agrárias, vol. 34, n. 2, p. 693-704, 2013.

FIGUEIRA, F. S.; CRIZEL, T. M.; SILVA, R. S.; SALAS-MELLADO, M. I. M. **Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis.*** Brazilian Journal of Food and Technology, vol. 14, n. 4, p. 308-316, 2011.

FREITAS, D. G. C, MORETTI, R. H. **Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor proteico e vitamínico.** Ciência e Tecnologia de Alimentos**,** vol.26, n2, p.318-324, 2006.

GOMES, R. G.; PENNA, A. L. B. **Características reológicas e sensoriais de bebidas lácteas funcionais**. Ciências Agrárias, vol. 30, n. 3, p. 629-646, 2009.

HABIB, M. A. B.; PARVIN, M.; HUNTINGTON, T. C, HASAN, M. R. **A review on culture, production and use of *Spirulina platensis* as food humans and feeds for domestic animals and fish**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. n.1034, p.1-33, 2008.

IAL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos.** 1ª ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020p.

LEMES, A. C.; TAKEUCHI, K. P.; CARVALHO, J. C. M.; DANESI, E. D. G. **Fresh pasta production enriched with *Spirulina platensis* biomass.** Brazilian Archives of Biology and Technology, vol. 55, n. 5, p. 741-750, 2012.

LÓPEZ, E. P. **Superalimento para un mundo en crisis: *Spirulina platensis* a bajo costo.** IDESIA, vol.31, n. 1, p.135-139, 2013.

MATSUDO, M. C. **Cultivo de *Spirulina platensis* por processo descontínuo alimentado repetitivo utilizando ureia como fonte de nitrogênio.** 2006. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade de São Paulo, 2006.

MENDES, N. S. R.; GOMES-RUFFI, C. R.; LAGE, M. E.; BECKER, F. S.; MELO, A. A. M.; SILVA, F. A.; DAMIANI., C. **Oxidative stability of cereal bars made with fruit peels and baru nuts packaged in different types of packaging**. Food Science and Technology, vol.33, n.4, p.730-736, 2013.

MORAIS, M. G.; MIRANDA, M. Z.; COSTA, J. A. V. **Biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis*: características físicoquímicas, sensoriais e digestibilidade**. Alimentos e Nutrição Araraquara, vol. 17, n.3, p.323-328, 2006.

Ministério da agricultura e reforma agrária. **Portaria nº 108, 4 setembro 1991.** Aprova os Métodos Analíticos para Controle de Alimentos para uso Animal. Diário Oficial (República Federativa do Brasil, Brasília), p.19814, 17 set. 1991. Seção 1. Disponível em: < http://www.cisoja.com.br/downloads/legislacao/anexo_PT_108.pdf>. Acesso em 10 de jun.de 2016.

MORETTO, E. **Introdução à ciência de alimentos**. 2.ed. Ampliada e revisada. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

ÖZYURT, G.; USLU, L.; YUVKA, I.; GÖKDOGAN, S.; ATCI, G.; AK, B.; ISIK, O. **Evaluation of the cooking quality**

characteristics of pasta enriched with *Spirulina platensis*. Journal of Food Quality, vol.38, n.4, p. 268–272, 2015.

RABELO, S. F.; LEMES, A. C.; TAKEUCHI, K. P.; FRATA, M. T.; CARVALHO J. C. M.; DANES, E. D. G**. Development of cassava doughnuts enriched with *Spirulina platensis* biomass.** Brazilian Journal of Food and Technology, vol.16, n. 1, p. 42-51, 2013.

SANTOS, J. R. **Determinação do teor de fibra alimentar em produtos hortofrutícolas.** Dissertação. 63f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar). Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa. Lisboa, 2013.

SHIMAMATSU, H. **Mass production of *Spirulina platensis* an edible microalga**. Hydrobiologia, vol. 512, n.1, p.39-44, 2004.

SILVA, F. A. S.. AZEVEDO, C. A. V. **Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, vol. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, F. D.; PANTE, C. F.; PRUDÊNCIO, S. H.; RIBEIRO, A. B. **Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais**. Alimentos e Nutrição, vol. 22, n. 1, p. 63-69, 2011.

SILVA, I. Q.; OLIVEIRA, B. C. F.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. **Cereal bar with the industrial residue of passion fruit.** Alimentos e Nutrição, vol. 20, n. 2, p. 321-329, 2009.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F.A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** 3ª ed. São Paulo, Logomarca Varela: 2010.

SZCZESNIAK, A. S. **Texture is a sensory property.** Food Quality and Preference, v.13, n.4, p. 215–225, 2002.

ZAID, A.A.; HAMMAD, D. M.; SHARAF, E. M. **Antioxidant and Anticancer Activity of *S. platensis* Water Extracts.** International Journal of Pharmacology. v. 11, n.7, p.846-851, 2015.