

BISCOITOS DE CHOCOLATE ENRIQUECIDOS COM *Spirulina platensis*: CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS, SENSORIAIS E DIGESTIBILIDADE

Michele Greque de MORAIS*
Martha Zavariz de MIRANDA**
Jorge Alberto Vieira COSTA*

■ **RESUMO:** As microalgas, como *Spirulina*, podem ser fonte de proteínas para alimentação humana, com a possibilidade de obter outros produtos como biopigmentos, vitaminas e lipídios. A biomassa obtida pode ser introduzida diretamente na dieta podendo auxiliar em casos de desnutrição. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-química, sensorial e digestibilidade de biscoitos de chocolate enriquecidos com a microalga *Spirulina platensis*. Foram elaborados quatro biscoitos de chocolate: controle (sem *Spirulina*) e biscoitos contendo 1,0; 3,0 e 5,0% de *Spirulina platensis*. O biscoito com adição de 5,0% de *Spirulina platensis* apresentou o conteúdo protéico 7,7% maior que o controle. Os biscoitos com adição de 1,0% de *S. platensis* apresentaram maior digestibilidade (86,9%) que os demais. Volume específico, espessura e fator de expansão não foram alterados pela adição de *Spirulina*. Não houve diferença significativa entre o biscoito controle e os biscoitos com adição de 5,0% nos atributos cor, crocância, mastigabilidade e maciez. Na avaliação questionamento de intenção de compra, comparando os biscoitos com adição de *S. platensis*, a amostra com maior aceitação pelos julgadores foi com 1,0% de *S. platensis*.

■ **PALAVRAS-CHAVE:** Biscoitos de chocolate; cianobactérias; desnutrição; microalgas; nutrientes.

INTRODUÇÃO

A tendência mundial é o desenvolvimento de alternativas mais produtivas que a agricultura tradicional, adaptada a diferentes climas e culturas. Essas alternativas devem permitir a distribuição mundial de alimentos que sejam produzidos utilizando energias renováveis, resíduos ou matérias-primas abundantes, como a energia fotossintética que mantém a vida na Terra.⁸

Muitos estudos têm sido desenvolvidos para obtenção de proteínas através de microrganismos com propósito

alimentício. A microalga *Spirulina* apresenta vantagens devido ao elevado teor protéico (60 - 70%) com conteúdo de aminoácidos similar aos recomendados pela FAO (Food and Agricultural Organization).¹⁴ Além disto, possui em sua biomassa vitaminas (especialmente B₁₂ e β-caroteno), minerais e pigmentos, como clorofila, carotenóides e ficocianina.¹⁰

As microalgas podem ser cultivadas em solos impróprios para agricultura e pecuária, utilizando águas salobras, salgada ou resíduos do processo de dessalinização. Algumas microalgas como *Spirulina* e *Chlorella* possuem o certificado GRAS (Generally Recognized As Safe), podendo ser utilizadas como alimento sem oferecer risco a saúde. Desde 23 de junho de 1981 a *Spirulina* foi legalmente aceita pelo FDA (Food and Drug Administration) que declarou que "A *Spirulina* é uma fonte de proteínas e contém várias vitaminas e minerais. Ela pode ser legalmente comercializada como alimento ou complemento alimentar desde que precisamente qualificada e livre de contaminantes e de adulteração com substâncias".⁵

As microalgas incrementam o conteúdo nutricional de alimentos convencionais afetando positivamente a saúde de humanos e animais. Estudos pré-clínicos e clínicos sugerem que a *Spirulina* possui efeitos terapêuticos, tais como redução do colesterol no sangue, proteção contra alguns cânceres, aumento do sistema imune, aumento dos lactobacilos intestinais, redução da nefrotoxicidade por metais pesados e medicamentos, proteção contra a radiação, redução da hiperlipidemia e obesidade.¹⁸ Segundo Hirahashi et al.,⁹ o extrato aquoso de *Spirulina* inibiu a replicação do HIV em células T humanas e promoveu a ativação do sistema imune através do aumento na produção de Interferon. Outro trabalho relatou que a exposição de células escamosas cancerígenas de hamster ao extrato de *Spirulina* causou uma regressão total do tumor em 30 dos animais.¹⁷ Mathew et al.,¹² utilizando extrato bruto de *Spirulina fusiformis*, observaram reversão de pequenas e homogêneas lesões de câncer oral. Mishima et al.¹³ demonstraram redução em metástases pulmonares através da prevenção, da adesão e migração de células tumorais, usando um novo polissacarídeo

*Laboratório de Engenharia Bioquímica - Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG -96201-900 - Rio Grande - RS - Brasil .

**Embrapa Trigo - 99001-970 - Passo Fundo - RS - Brasil.

sulfatado derivado da *Spirulina platensis* chamado Calcio Spirulan.

Embora não constitua um alimento básico como o pão, os biscoitos são aceitos e consumidos por pessoas de qualquer idade. Sua longa vida de prateleira permite que sejam produzidos em grande quantidade e largamente distribuídos.⁷

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-química, sensorial e digestibilidade de biscoitos de chocolate enriquecidos com a microalga *Spirulina platensis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Formulações dos biscoitos

Para obtenção dos biscoitos foram usados: farinha de trigo, *Spirulina platensis* em pó, açúcar mascavo, mel, sal, fermento químico, canela, chocolate em pó e gordura vegetal hidrogenada (GVH). Foram elaborados quatro tipos de biscoitos: *controle* (sem adição de *Spirulina*) e biscoitos contendo 1,0; 3,0 e 5,0% de biomassa seca de *Spirulina* em relação a quantidade de farinha adicionada (Tabela 1).

Elaboração dos biscoitos

Para a elaboração de biscoitos contendo *Spirulina platensis*, primeiramente foram realizados testes preliminares elaborando biscoitos com proporções variadas de ingredientes; depois determinou-se a quantidade de ingredientes e os fatores a serem estudados. Misturou-se todos os ingredientes secos e depois adicionou-se mel e água (de acordo com a absorção da farinha). Foi realizada a mistura e a modelagem da massa e em seguida cortou-se no formato desejado. Depois os biscoitos foram levados ao forno a 200°C por 10 min.

Análises realizadas

Composição química da farinha de trigo e dos biscoitos: foram determinadas umidade, cinzas, carboidratos,⁴ proteína (micro-Kjeldahl), lipídios (Sohxlet)² e fibra bruta (método de Van Soest).³ Foi determinado o número de queda na farinha pelo método 56-81,¹ e teste de alveografia, de acordo com método 54-30A.¹

Digestibilidade "in vitro": foi determinada de acordo com Furlong et al.⁶

Características físicas dos biscoitos: Foram determinadas espessura dos biscoitos, com paquímetro; fator de expansão (FE), que é a razão do diâmetro pela espessura; e volume específico (VE), que é a relação entre o volume e a massa dos biscoitos. Todas medidas em 8 replicatas.

Análise sensorial dos biscoitos: amostras de biscoitos foram distribuídas aos consumidores à temperatura ambiente em recipiente codificado, com 3 dígitos. A avaliação sensorial foi realizada por uma equipe de 33 julgadores, funcionários e estagiários da Embrapa Trigo (Passo Fundo, RS) de ambos os sexos e com idade entre 25 e 40 anos, representativos do público consumidor. O procedimento foi efetuado em sala com luz branca, equivalente à luz do dia. A sessão foi conduzida apresentando-se quatro amostras de biscoitos correspondentes às quatro formulações diferentes que variaram a quantidade adicionada de biomassa seca da microalga *Spirulina platensis*. Foi usado teste de perfil de atributos com escala hedônica de 5 pontos que abrangia de péssimo (1) a ótimo (5), para os atributos aparência, maciez, crocância, mastigabilidade e sabor; e ausente (1) a intenso (5) para cor e aroma. Os julgadores também foram questionados quanto a intenção de compra dos produtos, em escala de 1 a 3 (1 = compraria, 2 = talvez comprasse, 3 = não compraria). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Tabela 1 - Formulação dos biscoitos de chocolate controle e contendo diferentes proporções de *Spirulina*.

Ingredientes (g)	Controle	1,0%	3,0%	5,0%
Farinha de trigo	225	225	225	225
Açúcar mascavo	45	45	45	45
Sal	2,10	2,10	2,10	2,10
Mel	45	45	45	45
GVH	70	70	70	70
Fermento	5	5	5	5
Canela	1,80	1,80	1,80	1,80
Chocolate	30	30	30	30
<i>S. platensis</i>	-	2,25	6,75	11,25

Análise estatística

Os resultados de caracterização química, física, digestibilidade e análise sensorial foram tratados através de análise de variância (ANOVA) e teste de Duncan para comparação de médias em um intervalo de confiança de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A farinha de trigo utilizada para elaboração dos biscoitos apresentou 13,3% de umidade, 0,4% de cinzas, 14,5% de proteína, 1,5% de lipídios, 0,4% de fibra bruta e 83,4% de carboidratos. O número de queda apresentou-se adequado para biscoitos (291 s). O teste de alveografia indicou glúten balanceado (P/L = 0,7) e força de glúten intermediária (W = 181.10-4 J).

A Tabela 2 apresenta a composição química dos biscoitos enriquecidos com *S. platensis*. A umidade obtida nos quatro biscoitos não apresentou diferença significativa ($p > 0,060$), com valores entre 7,3 e 7,5%. O conteúdo de cinzas, apresentando valores em torno de 0,4, também não apresentou diferença ($p > 0,050$) entre as amostras. Santucci et al.¹⁶ alcançaram 6,6% de umidade e 2,0% de cinzas em biscoitos enriquecidos com 5,0% de extrato de levedura *Saccharomyces* sp. Em biscoitos tipo *cookie* enriquecidos com concentrado protéico de caseína Krüger et al.¹¹ obtiveram 8,4% de umidade e 2,4% de cinzas, entretanto com *snacks* também enriquecido com concentrado protéico de caseína obtiveram 5,4% de umidade e 4,1% de cinzas.

A microalga *Spirulina* apresenta na sua biomassa cerca de 64 a 74% de proteína em base seca, sendo possível um acréscimo nessa concentração de acordo com a condição de cultivo. Esta concentração é superior às melhores fontes comerciais de proteínas, podendo ser explorada em grande escala, gerando uma alternativa lucrativa ao setor primário. A proporção de proteínas desta microalga é superior à

observada na carne de pescado (15,0 - 25,0%), soja (35,0%), leite em pó (35,0%), ovos (12,0%), cereais (8,0 - 14,0%) e leite integral (3,0%).⁸

O aumento da concentração de *S. platensis* no biscoito causou um incremento no conteúdo protéico, que no biscoito contendo adição de 5,0% de *S. platensis* foi 7,7% maior (11,10%, $p < 0,001$) que os biscoitos controle (10,3%) Santucci et al.¹⁶ alcançaram 9,3% de proteína em biscoitos enriquecidos com 5,0% de extrato de levedura *Saccharomyces* sp. Krüger et al.¹¹ obtiveram 17,6 e 10,3% de proteínas em biscoitos tipo *cookie* e *snacks*, respectivamente, enriquecidos com concentrado protéico de caseína. Segundo Krüger et al.¹¹ um biscoito tipo *cookie* comercial apresenta em torno de 7,3% de proteína.

A *Spirulina* pode ser adequada como fonte de proteína entre populações subnutridas. As quatro doenças de saúde pública que prevalecem são desnutrição protéico-calórica, anemia nutricional, xerofthalmia e bócio endêmico. A composição da *Spirulina* combate cada um desses problemas através de seu conteúdo de proteína (contra desnutrição protéico-calórica), ferro e vitamina B₁₂ (contra anemia), provitamina A (contra xerofthalmia) e iodo (contra bócio).¹⁸ Mesmo a suplementação de pequenas quantidades de *Spirulina* pode minimizar o aparecimento dessas três doenças.

O conteúdo lipídico das amostras controle e com adição de 1,0 e 3,0% de *S. platensis* não apresentaram diferença significativa ($p > 0,214$). O biscoito contendo 5,0% de biomassa apresentou menor conteúdo lipídico (18,6%, $p < 0,011$), provavelmente devido ao maior conteúdo protéico nessa amostra. Santucci et al.¹⁶ alcançaram 15,8% de lipídios em biscoitos enriquecidos com 5,0% de extrato de levedura *Saccharomyces* sp. O conteúdo lipídico de biscoitos tipo *cookie* e *snack* enriquecidos com concentrado protéico de caseína foram 10,3 e 14,0%, respectivamente.¹¹

O conteúdo de fibra bruta não apresentou diferença significativa ($p > 0,136$) entre os biscoitos, obtendo-se valores

Tabela 2 - Composição química e digestibilidade (%) dos biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis* (Sp) com quantidades variando de 0 (controle) a 5,0% (base seca).

Biscoito	Umidade	Cinzas	Proteína	Lipídios	FB	CHO	DGB
Controle	7,4 ^a ±0,1	0,42 ^a ±0,0	10,3 ^a ±0,1	18,9 ^a ±0,1	1,7 ^a ±0,1	67,9 ^a ±0,5	74,8±0,0
1,0% Sp	7,5 ^a ±0,1	0,44 ^a ±0,0	10,4 ^a ±0,1	18,9 ^a ±0,1	1,7 ^a ±0,1	67,7 ^a ±0,0	86,9±0,1
3,0% Sp	7,5 ^a ±0,1	0,43 ^a ±0,0	10,9 ^b ±0,1	18,8 ^{ab} ±0,1	1,9 ^a ±0,1	68,4 ^b ±0,1	82,6±0,1
5,0% Sp	7,3 ^a ±0,1	0,4 ^a ±0,0	11,1 ^b ±0,1	18,6 ^b ±0,0	1,8 ^a ±0,1	68,6 ^b ±0,1	86,4±0,1

FB = Fibra Bruta; CHO = carboidratos; DGB = digestibilidade. Média ± desvio padrão. Nas colunas, as médias seguidas de letras iguais, não diferem significativamente pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

entre 1,7% (controle) e 1,9% (3,0% de *S. platensis*). Krüger et al.¹¹ obtiveram 6,1 e 3,5% de fibra em biscoitos tipo *cookie* e *snacks*, respectivamente, ambos enriquecidos com concentrado protéico de caseína. O conteúdo de carboidratos foi maior ($p < 0,013$) nas amostras com 3,0 e 5,0%, apresentando valores de 68,4 e 68,6%, respectivamente. O conteúdo de carboidratos dos biscoitos tipo *cookie* e *snacks* elaborados por Krüger et al.¹¹ foram 55,2 e 52,7%. Santucci et al.¹⁶ alcançaram 2,2% de fibras e 64,1% de carboidratos em biscoitos enriquecidos com 5,0% de extrato de levedura *Saccharomyces* sp.

Experimentos realizados com ratos, determinaram que não existe nenhuma toxicidade crônica ou subcrônica, mutagênicidade ou teratogênicidade e nenhum efeito adverso na reprodução ou lactação dos animais avaliados quando esses são alimentados com níveis de 10 a 30% de *Spirulina* na sua dieta. Testes sobre alergias dermatológicas foram realizados sem sinais de eritemas ou edemas nas 24 horas posteriores a aplicação, e após um período de 2 semanas posteriores à mesma. Não foram relatados desconfortos ou sintomas tóxicos, nem diferença no peso dos órgãos ou anomalias histológicas.¹⁵

Os maiores valores obtidos de digestibilidade foram 86,9 % (1,0 % de *S. platensis*, $p < 0,001$) e 86,4% (5,0 % de *S. platensis*, $p < 0,001$). A amostra controle apresentou menor digestibilidade (74,8 %, $p < 0,001$). A digestibilidade dos biscoitos contendo 1,0% de *S. platensis* aumentou em média 16,2% em relação ao biscoito controle. Santucci et al.¹⁶ alcançaram 88,9% de digestibilidade em biscoitos enriquecidos com 5,0% de extrato de levedura *Saccharomyces* sp.

Ao contrário de outros microrganismos utilizados como fontes de proteínas, a *Spirulina* não contém parede celulósica, e sim uma cobertura de mucopolissacarídeos brandos, relativamente frágil, isto explica a boa digestibilidade de suas proteínas.¹⁸ Isso constitui uma vantagem considerável desde o ponto de vista da simplicidade de produção, assim como a preservação dos constituintes que se encontram em altas concentrações, como as vitaminas

e ácidos graxos poliinsaturados.

Na Tabela 3, pode-se observar que a adição de diferentes concentrações de *S. platensis* não causou diferença na espessura ($p > 0,183$), fator de expansão ($p > 0,087$) e volume específico ($p > 0,233$) dos biscoitos. O volume específico é afetado por vários fatores, como a qualidade dos ingredientes usados na formulação da massa, especialmente a farinha e os tratamentos usados durante o processamento. A amostra contendo 5,0% de biomassa seca apresentou maior diâmetro ($p < 0,01$) que os biscoitos controle e contendo 1,0 e 3,0% de *S. platensis*.

Os principais critérios de avaliação de farinha de trigo para produção de biscoitos são o diâmetro e a espessura. Geralmente o maior diâmetro do biscoito está associado a trigo de dureza mole, de baixo teor de proteínas e que produzem farinha de quebra em maior quantidade e com pequeno tamanho de partícula.⁷ Segundo Yamamoto et al.,¹⁹ o fator de expansão prediz melhor a qualidade do uso final da farinha de trigo para a produção de biscoitos.

Quanto a massa dos biscoitos, somente a amostra com adição de 3,0% de *S. platensis* diferiu significativamente das demais ($p < 0,030$). A variação da massa das amostras antes do assamento deve-se provavelmente às diferenças na capacidade de absorção de água pelos constituintes dos biscoitos, como proteínas, amido e pentosanas.⁷

A Tabela 4 e Figura 1 apresentam a avaliação dos julgadores no teste de perfil de atributos às amostras de biscoitos de chocolate enriquecidos com *S. platensis*. Na análise sensorial em relação à aparência observou-se que as amostras contendo 1,0 e 3,0% de *S. platensis* não diferiram significativamente ($p > 0,071$) do biscoito controle.

Quanto a cor e maciez os julgadores não observaram diferença ($p > 0,163$) entre as quatro amostras estudadas. A cor é um dos principais parâmetros a ser considerado em estudos com adição de microalgas. Dependendo da quantidade adicionada os biscoitos podem escurecer afetando sua aparência e, conseqüentemente, ser rejeitado pelos consumidores. A adição de chocolate pode ser uma alternativa para atenuar estes efeitos.

Tabela 3 - Características físicas dos biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis* (Sp) com quantidades variando de 0 (controle) a 5,0% (base seca).

Biscoito	Massa antes do forno (g)	Massa após forno (g)	Espessura (cm)	Diâmetro (cm)	Fator Expansão	VE (mL.g ⁻¹)
Controle	6,46 ^a ±0,18	5,84 ^a ±0,20	0,97 ^a ±0,07	3,06 ^a ±0,11	3,44 ^a ±0,30	1,37 ^a ±0,30
1,0% Sp	6,19 ^a ±0,16	5,58 ^a ±0,20	0,88 ^a ±0,04	3,12 ^a ±0,07	3,81 ^a ±0,25	1,59 ^a ±0,36
3,0% Sp	5,77±0,43	5,20±0,38	0,94 ^a ±0,19	3,10 ^a ±0,07	3,62 ^a ±0,54	1,60 ^a ±0,36
5,0% Sp	6,67 ^a ±0,17	5,92 ^a ±0,45	0,94 ^a ±0,06	3,32±0,12	3,56 ^a ±0,25	1,51 ^a ±0,28

VE = volume específico. Média ± desvio padrão. Nas colunas, as médias seguidas de letras iguais, não diferem significativamente pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

As 3 amostras com adição de *S. platensis* não apresentaram diferença ($p>0,412$) em relação ao aroma, entretanto diferiram do biscoito controle ($p<0,001$). Os julgadores não observaram diferenças ($p>0,050$) na mastigabilidade entre biscoitos controle e contendo 1,0 e 3,0% de *S. platensis*. Também não houve diferença na mastigabilidade entre as 3 amostras contendo *S. platensis*. As amostras com biomassa microalgal não apresentaram diferença quanto ao sabor.

No estudo realizado para verificar a intenção de compra do consumidor observou-se que os julgadores comprariam os três biscoitos enriquecidos com *S. platensis* (Figura 2). Em relação à preferência do consumidor comparando os quatro biscoitos estudados, 58% dos julgadores comprariam os biscoitos contendo adição de 1,0% de *S. platensis*, seguido do biscoito controle (57% dos julgadores), do biscoito com adição de 5,0% de *S. platensis* (50% dos julgadores) e com 3,0% de biomassa microalgal (40% dos julgadores).

CONCLUSÃO

O aumento da concentração de *S. platensis* nos biscoitos incrementou o conteúdo protéico e de carboidratos. O biscoito com adição de 5,0% de *S. platensis* apresentou o conteúdo protéico 7,7% maior que o controle, e o maior conteúdo de carboidratos foi 68,6%. Os biscoitos apresentaram o conteúdo lipídico entre 18,6% (5,0% de *S. platensis*) e 18,9% (controle). O teor de umidade, cinzas e fibra bruta não foi influenciada pela quantidade de *S. platensis* adicionada. A digestibilidade aumentou 16,2% com a adição de 1,0% de *S. platensis*.

A espessura, fator de expansão e volume específico não apresentaram diferenças significativas entre as amostras. Também não houve diferença entre os quatro biscoitos nos atributos cor, crocância, mastigabilidade e maciez.

Os resultados de caracterização físico-química, sensorial e digestibilidade permitiram concluir que a adição

Tabela 4 - Avaliação dos julgadores no teste de perfil de atributos às amostras de biscoitos de chocolate enriquecidos com *S. platensis*.

Amostra	Aparência	Cor	Aroma	Crocância	Mastigabilidade	Maciez	Sabor
Controle	3,8 ^a ±0,9	3,5 ^a ±0,9	3,7±0,9	3,8 ^a ±0,7	4,2 ^a ±0,6	3,7 ^a ±0,9	4,3±0,7
1,0% Sp	3,9 ^a ±0,8	3,9 ^a ±0,8	3,1 ^a ±0,9	3,3 ^b ±0,7	3,8 ^{ab} ±0,8	3,6 ^a ±0,9	3,7 ^a ±0,9
3,3% Sp	3,4 ^{ab} ±0,8	3,6 ^a ±0,9	2,9 ^a ±0,7	3,4 ^{ab} ±0,9	3,7 ^b ±0,8	3,4 ^a ±0,9	3,5 ^a ±0,9
5,0% Sp	3,2 ^b ±1,0	3,9 ^a ±1,2	3,0 ^a ±0,9	3,9 ^{ab} ±1,0	3,8 ^{ab} ±0,9	3,6 ^a ±0,8	3,7 ^a ±1,0

Média ± desvio padrão. Nas colunas, as médias seguidas de letras iguais, não diferem significativamente pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

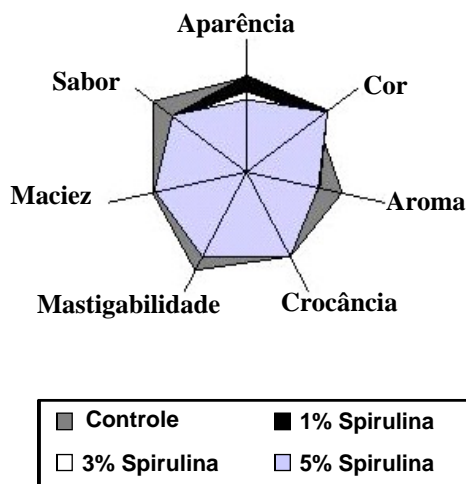


FIGURA 1 - Perfil sensorial de biscoitos de chocolate enriquecidos com *S. platensis*.

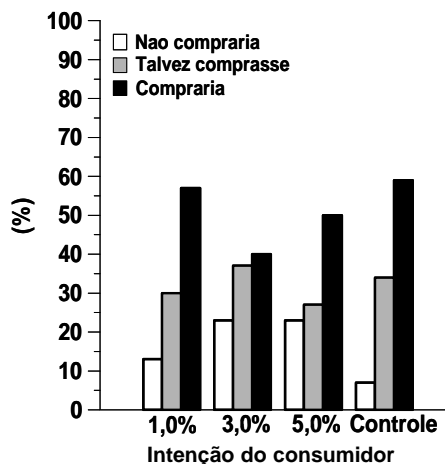


FIGURA 2 - Intenção de compra de biscoitos adicionados de 1,0; 3,0 e 5,0% de *Spirulina platensis*.

de biomassa seca de *S. platensis* aumentou o conteúdo de carboidratos, proteínas, digestibilidade e aceitação dos julgadores. Na avaliação da intenção de compra, comparando os biscoitos com adição de *S. platensis*, a amostra com maior aceitação pelos julgadores foi com 1,0% de *S. platensis*.

MORAIS, M.G.; MIRANDA, M.Z.; COSTA, J.A.V. Chocolate cookies enriched with *Spirulina platensis*: physico-chemical, sensorial and digestibility characteristics. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v.17, n.3, p.323-328, jul./set. 2006.

■ **ABSTRACT:** The microalgae, like *Spirulina*, can be an alternative source of protein for food, with the possibility of obtaining other products like pigments, vitamins and lipids. The biomass obtained can be introduced directly in the diet and it can be used in cases of desnutrition. The main of this work was to evaluate the physico-chemical, sensorial and digestibility characteristics, of chocolate cookies enriched with the microalga *Spirulina platensis*. Four chocolate cookies were elaborated: control (without *Spirulina*) and cookies with 1.0; 3.0 and 5.0% of *Spirulina platensis*. The chemical composition of cookies with *Spirulina* did not present notable differences in relation to the cookie control, except for protein content, which increased 7.7% with addition of 5.0% of dry biomass. The cookies with addition of 1.0% of *S. platensis* presented larger digestibility (86.9%) than the others. Specific volume, thickness and expansion factor were not altered by the addition of *Spirulina*. There was not significant difference among the cookie control and the cookies with addition of 5.0% in the color, crispness, chewiness and tenderness attributes.

■ **KEYWORDS:** Chocolate cookies; cianobactéria; desnutrition; microalgae; nutrients.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods**. 10th ed. Saint Paul, 2000. p. 46.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12th ed. Washington, D.C., 1997. cap. 2, p. 15. cap. 4, seção 4.5.0.1.
3. BRASIL. Portaria n.108, 4 set. 1991. apud Van SOEST, P. J.; Mc QUEEN, R.W. The chemistry and estimation of fiber. *Proc. Nutr. Soc.*, London, v. 32, n. 3, p. 123-130, 1973.
4. CHAMORRO, G. et al. Actualización en la farmacología de *Spirulina* (*Arthrospira*), un alimento no convencional. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 52, n. 3, p. 374-378, 2002.
5. FOX, R. D. ***Spirulina* production & potencial**. Aix-en-Provence: Edisud, 1996. p. 89.
6. FURLONG, E. B. et al. Avaliação nutricional de uma massa alimentícia seca à base de plasma bovino. *Alim. Nutr.*, v. 11, n. 1, p. 35-42, 2000.
7. GUTKOSKI, L. C. et al. Avaliação de farinhas de trigos cultivados no Rio Grande do Sul na produção de biscoitos. *Ciênc. Tecnol. Alim.*, v. 23, p. 91-97, 2003.
8. HENRIKSON, R. **Microalga *Spirulina*: superalimento del futuro**. Barcelona: Urano, 1994. p. 65.
9. HIRAHASHI, T. et al. Activation of the human innate immune system by *Spirulina*: augmentation of interferon and NK cytotoxicity by oral administration of hot water extract of *Spirulina platensis*. *Int. Immunopharm.*, v. 2, p. 423-434, 2002.
10. JIMÉNEZ, C. et al. The feasibility of industrial production of *Spirulina* (*Arthrospira*) in southern Spain. *Aquaculture*, v. 217, p. 179-190, 2003.
11. KRÜGER, C. C. H. et al. Biscoitos tipo "cookie" e "snack" enriquecidos, respectivamente, com caseína obtida por coagulação enzimática e caseinato de sódio. *Ciênc. Tecnol. Alim.*, v. 23, p. 81-86, 2003.
12. MATHEW, B. et al. Evaluation of chemoprevention of oral cancer with *Spirulina fusiformis*. *Nutr. Câncer*, v. 24, p. 197-202, 1995.
13. MISHIMA, T. et al. Inhibition of tumor invasion and metastasis by calcium spirulan (Ca-SP), a novel sulfated polysaccharide derived from a blue-green alga, *Spirulina platensis*. *Clin. Exp. Metastasis*, v. 16, p. 541-550, 1998.
14. PELIZER, L. H. et al. Influence of inoculum age and concentration in *Spirulina platensis* cultivation. *J. Food Eng.*, v. 56, p. 371-375, 2003.
15. SALAZAR, M. et al. Subchronic toxicity study in mice fed *Spirulina máxima*. *J. Ethnopharm.*, v. 62, p. 235-241, 1998.
16. SANTUCCI, M. C. C. et al. Efeito do enriquecimento de biscoito tipo água e sal, com extrato de levedura (*Saccharomyces* sp.). *Ciênc. Tecnol. Alim.*, v. 23, p. 441-446, 2003.
17. SCHWARTZ, J. L. et al. Prevention of experimental oral cancer by extracts of *Spirulina-Dunaliella* algae. *Nutr. Câncer.*, v. 11, p. 127-134, 1998.
18. VONSHAK, A. ***Spirulina platensis* (*Arthrospira*) physiology, cell-biology and biotechnology**. London Taylor & Francis, 1997. p. 43.
19. YAMAMOTO, H. et al. Rheological properties and baking qualities of selected soft wheats grown in the United States. *Cereal Chem.*, v. 73, n. 2, p. 215-221, 1996.