

## Bolo *light*, *diet* e com alto teor de fibras: elaboração do produto utilizando polidextrose e inulina

### Preparing a light, diet and high fiber contents-containing cake formulation adding polydextrose and inulin

RIALA6/1373

Maria Carliana MOTA<sup>1</sup>, Silvia Silveira CLARETO<sup>2</sup>, Eveline Monteiro Cordeiro DE AZEREDO<sup>1</sup>, Dione Moreira DE ALMEIDA<sup>1</sup>, Ana Lúcia Leite MORAES<sup>2\*</sup>

\* Endereço para correspondência: <sup>2</sup>Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Alfenas, Campus Alfenas, Rua Gabriel Monteiro, 700, Centro, Alfenas, MG, Brasil, CEP: 37130000, E-mail: aleitemoraes@unifal-mg.edu.br

<sup>1</sup>Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Alfenas

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alfenas-MG, em 30/06/2008, número de protocolo: 23087.001035/2007-33.

Recebido: 24.11.2010 – Aceito para publicação: 29.06.2011

#### RESUMO

Neste estudo foi desenvolvida uma formulação para bolos com baixo conteúdo calórico, isento de açúcar e com alto teor de fibras, para obter alimento *light*, *diet* e com propriedades funcionais. Os percentuais de polidextrose e emulsificante adicionados em substituição à gordura foram estabelecidos pela Metodologia de Superfície de Resposta. A inulina foi adicionada como fonte de fibras nas proporções de 6%, 12%, 18% e 24%. Os parâmetros avaliados foram densidade específica da massa crua, volume específico, aceitação e aparência dos bolos. A formulação com 100% de substituição por polidextrose e adição de 1,5% de emulsificante obteve as melhores notas nos atributos avaliados e apresentou redução calórica de 30%, o que possibilita sua classificação como alimento *light*. Essa formulação pode ainda ser classificada como: “alimento com baixo teor de gorduras”, pois o teor de gordura total foi menor do que 3 g/100 g do produto; e, ainda, como alimento *diet*, pela isenção de sacarose em sua preparação. A adição de 18% de inulina na formulação *light/diet* resultou em produto com alto teor de fibras (7,44 g/100 g). A formulação de bolo obtida é alimento saudável e saboroso que pode ser incluído na alimentação dos consumidores com necessidades especiais e daqueles preocupados com a saúde.

**Palavras-chave.** inulina, polidextrose, fibras da dieta, alimentos funcionais, bolo.

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to develop a formulation for preparing low-caloric, sugar-free and high fiber contents-containing cakes, in order to obtain a light, diet food and with functional properties. The percentages of added polydextrose and emulsifier for replacing the fat were established by Response Surface Methodology. Inulin was added as a source of fiber in the proportions of 6, 12, 18 and 24%. The products were evaluated on raw dough specific density, specific volume, cakes acceptance and appearance. The formulation with 100% fat replacement and 1.5% emulsifier addition showed the highest attributes ranks and calorie reduction was around 30% and being classified as light food. This formulation can be further classified as “food with low fat” because the total fat contents was lower than 3 g/100 g of product and as “diet” food due to the absence of sucrose in its preparation. Enrichment of light/diet formulation with 18% inulin resulted in a product containing high fiber contents (7.44 g/100 g). The final cake product is a healthy and tasty food which might be included in diet of consumers with special needs and those who care for health.

**Keywords.** inulin, polydextrose, dietary fiber, functional food, cake.

## INTRODUÇÃO

A demanda e o consumo de alimentos com baixo teor de gorduras e de baixa caloria são cada vez maiores<sup>1</sup>. Isso ocorre porque os consumidores estão mais conscientes da relação existente entre alimentação e saúde<sup>2</sup>. Essa também é uma tendência em relação aos alimentos funcionais, que desempenham importante papel metabólico ou fisiológico nas funções do organismo, prevenindo agravos à saúde<sup>3</sup>.

Para satisfazer às expectativas desse mercado consumidor cada vez mais exigente, a indústria alimentícia tem empregado em seus produtos, ingredientes capazes de manter as características sensoriais das versões tradicionais, mas que apresentem um menor teor de gorduras e calorias<sup>4</sup>. Dentre esses ingredientes destacam-se os substitutos de gorduras e a inulina.

Segundo a American Dietetic Association (ADA)<sup>5</sup> os substitutos de gorduras podem ser utilizados nos alimentos para desempenhar as mesmas funções da gordura, garantindo suas propriedades funcionais e sensoriais, mas com teor calórico significativamente reduzido. A polidextrose é um substituto de gorduras à base de carboidratos e tem sido utilizada para a substituição do açúcar ou gorduras nos produtos alimentícios da área de panificados<sup>6</sup>.

A inulina é um polímero de frutose encontrada em plantas sob a forma de carboidratos de reserva e apresenta propriedades funcionais de grande importância para a indústria de alimentos e para a saúde dos consumidores<sup>7</sup>. A inulina tem sido utilizada para enriquecer com fibras diversos produtos alimentícios<sup>8,9</sup>. Diferentemente de outras fibras, a inulina não tem sabores adicionais, podendo enriquecer os alimentos sem alterar muito a viscosidade, a aparência e o sabor<sup>10</sup>. Além disso, ela é considerada um ingrediente funcional, uma vez que exerce influência sobre processos fisiológicos e bioquímicos do organismo, resultando em melhoria da saúde e na redução do risco de aparecimento de diversas doenças<sup>11</sup>.

As pesquisas para o desenvolvimento de bolos com menor conteúdo calórico associam a substituição da gordura com a adição de emulsificantes<sup>12-15</sup>. Além da própria formação de emulsões, os emulsificantes exercem outras funções importantes na massa de produtos assados como o bolo, como a formação de complexos com amido, interação com proteínas e principalmente a aeração, favorecendo o volume final da preparação<sup>12</sup>.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi elaborar uma formulação para bolos com menor conteúdo energético e isento de açúcar, possibilitando classificá-la como *light* e *diet*. Além disso, procurou-se aumentar seu teor de fibra alimentar para caracterizá-la como “alto teor de fibras”, conferindo-o uma propriedade funcional.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Aspectos éticos

Este estudo foi previamente submetido para avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), tendo sido aprovado em 30 de junho de 2008, sob o número de protocolo 23087.001035/2007-33.

### Seleção dos ingredientes

Inicialmente foram realizados testes preliminares para seleção do substituto de gorduras, emulsificante e edulcorantes. Nessa fase selecionou-se a polidextrose (Tovani Benzaquen) como substituto de gorduras, o emulsificante Glintex - do tipo mono e diglicerídeos (Lida Mercantil Ltda) - e os edulcorantes isomalte e sucralose (Dumondo Ingredientes). Também determinou-se a quantidade de cada edulcorante (isomalte e sucralose), necessária para substituição do açúcar nas formulações do ensaio experimental.

Os ingredientes utilizados na formulação do bolo padrão foram: 100 g de farinha de trigo (Sol<sup>®</sup>); 3 g de fermento químico (Dr. Oetker<sup>®</sup>); 1 g sal (Cisne<sup>®</sup>); 7 g de leite em pó desnatado (Molico<sup>®</sup>); 75 mL de água mineral (Lindóia<sup>®</sup>); 1 unidade de ovo *in natura*; 80 g açúcar refinado (União<sup>®</sup>); e 24 g de gordura vegetal hidrogenada (Saúde<sup>®</sup>). Nas formulações elaboradas para os ensaios experimentais foram utilizados os mesmos ingredientes com as mesmas quantidades do bolo padrão, com exceção do açúcar refinado e da gordura vegetal hidrogenada. O açúcar refinado foi substituído por 60 g de isomalte e por 0,06 g de sucralose. A substituição da gordura vegetal hidrogenada por polidextrose e a adição de emulsificante (em relação ao peso final da massa crua do bolo padrão) foram determinadas de acordo com o delineamento experimental.

### Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi realizado seguindo-se um planejamento estatístico fatorial

completo do tipo 2<sup>2</sup>, com três pontos centrais e quatro axiais, totalizando 11 ensaios, conforme apresentado na Tabela 1. O nível de substituição utilizado para a variável independente porcentagem de polidextrose, variou de 80 a 100%. Para a variável independente porcentagem de emulsificante, o nível de adição variou de 1,0% a 2,0%. Como variáveis dependentes foram avaliadas: o volume específico dos bolos; a densidade específica da massa crua e as notas obtidas na análise sensorial para os atributos aceitação e aparência.

Os resultados obtidos foram avaliados por meio da verificação dos efeitos significativos ( $p < 0,05$ ), da análise de variância (ANOVA) e da Metodologia de Superfície de Resposta, utilizando-se o programa *Statistica*, versão 5.0<sup>16</sup>.

### Preparo dos bolos

Em uma batedeira (marca ARNO, modelo Ciranda) foram batidas as claras até o ponto “de neve” por cinco minutos. Posteriormente adicionaram-se as gemas, a gordura hidrogenada e o emulsificante, batendo-se por mais dois minutos. Desligou-se a batedeira e foram colocados os ingredientes sólidos, previamente misturados: farinha de trigo, sal, fermento, leite em pó, isomalte e sucralose e adicionou-se a água. A massa foi homogeneizada manualmente e batida por mais um minuto na batedeira. Em seguida foram pesados 46 g de massa crua em forminha metálica individual do tipo “pão-de-mel”, revestida com forminha de papel n° 0. Os bolos foram assados durante 15 minutos a 180 °C em forno pré-aquecido durante 10 minutos.

O rendimento final de cada formulação foi de seis unidades com 40 g cada, o que corresponde a uma porção individual.

### Características físicas

Para a determinação do volume específico, foram cortadas e pesadas fatias cilíndricas de 3 cm de diâmetro de cada formulação elaborada. Em uma proveta graduada contendo sementes de painço, foi determinado o volume ocupado por cada pedaço de bolo por meio do deslocamento das sementes<sup>17</sup>.

As medições foram feitas em triplicata e o resultado foi calculado em mL/g. A densidade específica da massa crua foi determinada através da divisão da quantidade de massa (g), presente em um béquer pelo volume do mesmo (mL)<sup>14</sup>.

**Tabela 1.** Delineamento experimental completo (2<sup>2</sup>) para a obtenção do bolo *light* e *diet*

Ensaios	% de polidextrose	% de emulsificante do tipo mono e diglicerídeos
1	-1 (82,91)	-1 (1,15)
2	+1 (97,09)	-1 (1,15)
3	-1 (82,91)	+1 (1,85)
4	+1 (97,09)	+1 (1,85)
5	0 (90,00)	0 (1,50)
6	0 (90,00)	0 (1,50)
7	0 (90,00)	0 (1,50)
8	-1,414 (80,00)	0 (1,50)
9	+1,414 (100,00)	0 (1,50)
10	0 (90,00)	-1,414 (1,00)
11	0 (90,00)	+1,414 (2,00)

### Análise sensorial

Durante o decorrer do estudo foram realizadas três análises sensoriais, sendo: 1) avaliação da substituição da gordura por polidextrose e adição de emulsificante; 2) avaliação da adição de inulina e 3) escolha de potenciais sabores para a formulação, com a participação voluntária de 36, 40 e 38 avaliadores não treinados, respectivamente. Todos os voluntários que concordaram em participar das análises sensoriais assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Devido ao grande número de amostras (11 ensaios) para avaliação na primeira análise, optou-se por dividir essa avaliação em três dias consecutivos. No primeiro dia foram avaliados os ensaios: 1, 2, 3 e 4; no segundo dia os ensaios: 5, 6, 7 e 8 e no terceiro dia ensaios: 9, 10 e 11. Foram excluídas as opiniões dos julgadores que não compareceram em todos os três dias.

O julgamento das amostras foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Alfenas-MG. As avaliações foram conduzidas em cabines individuais e sob luz fluorescente. Na primeira e na segunda análise sensorial, foram utilizadas fichas de avaliação para julgar o grau de aceitação e aparência das formulações, por meio de uma escala hedônica de 9 pontos, em que 9 corresponde ao “gostei extremamente”, 5 corresponde a “indiferente” e o ponto 1 ao “desgostei extremamente”<sup>18</sup>.

Na terceira análise sensorial os julgadores expressaram sua preferência entre potenciais sabores para o bolo. Foi utilizada uma ficha contendo os sabores devidamente codificados com três dígitos, na qual os julgadores deveriam assinalar o sabor de maior

preferência. Também foi utilizada uma escala para expressar a atitude de compra em relação ao produto selecionado. Esta escala variou entre: “certamente compraria”, “possivelmente compraria”, “talvez comprasse/talvez não comprasse”, “possivelmente não compraria” e “certamente não compraria”<sup>18</sup>.

Todas as análises foram realizadas seguindo o delineamento de blocos completos casualizados. Nesse delineamento cada provador degusta e avalia todas as amostras formuladas. Durante as análises cada julgador recebeu simultaneamente amostras das formulações com cerca de 15 g cada e codificadas com três dígitos. Também foi entregue um copo com água à temperatura ambiente, para enxaguar a boca antes de cada avaliação.

### Caracterização nutricional

As formulações foram submetidas às seguintes análises para determinação da composição centesimal<sup>19</sup>: umidade pelo método de secagem à vácuo; proteínas pelo método de micro Kjeldahl; lipídios pelo método de Soxhlet; cinzas pelo método via seca; fibra alimentar total (solúvel e insolúvel) pelo método enzimático gravimétrico; amido pelo método Somogyi-Nelson<sup>20</sup>; e açúcares por diferença. As análises de composição química foram realizadas em triplicata e os valores expressos em porcentagem. A formulação padrão também foi submetida às análises para posterior comparação e definição da redução do teor calórico.

O valor calórico das amostras foi determinado conforme a Portaria nº 41, de 14 de janeiro de 1998<sup>21</sup>, sendo considerados para cálculo de valor energético os seguintes fatores de conversão: amido e proteínas - 4 kcal/g ou 17 kJ/g; e lipídios - 9 kcal/g ou 37 kJ. Para o cálculo do valor calórico referente aos açúcares, a quantidade em gramas encontrada foi multiplicada por 2, devido ao fato de que o edulcorante utilizado nas formulações (isomalte) possui 2 kcal/g<sup>22</sup>.

### Adição de inulina

Uma vez definida a melhor formulação *diet/light*, ou seja, aquela que apresentou maior aceitação entre os consumidores em função das características sensoriais e melhor desempenho nos atributos físico-químicos, procedeu-se a adição de inulina (Clariant S/A) à formulação nas proporções 6%, 12%, 18% e 24%, em relação à quantidade de farinha de trigo. Essas formulações foram avaliadas quantos às características

físico-químicas, à análise sensorial dos atributos aparência e a aceitação e a composição nutricional.

### Seleção de sabores e atitude de compra

Na formulação *diet/light* com inulina que recebeu as melhores notas na etapa anterior aplicou-se essências de: baunilha, côco, chocolate e laranja; sendo submetida à análise sensorial com provadores não treinados para definição de potenciais sabores para a formulação de bolo e a atitude de compra.

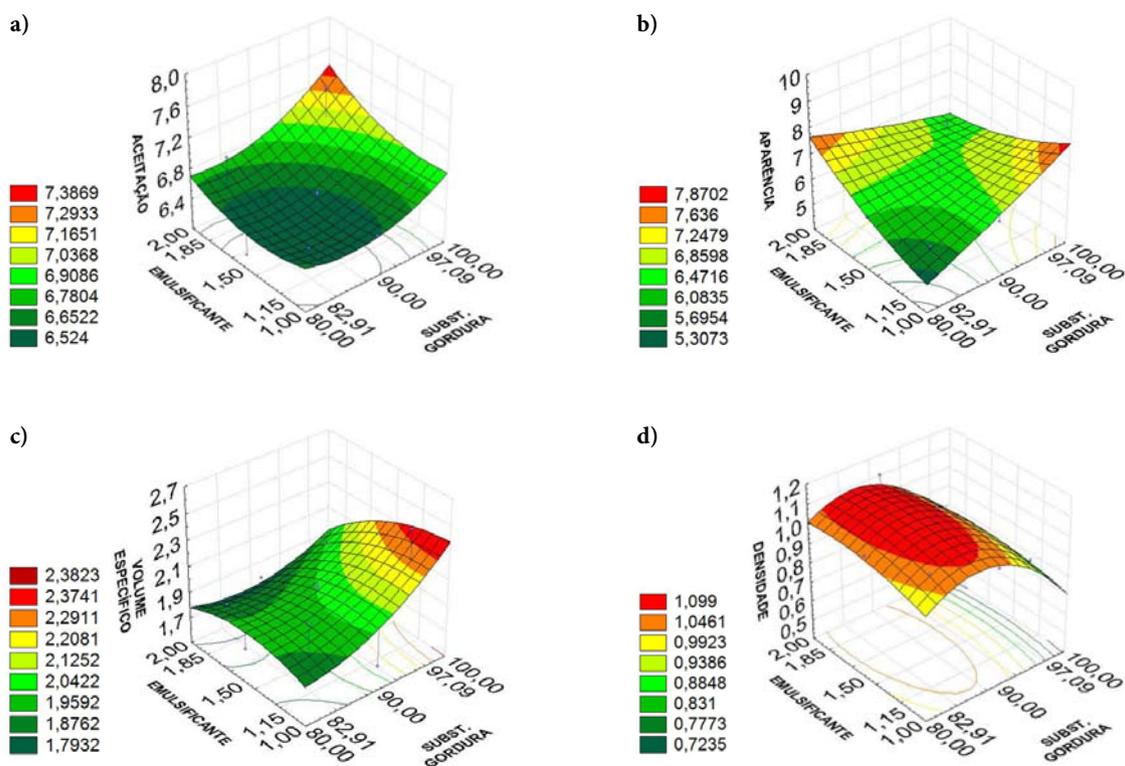
### RESULTADOS

As variáveis independentes (porcentagem de polidextrose e emulsificante) não apresentaram influência significativa ( $p < 0,05$ ) sobre a aceitação, aparência, volume e densidade dos bolos. Apesar de os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) obtidos apresentarem valores muito baixos, eles diferiram do valor zero. Os resultados portanto foram utilizados para se construir, de forma exploratória, “superfícies de resposta” (Figura 1). As análises exploratórias das superfícies de resposta obtidas foram condizentes com o teste de média das variáveis avaliadas (Tabela 2).

Após analisar os resultados das características físicas e as notas da análise sensorial, selecionou-se a formulação 9 (substituição de 100% da gordura por polidextrose e adição de 1,5% de emulsificante) para adição de inulina, pois a mesma apresentou notas satisfatórias nos atributos aparência e aceitação, volume específico alto e densidade específica da massa crua baixa (Tabela 2). Os resultados obtidos na análise sensorial e a determinação das características físicas do bolo *light/diet* adicionado de inulina estão apresentados na Tabela 3.

Devido ao fato da formulação com adição de 24% de inulina ter apresentado a maior densidade específica da massa crua e a menor nota de aceitação, escolheu-se a formulação com 18% de inulina para determinação da composição centesimal e aplicação de essências, pois a mesma recebeu notas satisfatórias nos atributos aparência, aceitação, volume específico e densidade específica da massa crua.

A caracterização nutricional das formulações: 1) padrão, elaborada com sacarose e gordura hidrogenada; 2) *light/diet* (LD) elaborada com polidextrose, emulsificante e edulcorantes; e 3) *light/diet* acrescida de inulina (LDI) estão apresentadas na Tabela 4. Houve uma diminuição de 31,82 e 33,95% do teor calórico nas formulações LD e LDI respectivamente, em relação à formulação padrão.



**Figura 1.** Superfícies de resposta para a substituição da gordura do bolo por polidextrose e emulsificante. (a) atributo aceitação, (b) atributo aparência, (c) atributo volume específico, (d) atributo densidade específica da massa crua

A análise sensorial para escolha de potenciais sabores revelou o sabor “laranja” como preferido por 15 julgadores (39,5%), seguido do sabor de “coco” por 13 (34,2%), sabor chocolate por 6 (15,8%) e por último o sabor “baunilha” por 4 (10,5%). A atitude de compra para o sabor “laranja” foi de 60% para “certamente compraria” e 40% para “possivelmente compraria” indicando bom potencial de comercialização do produto

## DISCUSSÃO

Para a característica física volume específico as maiores médias foram atribuídas às formulações 2, 9 e 1, nas quais foram adicionadas 1,15% (1 e 2) e 1,5% (9) de emulsificante. Em um estudo no qual foram utilizadas gomas guar e xantana como substitutos de gorduras e com adição de um agente emulsificador, Zambrano et al.<sup>14</sup> relataram que o uso de emulsificante está relacionado com a qualidade sensorial dos bolos no que se refere ao volume. Verificou-se também que o menor volume do bolo pronto está relacionado com a maior quantidade de goma utilizada e o maior volume, com a maior quantidade de emulsificante. Esse resultado condiz com o efeito mais conhecido dos emulsificantes, que é a propriedade de promover a

**Tabela 2.** Resultados da análise sensorial e características físicas das diferentes formulações dos bolos

Formulações	**Dens. (g/mL)	**Vol. (mL/g)	Aceitação	Aparência
1	1,03 <sup>bc</sup>	2,08 <sup>ab</sup>	6,53 <sup>bc</sup>	5,71 <sup>c</sup>
2	0,87 <sup>d</sup>	2,47 <sup>a</sup>	6,72 <sup>abc</sup>	7,44 <sup>a</sup>
3	1,03 <sup>bc</sup>	1,81 <sup>bcd</sup>	6,97 <sup>ab</sup>	6,97 <sup>ab</sup>
4	0,83 <sup>d</sup>	1,96 <sup>bcd</sup>	7,33 <sup>a</sup>	6,59 <sup>abc</sup>
5	1,05 <sup>abc</sup>	2,06 <sup>bcd</sup>	6,31 <sup>bc</sup>	6,91 <sup>ab</sup>
6	1,12 <sup>a</sup>	1,99 <sup>bcd</sup>	6,58 <sup>bc</sup>	6,24 <sup>bc</sup>
7	1,05 <sup>abc</sup>	1,89 <sup>bcd</sup>	6,56 <sup>bc</sup>	5,85 <sup>bc</sup>
8	1,03 <sup>bc</sup>	1,77 <sup>bcd</sup>	6,19 <sup>c</sup>	6,06 <sup>bc</sup>
9	0,75 <sup>d</sup>	2,14 <sup>ab</sup>	6,83 <sup>abc</sup>	6,44 <sup>abc</sup>
10	1,00 <sup>c</sup>	1,69 <sup>bc</sup>	6,53 <sup>bc</sup>	6,18 <sup>bc</sup>
11	1,10 <sup>ab</sup>	1,63 <sup>d</sup>	6,39 <sup>bc</sup>	6,79 <sup>abc</sup>

\*Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente ( $p < 0,05$ ). \*\* dens. = densidade específica da massa crua; vol. = volume específico

aeração da massa, o que influencia de maneira direta no volume do bolo, em razão da formação e estabilização da espuma. As massas de bolo com volume específico baixo (embatumadas), apresentam aspecto desagradável ao consumidor, associadas com alto teor de umidade, falhas

**Tabela 3.** Caracterização nutricional das formulações de bolo padrão, *light/diet* e *light/diet* com inulina

Adição de inulina*	** Dens. (g/mL)	** Vol. (mL/g)	Aceitação	Aparência
Ensaio 1 (6%)	0,82 <sup>b</sup>	2,46 <sup>a</sup>	7,00 <sup>a</sup>	5,95 <sup>c</sup>
Ensaio 2 (12%)	0,86 <sup>ab</sup>	2,39 <sup>a</sup>	6,83 <sup>ab</sup>	6,55 <sup>bc</sup>
Ensaio 3 (18%)	0,92 <sup>ab</sup>	2,59 <sup>a</sup>	6,58 <sup>ab</sup>	7,48 <sup>ab</sup>
Ensaio 4 (24%)	0,97 <sup>a</sup>	2,14 <sup>a</sup>	6,40 <sup>b</sup>	7,70 <sup>a</sup>

\*Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna não diferem entre si significativamente ( $p < 0,05$ ). \*\* dens. = densidade específica da massa crua; vol. = volume específico

**Tabela 4.** Caracterização nutricional das formulações de bolo padrão, *light/diet* e *light/diet* com inulina

	Padrão	Light/diet (LD)	Light/diet com inulina (LDI)
Umidade (g/100 g)	25,25 ± 0,16 <sup>b</sup>	26,09 ± 0,05 <sup>a</sup>	26,53 ± 1,02 <sup>a</sup>
Cinzas (g/100 g)	1,47 ± 0,13 <sup>b</sup>	1,36 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,38 ± 0,07 <sup>a</sup>
Proteína (g/100 g)	9,89 ± 0,26 <sup>a</sup>	10,41 ± 0,17 <sup>a</sup>	10,75 ± 0,36 <sup>a</sup>
Lipídeos (g/100 g)	11,15 ± 0,72 <sup>a</sup>	2,03 ± 0,31 <sup>b</sup>	1,98 ± 0,03 <sup>b</sup>
Amido (g/100 g)	32,88 ± 0,52 <sup>a</sup>	32,87 ± 0,42 <sup>a</sup>	32,87 ± 0,46 <sup>a</sup>
** Açúcares (g/100 g)	19,35 ± 0,13 <sup>b</sup>	23,21 ± 0,23 <sup>a</sup>	19,05 ± 0,18 <sup>b</sup>
Fibras (g/100 g)	n.d.***	4,03 ± 0,10 <sup>b</sup>	7,44 ± 0,06 <sup>a</sup>
Calorias (kcal/100 g)	348,83 <sup>a</sup>	237,81 <sup>b</sup>	230,4 <sup>b</sup>
Redução kcal (%)	-	31,82 <sup>a</sup>	33,95 <sup>a</sup>

\*Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma linha não diferem entre si significativamente ( $p < 0,05$ ). \*\* estimado por diferença; \*\*\* n.d. = não determinado

no batimento e cocção, pouca aeração, difícil mastigação, sabor impróprio e baixa conservação. Por isso os bolos necessitam de quantidade adequada de líquidos, fermento químico, emulsificante e aeração eficiente<sup>15</sup>.

A densidade específica constitui a medida de incorporação e retenção de ar na massa de bolo. Menor densidade significa maior incorporação de ar, conforme pode ser constatado na comparação entre a densidade da massa e a medida de volume do bolo. Valores de densidade altos desfavorecem o volume do produto e provocam a formação de miolo fechado, massudo e com aspecto visual desagradável<sup>23</sup>. A análise física das formulações demonstraram que em relação à densidade da massa crua as menores médias foram atribuídas às formulações 9, 4 e 2, que possuem a maior porcentagem

de substituto de gordura, ou seja, 100%, 97,09% e 97,09% respectivamente. Assim pode-se afirmar que a substituição da gordura hidrogenada pela polidextrose possibilitou a obtenção de uma massa mais leve.

As maiores notas para o atributo aceitação foram obtidas pelas formulações com maior nível de adição de emulsificante, ensaios 3 e 4, notas 7,33 e 6,97, respectivamente. Entretanto estes valores não diferiram significativamente das notas obtidas pelos ensaios 2 e 9, as quais tiveram o maior percentual de substituição da gordura por polidextrose. Resultado semelhante foi conseguido por Turola<sup>13</sup>, que em pesquisa para desenvolvimento de bolo *diet*, também obteve maior aceitação das formulações nas quais os níveis de substituição de gordura por polidextrose foram maiores.

Em relação à aparência, as maiores notas foram dadas às formulações 2, 3 e 5 (7,44; 6,97 e 6,91, respectivamente). Nesse quesito a formulação 9 não figurou entre as três primeiras, mas não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a nota atribuída para essa formulação e as que obtiveram os melhores julgamentos. A formulação 9 possui o maior teor de polidextrose, que é uma fibra dietética considerada quimicamente como carboidrato<sup>24</sup>, assim, pode-se supor que a Reação de Maillard foi mais acentuada, o que ocasionou uma coloração mais escura que a ideal para bolos. Essa reação é desejável em bolos, pois possibilita a obtenção da cor e do aroma característico do alimento. No presente estudo, a aparência dessa formulação foi melhorada diminuindo-se o tempo de assamento do bolo para 14 minutos, sem comprometer as demais características desejadas para o produto.

Para a obtenção de bolo com baixo teor de açúcar, Valencia et al.<sup>25</sup> utilizaram polidextrose em substituição a 50% do teor de açúcar. Os resultados encontrados demonstraram diferença significativa para o atributo cor entre o bolo padrão sem polidextrose e o bolo proposto, que apresentou uma coloração mais escura ( $p < 0,05$ ). Em estudo desenvolvido por Turola<sup>13</sup>, a cor escura da crosta externa foi citada por 50% dos consumidores para descrever o que menos gostaram em relação à aparência dos bolos *diet*, também utilizando polidextrose como substituto de gordura. A utilização de polidextrose para elaboração de bolos por Hicsamaz et al.<sup>6</sup> também resultou em uma coloração mais escura devido à acentuação da reação de escurecimento.

A adição de inulina na formulação *light/diet* provocou um incremento progressivo da densidade

específica da massa crua à medida que se aumentava o teor de inulina. Resultado semelhante ocorreu no estudo de Ferreira e Chang<sup>26</sup> que, para desenvolvimento de bolo com substituição parcial da farinha de trigo por raiz de chicória como fonte de inulina, obteve uma maior densidade específica da massa crua com o aumento da quantidade de chicória empregada. Para o atributo volume específico, não houve diferença significativa entre as formulações.

A análise sensorial revelou que à medida que se acrescentava inulina nas formulações, as notas atribuídas para a aceitação decresciam. No entanto, somente as formulações com 6% e 24% de adição de inulina diferiram entre si significativamente ( $p < 0,05$ ). A dificuldade na formulação de produtos com alta concentração de fibras se deve a seus efeitos prejudiciais sobre as propriedades estruturais de outros componentes do alimento. Torna-se evidente, portanto, a necessidade de adequar o nível de fibra no alimento com pequena mudança em suas características sensoriais e de textura, tornando o produto aceitável pelo consumidor<sup>8</sup>.

Embora pareça simples, não é fácil modificar a formulação dos produtos de panificação que são tecnicamente complexos, pois ingredientes como gordura e açúcar lhes conferem importantes características de textura, maciez, sabor e conservação. O desenvolvimento de formulações para panificação com redução do valor calórico, desta forma torna-se um desafio tecnológico<sup>27</sup>.

A redução calórica em bolos tem sido testada por diferentes estudos, sempre buscando substituir parcialmente ou totalmente os ingredientes convencionais por opções mais saudáveis e visando não comprometer a qualidade sensorial do alimento<sup>6,8,13,14</sup>. A substituição de 25% do açúcar de bolos por polidextrose realizada por Hicsasmaz et al.<sup>6</sup>, revelou uma redução calórica de 18,5% quando comparada ao bolo convencional. Já a substituição de 50% de farinha de trigo por inulina e farinha de yacon otimizada por Moscato et al.<sup>8</sup> promoveu uma redução de 24% do teor calórico. Outra pesquisa, desenvolvida por Zambrano et al.<sup>14</sup> na qual substituiu-se parcialmente a gordura hidrogenada por goma guar e xantana, resultou numa redução de 50% do teor de lipídeos e de 9% das calorias, em relação ao bolo padrão. No presente estudo a substituição total da gordura por polidextrose, do açúcar por isomalte e sucralose, com adição de emulsificante permitiu uma redução do conteúdo de gordura em torno de 80% e redução calórica em torno de 30%, quando comparado ao bolo padrão. Esses percentuais de redução calórica e do teor de gordura, permitem classificar a formulação como "*light*"<sup>27</sup>.

A formulação elaborada pode ainda ser classificada como "alimento de baixo teor de gordura", pois apresenta menos de 3 g de gordura total por 100 g do produto<sup>28</sup>. O baixo teor de gordura possibilitou uma significativa redução no valor calórico, além disso, por ser um alimento com teor lipídico baixo, poderá ser consumido de forma moderada, por pessoas portadoras de dislipidemias.

A substituição da sacarose pelos edulcorantes, isomalte e sucralose, permite também classificá-la como produto alimentício "*diet*"<sup>29</sup>. Alimentos caracterizados como "*diet*" são indicados para indivíduos em condições metabólicas e fisiológicas específicas, como por exemplo: indivíduos que necessitam restringir a ingestão de determinados nutrientes em sua dieta alimentar (carboidratos, gorduras, proteínas, sódio) e aqueles que necessitam controlar a ingestão de nutrientes (praticantes de atividade física, controle do peso, entre outros)<sup>30</sup>.

As características apresentadas pela formulação de bolo elaborada neste trabalho (ausência de sacarose, redução calórica, baixo teor de gordura e alimento com alto teor de fibras) possibilitam a indicação deste alimento para indivíduos portadores de diabetes, dislipidemias e/ou obesidade e para aqueles preocupados com a manutenção ou obtenção de um peso corporal dentro dos parâmetros recomendados.

## CONCLUSÃO

A realização deste estudo permitiu obter uma formulação de bolo com boa aceitação sensorial e potencial de comercialização, podendo ser caracterizada como alimento "*light*", "*diet*", com "baixo teor de gorduras" e "alto teor de fibras". Os resultados obtidos indicam possibilidades de produção de um alimento funcional saboroso, que poderá ser incluído na alimentação dos consumidores com necessidades especiais e aqueles preocupados com a saúde.

---

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao programa de bolsas PROBIC/UNIFAL-MG, pela concessão da bolsa de iniciação científica. Em adição, nossos agradecimentos à Tovani Benzaquen, pelo fornecimento da polidextrose; Lida Mercantil Ltda., pelo fornecimento do emulsificante; Domondo Ingredientes Alimentícios, pelo fornecimento do isomalte e da sucralose; e Clariant S/A, pelo fornecimento da inulina.

---

## REFERÊNCIAS

1. Astrup A. Healthy lifestyles in Europe: prevention of obesity and type II diabetes by diet and physical activity. *Public Health Nutr*. 2001;4(2B):499-515.
2. Benasi VT, Watanabe E, Lobo AR. Produtos de panificação com conteúdo calórico reduzido. *Bol CPPA*. 2001;19(2):225-42.
3. American Dietetic Association - ADA. American Dietetic Association Reports. Position of the American Dietetic Association: functional Foods. *J Am Diet Assoc*. 2009;109(4):735-45.
4. Lucchese T, Batalha MO, Lambert JL. Marketing de alimentos e o comportamento de consumo: proposição de uma tipologia do consumidor de produtos *light* e ou *diet*. *Org Rur Agroind*. 2006;8(2):227-9.
5. American Dietetic Association - ADA. Position of the American Dietetic association: fat replacers. *J Am Diet Assoc*. 2005;105(2):266-75.
6. Hicsasmaz Z, Yazgana Y, Bozoglu F, Katnas Z. Effect of polidextrose substitution on the cell structure of the high-ratio cake system. *Lebensm Wiss U Technol*. 2003;36(4):441-50.
7. Roberfroid MB. Introducing inulin-type fructans. *Braz J Nutr*. 2005;93(Suppl 1):S13-25.
8. Moscato JA, Prudêncio-Ferreira SH, Haully MCO. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. *Cienc Tecnol Aliment*. 2004;24(4):634-40.
9. Madrigal L, Sangronis E. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Arch Latinoam Nutr*. 2007;57(4):387-96.
10. Haully MCO, Moscatto JA. Inulina e Oligofruktoses: uma revisão sobre propriedades funcionais, efeito prebiótico e importância na indústria de alimentos. *Semina*. 2002;23(1):105-18.
11. Saad SMI. Probiotics and Prebiotics: the state of the art. *Rev Bras Ciênc Farm*. 2006; 42(1):1-16.
12. Seyhun N, Sumnu G, Sahin S. Effects of different emulsifier types, fat contents, and gum type on retardation of staling of microwave-baked cakes. *Nahrung*. 2003;47(4):248-51.
13. Turola LN. Desenvolvimento de bolo *diet* enriquecido com fibras: otimização do produto por meio de testes sensoriais afetivos [dissertação de mestrado]. Campinas (SP): Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas; 2002.
14. Zambrano F, Hikage A, Ormenese RCC, Montenegro FM, Raunmiguél AM. Efeito das gomas guar e xantana em bolos com substitutos de gorduras. *Braz J Food Technol*. 2005;8(1):63-71.
15. Pavanelli AP, Cichello MS, Palma EJ. Emulsificantes como agentes de aeração em bolos. [acesso 2010 Mar 2003]. Disponível em: [http://www.oxiteno.com.br/mercados/doc/documentos].
16. STATSOFT. *Statistica for Windows: computer program manual*. Tulsa: StatSoft; 1995.
17. Karaoglu MM, Kotancilar HG, Celik I. Effects of utilization of modified starches on the cake quality. *Starch*. 2001;53(34):162-9.
18. Minim VPR. *Análise sensorial: estudos com consumidores*. Viçosa: UFV; 2006.
19. Association of Official Analytical Chemistry – AOAC. *Official methods of analysis of AOAC international*. 18ª ed. Gaithersburg; 2005.
20. Nelson NA. A photometric adaptation of the somogy method for the determination of glucose. *J Biol Chem*. 1944;153:375-80.
21. Brasil. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância Sanitária. Portaria nº41, 14 de janeiro de 1998. Aprova o regulamento técnico referente à rotulagem nutricional de alimentos embalados. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 21 jan. 1998.
22. Candido LMB, Campos AM. *Alimentos para fins especiais e dietéticos*. São Paulo: Varela; 1996.
23. Borges JTS, Pirozi MR, Della Lucia SM, Pereira PC, Fialho e Moraes AR, Castro VC. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. *Bol CPPA*. 2006;24(1):145-52.
24. Raninen K, Lappi J, Mykkänen H, Poutanen K. Dietary fiber type reflects physiological functionality: comparison of grain fiber, inulin and polydextrose. *Nutr Rev*. 2011;69(1):9-21.
25. Valencia GFE, Millán CLS, Estepa ECM, Botero TS. Efecto de la sustitución con polydextrosa y CMC en la calidad sensorial de tortas con bajo contenido de sacarosa. *Rev. Lasallista Investig*. 2008;5(2):62-7.
26. Ferreira EF, Chang YK. Bolo funcional com raiz de chicória como fonte de fibras e inulina. Faculdade de Engenharia de Alimentos – FEA e Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI, UNICAMP. X Congresso interno de iniciação científica da UNICAMP. Set.,2002. [acesso 2009 Ago 18]. Disponível em: [http://www.prp.unicamp.br/pibic/congressos/xcongresso/pdfN/278.pdf].
27. Benasi VT, Watanabe E, Lobo AR. Produtos de panificação com conteúdo calórico reduzido. *Bol CPPA*. 2001;19(2):225-42.
28. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 27, 13 de janeiro de 1998. Aprova o regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 16 jan. 1998.
29. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria SVS nº 29, 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos para fins especiais. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 13 jan.1998.
30. Pereira CA, Lopes MLM, Coelho, AIM, Campos MTFS. *Alimentos light e diet: informação nutricional*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa - UFV; 2003.