EFEITO DA ADIÇÃO DE DIFERENTES SÓLIDOS NA TEXTURA, SINÉRESE E CARACTERÍSTICA SENSORIAL DE IOGURTE FIRME

Effect of addition different solid in texture, syneresis and sensory characteristics of set yoghurt

Suely Cristina Gomes de LIMA[1,2*]
Pedro Danilo de OLIVEIRA[3]
José de Brito LOURENÇO JÚNIOR[4]
Laurena Silva RODRIGUES[5]
Lilaine de Sousa NERES[6]

SUMÁRIO

Foi fabricado iogurte firme, com adição de leite em pó desnatado (LPD) ou concentrado protéico de soro (CPS), em cinco tratamentos: T1 - sem adição de sólidos; T2 - com adição de LPD para 13% de extrato seco total (EST); T3 - com adição de LPD para 15% de EST; T4 - com adição de CPS para 13% de EST; e T5 - com adição de CPS para 15% de EST. Foram feitas avaliações do perfil de textura, suscetibilidade à sinérese, durante o período de estocagem, além de análise sensorial, onde foram considerados atributos de firmeza e acidez, aceitação global e preferência. Os iogurtes com adição de LPD apresentaram maior firmeza durante a estocagem, enquanto a sinérese da maioria dos produtos aumentou durante o armazenamento, exceto o com adição de CPS para 13% de EST, que apresentou significativa redução. A análise sensorial indicou que os iogurtes obtidos com adição de LPD foram mais aceitos pelos consumidores e tiveram aproximadamente 60% de preferência de escolha, em relação aos demais, com e sem adição de sólidos.

Termos para indexação: coesividade, escala do ideal, firmeza.

1 INTRODUÇÃO

O iogurte é um dos produtos lácteos fermentados mais populares no Brasil e no mundo e seu consumo está em amplo crescimento no segmento de produtos lácteos. Acredita-se que entre as explicações para essa crescente popularidade, está a busca pelos benefícios terapêuticos e saudáveis desse tipo de produto, dentre outros fatores (MEDEIROS et al., 2010).

Dois fatores têm grande influência nas características de textura do iogurte: a adição de sólidos e o tratamento térmico. Alguns dos ingredientes que acrescidos ao leite aumentam a firmeza do iogurte são: o leite em pó integral ou desnatado, soro ou concentrado protéico do soro de leite, caseinato, amido modificado, pectina, gelatina e gomas. Françoise et al. (2009) afirmam que os rearranjos na rede produzidos por forças atrativas entre as moléculas de caseína ou micelas agrupadas podem levar a formação de ligações intermoleculares adicionais e, consequentemente, a contração do gel com expulsão de líquido. Esse fenômeno, chamado sinerese, é causado pela liberação espontânea de água do gel, acompanhada pela redução do seu volume e intensificado por mudanças na temperatura, pH e fatores mecânicos (AFONSO et al., 2003; ANTUNES; CAZETTO; BOLINI, 2004).

1 Professora do Instituto Federal do Pará – Campus Castanhal. suelylima04@yahoo.com.br.
2 Doutoranda do Curso de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia.
3 Engenheiro de Alimentos, Aluno do Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará (UFPA), Bolsista CNPQ (email: danilooliveira06@yahoo.com.br).
4 Professor, Doutor em Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, PA (email: joselourencojr@yahoo.com.br)
5 Mestrando UFPA/Embrapa/UFRA, Belém, PA, Bolsista CNPQ, Bolsista CAPES (email: laurena@zootecnista.com.br)
6 Aluna do Curso de Tecnologia Agroindustrial da UEPA/CCNT. Belém, PA. Bolsista PIBIC/CNPQ (email: lilaineneres@hotmail.br)
* Autor para correspondência: suelylima04@yahoo.com.br.

O aumento da matéria sólida do iogurte tende a diminuir a suscetibilidade à sinérese, além de influir nas características sensoriais dos produtos. O soro de queijo, denominado doce (pH entre 6 e 7), além de ser considerado produto secundário da indústria queijeira, é resultante do processo de coagulação enzimática do leite (RODRIGUES; TEIXEIRA; OLIVEIRA, 2006).

O soro representa de 85 a 95% do volume inicial de leite empregado na fabricação de um queijo e contém aproximadamente 55% do total de nutrientes do leite, e é considerado fonte de lactose, cálcio, proteínas e vitaminas hidrossolúveis (GONZÁLEZ-MARTÍNEZ et al., 2002). Atualmente, o soro de queijo é reconhecido pelas suas propriedades nutricionais e funcionais, não somente pelo alto valor biológico de suas proteínas, mas, também, pelo teor de aminoácidos sulfurados presentes nas proteínas do soro (SINHA et al., 2007).

As propriedades de textura e sinérese dos produtos são modificadas quando utiliza-se concentrado protéico de soro de leite. Antunes, Cazetto e Bolini (2004) observaram aumento da firmeza e coesividade e diminuição da sinérese de iogurtes desnatados com adição de CPS. O soro de leite é um subproduto da indústria de laticínios que desperta interesse de pesquisadores no mundo inteiro, devido à sua potencialidade nutricional, funcional e econômica. Porém, quando os laticínios investem no aproveitamento e na concentração desse subproduto, são favorecidos pelas suas propriedades funcionais, fisiológicas e tecnológicas das proteínas que o compõe.

A adição de CPS pode conferir propriedades de interesse em iogurte, creme de leite, manteiga, requeijão, entre outros, que nas versões *light* apresentam benefício diferenciado. Além de agregar valor às nobres proteínas, diminui-se a quantidade de efluentes lançados no ambiente, pois o soro de leite é poluidor, devido a sua alta demanada biológica de oxigênio (CUNHA et al., 2008).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência da adição de leite em pó desnatado e concentrado protéico de soro, no perfil de textura e sinérese, ao longo do período de estocagem refrigerada de iogurtes firmes, bem como avaliá-los sensorialmente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizada cultura láctica liofilizada, contendo *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus,* preparada seguindo as técnicas recomendadas pelo fabricante. Leite em pó desnatado foi reconstituído a 11% em água destilada, e tratado termicamente à temperatura de 110ºC por 10 minutos. Depois de resfriado (45ºC), foi adicionado 0,1% da cultura láctica liofilizada e incubado a 45ºC por 6 a 8 horas. A cultura foi mantida sob refrigeração até o dia seguinte, quando foi utilizada para produção dos iogurtes. O procedimento foi realizado com três repetições, em cinco produtos diferentes: T1 - sem adição de sólidos; T2 - com adição de LPD para 13% de extrato seco total (EST); T3 - com adição de LPD para 15% de EST; T4 - com adição de CPS para 13% de EST; e T5 - com adição de CPS para 15% de EST.

As misturas preparadas a partir do leite homogeneizado esterilizado, com diferentes teores de sólidos (T1, T2, T3, T4 e T5), foram submetidas a tratamento térmico (95°C/5 minutos), resfriadas a 45°C e inoculadas com 2,5% (em relação ao volume de leite) de cultura láctica mista, previamente preparada, conforme descrição acima. Após a inoculação, as misturas foram acondicionadas em copos de plástico, fechados com tampas de alumínio termossoldável e incubados, em estufa a 45ºC, até pH 4,6. Após o final da fermentação o produto foi resfriado, a 4°C, em banho de gelo, e armazenado em câmara fria, na mesma temperatura, para posterior análise.

A acidez titulável foi determinada por titulação da amostra com NaOH N/9, em presença do indicador fenolftaleína (AOAC, 1995), enquanto o teor de gordura foi determinado gravimetricamente, após extração em frascos de Mojonnier (AOAC, 1995). O EST foi determinado por secagem, em estufa à 105ºC (AOAC, 1995), as cinzas, por incineração, em forno mufla a 550ºC (AOAC, 1995), a proteína bruta através da multiplicação da percentagem de nitrogênio total pelo fator 6,38 e a lactose pela diferença entre EST e os demais componentes.

O leite integral homogeneizado e esterilizado utilizado em todos os processamentos apresentava 11,24% de EST, 3,16% de gordura, 3,02% de proteína, 4,33% de lactose, 0,73% de cinzas, 0,14% de ácido láctico e pH 6,86, que demonstra ser adequado para elaboração dos iogurtes (BRASIL, 2002). O leite em pó desnatado e concentrado protéico de soro usados para aumentar o teor de sólidos apresentavam, respectivamente, 94,99% e 95,04% de EST, 1,49% e 4,36% de gordura, 36,54% e 35,87% de proteína, 48,97% e 47,77% de lactose, 7,99% e 7,04% de cinzas.

As determinações do perfil de textura foram feitas em triplicata, após 1; 8; 16 e 23 dias de fabricação. A firmeza, elasticidade e coesividade foram avaliadas com texturômetro universal TA-XT2, marca SMS-stable Micro Systems. Foi usada combinação de *back extrusion* e *texture profile analysis* (TPA), de acordo com Penna, Sivieri e Oliveira (2006). O probe utilizado na análise foi o A/BE35. A sinérese foi obtida através da quantidade de soro drenado, por uma hora, a 4ºC, usando-se peneira de aço inoxidável de 120 mesh, adaptado de Antunes, Cazetto e Bolini et al. (2004). O pH

foi determinado por potenciômetro Accumet, modelo 15, devidamente calibrado, introduzindo-se o eletrodo na amostra.

Realizou-se teste sensorial, com 50 consumidores de iogurte natural, não treinados, para avaliar a aceitação dos produtos testados. Dos 50 provadores que realizaram o teste 30% eram do sexo masculino e 70% do sexo feminino, dos quais 2% tinham idade entre 15-20 anos, 28%, entre 21-25 anos, 42%, entre 26-30 anos, 18%, entre 31-40 anos e 10%, entre 41-50 anos. A freqüência de consumo do produto entre os provadores era: 14% consomem todos os dias, 24% uma vez por semana, 22% a cada 15 dias e 40% uma vez por mês.

Foram avaliados os atributos firmeza, ao pegar o produto com a colher, firmeza na boca e acidez, através da escala do ideal de 7 pontos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991). A aceitação global foi avaliada em escala hedônica de 9 pontos e preferência pela indicação do produto escolhido, entre cinco amostras (DUTCOSKY, 2007). Foram servidas amostras em torno de 80 g, com temperatura de aproximadamente 7ºC, em copos de plástico de 100 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos. A ordem de apresentação dessas amostras foi sorteada entre os provadores, seguindo-se delineamento de Macfie et al. (1989) para cinco amostras. O teste foi realizado em cabines individuais.

Foi utilizado um desenho experimental Split-Plot, com cinco tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram avaliados ao longo do tempo (1; 8; 16 e 23 dias de armazenamento). A ANOVA foi utilizada para avaliar o efeito dos tratamentos e tempo de armazenamento sobre as características de firmeza, elasticidade e coesividade e sinérese dos iogurtes obtidos e teste de Tukey, a 0,05de probabilidade. Os resultados da análise sensorial foram analisados por histogramas de percentagem de notas na escala do ideal. Os dados de aceitação global foram analisados por análise de variância (ANOVA) de dois fatores (amostra, provador) e teste de média Tukey. Os resultados de preferência foram obtidos em percentual (%), e computado o número de vezes em que cada produto foi escolhido. Foi usado o software Statistical Analysis System (SAS) (1990) nas análises dos dados experimentais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de matérias-primas provenientes dos mesmos lotes possibilitou o desenvolvimento do trabalho sem variações sazonais, em geral, observadas em suas composições.

A composição dos iogurtes obtidos nos processamentos está dentro da variação preconizada (BRASIL, 2000). As diferenças observadas nos teores de proteína, gordura, lactose e cinzas entre os produtos (Tabela 1) eram esperadas e justificadas pela adição de diferentes sólidos, em diferentes concentrações.

A avaliação estatística indicou que o tipo de tratamento, ou seja, adição ou não de sólidos, bem como o tipo de sólido (LPD ou CPS), influenciaram significativamente (p = 0,0001) a firmeza dos produtos (Figura 1). O produto sem adição de sólidos ao leite foi o menos firme (T1), com média de 128,62 gf, enquanto o produto mais firme foi obtido com adição de LPD (T3), para aumentar para 15% o teor de sólidos, com firmeza média de 273,27 gf. Os demais tratamentos, T2, T4 e T5, apresentaram firmeza média, respectivamente, de 199,10 gf; 132,78 gf e 131,01 gf.

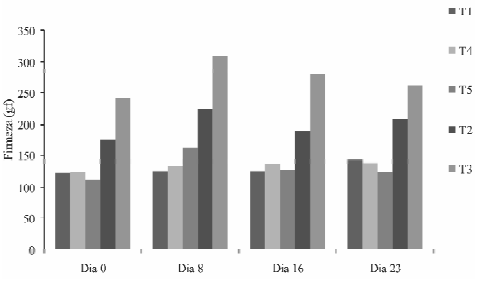

Figura 1 – Perfil da firmeza de iogurtes com adição de LPD e CPS durante o tempo de estocagem.

Tabela 1 – Composição de iogurte fabricado com diferentes concentrações de fontes de extrato seco total.

Variável (%)	T1	T2	T3	T4	T5
EST	11,13 ± 0,1	13,01 ± 0,08	13,04 ± 0,09	14,98 ± 0,03	15,04 ± 0,07
Gordura	3,11 ± 0,0	3,09 ± 0,02	3,21 ± 0,09	3,04 ± 0,04	3,11 ± 0,09
Proteína	3,05 ± 0,0	4,05 ± 0,16	3,94 ± 0,07	4,43 ± 0,03	4,49 ± 0,08
Lactose	4,22 ± 0,0	4,91 ± 0,1	4,94 ± 0,1	6,34 ± 0,05	6,33 ± 0,18
Cinzas	0,75 ± 0,02	0,97 ± 0,2	0,95 ± 0,01	1,17 ± 0,05	1,11 ± 0,02

T1 - sem adição de sólidos; T2 - com adição de LPD para 13% de extrato seco total (EST); T3 - com adição de LPD para 15% de EST; T4 - com adição de CPS para 13% de EST; e T5 - com adição de CPS para 15% de EST.

Os resultados médios da firmeza demonstraram que os produtos adicionados de LPD produziram géis mais firmes do que os com CPS, nos mesmos teores de sólidos (T2 = 199,10 gf, T4 = 132,78 gf; T3 = 273,27 gf, T5 = 131,01 gf). Pesquisas de Antunes et al. (2004) indicam que iogurtes obtidos a base de caseína (caseinato de sódio, concentrado protéico de leite e LPD) tendem a possuir géis mais firmes que os com adição de proteínas de soro (CPS), de forma diferente ao observado por Loures et al. (2010), onde a adição de CPS, após o leite ter sofrido tratamento térmico, resultou em formação de géis mais firmes.

Também, observa-se que no caso do uso de CPS, a despeito da elevação do teor de sólidos, não houve aumento na firmeza do produto. Esses dados sugerem que a simples substituição de LPD por CPS, no processo de fabricação de iogurte, não é indicada para fabricação de produtos com as mesmas características de firmeza.

O período de estocagem influenciou significativamente (p=0,0323) na firmeza dos produtos, enquanto a interação Tratamento vs. Tempo não influenciou significativamente na sua firmeza (p=0,7856).

Durante o período de estocagem todos os produtos apresentaram maior firmeza (17,10%), observada no T2, que passou de 176,23 gf no primeiro dia, para 206,37 gf, após 23 dias de armazenamento. O menor aumento (8,45%) foi observado no T3, que passou de 241,47 gf para 261,89 gf, durante o armazenamento. Os demais produtos, T1; T4 e T5, apresentaram aumento na firmeza, respectivamente, de 16,37, 12,59 e 10,85%. Resultados semelhantes foram observados por Oliveira e Damin (2003), que avaliaram o efeito do teor de sólidos na firmeza de iogurtes probióticos. Este comportamento pode ser atribuído ao teor de gordura e sólidos totais do leite, que influencia a estruturação protéica do gel formado na fermentação. Durante o tratamento térmico aplicado ao leite, as proteínas do soro e as caseínas são adsorvidas na interface da gordura do soro, o que forma maiores associações com as micelas de caseína e provoca reforço na estrutura do gel (SANDOVAL-CASTILLA et al., 2004).

Embora iogurtes fortificados com caseína ou proteína de leite desnatado muitas vezes produzam um gel mais firme, os com CPS tendem a ser mais lisos e possuir melhor aparência (OLIVEIRA; DAMIN, 2003). Essa característica, também, foi observada nos produtos T4 e T5, que apresentaram géis mais lisos e com menor sinérese.

Os diferentes tratamentos influenciaram significativamente a elasticidade (Figura 2) dos produtos (p=0,0127), entretanto, essa não foi significativamente influenciada pelo tempo de estocagem (p=0,8642) ou interação Tratamento VS. Tempo (p = 0,2837). A elasticidade média dos produtos foi de 0,93; 0,92; 0,91; 0,93 e 0,95, respectivamente, nos T1, T2, T3, T4 e T5.

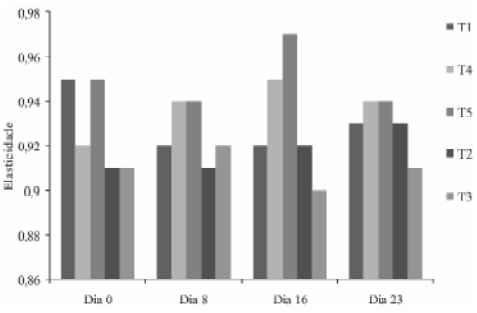

Figura 2 – Perfil de elasticidade de iogurtes com adição de LPD e CPS, ao longo da estocagem.

A coesividade dos produtos (Figura 3) foi influenciada pelo período de estocagem (p=0,0145) e diferentes tratamentos (p=0,0001), mas, não foi influenciada pela interação Tratamento vs. Tempo (p=0,2390). A coesividade média dos produtos foi de 0,62; 0,61; 0,62; 0,65 e 0,72, respectivamente, nos T1, T2, T3, T4 e T5.

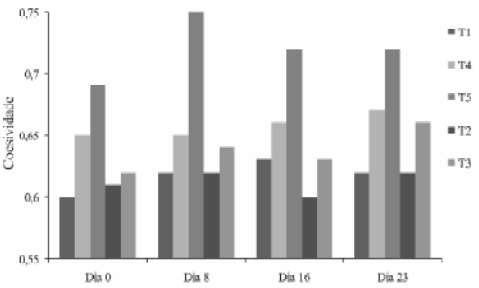

Figura 3 – Perfil da coesividade de iogurtes adicionados de LPD e CPS durante o tempo de estocagem.

A avaliação estatística dos resultados demonstrou que a sinérese dos produtos foi influenciada significativamente pelos tratamentos (p=0,0001), tempo de estocagem (p=0,0001) e interação Tratamento vs. Tempo (p=0,0001), com sua elevação, durante o período de estocagem, em todos os produtos, exceto o T4 (Figura 4). Os produtos com maior sinérese, nesse período, foram os com adição de LPD, T2 e T3, com aumentos, respectivamente, de 29,86% e 24,99%, elevando-se de 29 mL de soro exudado, no primeiro dia, para 37,66 mL, após 23 dias (T3), e de 33,33 mL para 41,66 mL (T2). O produto adicionado com CPS (T5) aumentou 9,13%, na sinérese, durante a estocagem, enquanto

o com CPS (T4) teve decréscimo de 3,82%. O produto sem adição de sólidos (T1) elevou-se 22,28%, na sinérese.

O aumento na sinérese da maioria dos produtos ocorre devido às mudanças dentro da rede do gel, produzidas por forças atrativas entre as partículas de caseína ou "cluster" de micelas, que podem levar a ligações intermoleculares adicionais e, consequentemente, a contração do gel e expulsão de água. Esse fenômeno é causado por desprendimento espontâneo de água do gel, acompanhado de redução de volume. Assim, a sinérese é favorecida por mudanças na temperatura, pH e fatores mecânicos, como vibração, e menor sinérese, em iogurtes com CPS (ANTUNES; CAZETTO; BOLINI, 2004).

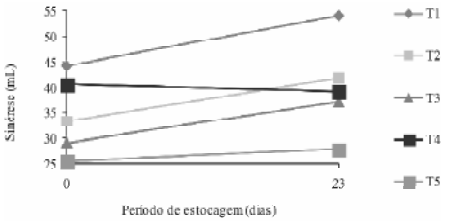

Figura 4 – Comportamento da sinérese de iogurtes adicionados de LPD e CPS durante o período de estocagem.

Existe clara correlação entre desnaturação da β-lactoglobulina do leite utilizado na fabricação de iogurte e a susceptibilidade a sinérese no produto final, ou seja, quanto maior o grau de desnaturação da β-lactoglobulina menor a sinérese. A associação da β-lactoglobulina desnaturada com caseína leva a formação de apêndices filamentosos, na superfície da micela, e esse complexo protege a micela da excessiva fusão durante a fermentação, que favorece a formação de rede protéica, com menor susceptibilidade a separação de soro (DANNENBERG; KESSLER, 1988), conforme observado no produto T5.

Na avaliação sensorial os iogurtes T2 e T4 apresentaram maior percentagem de notas 4 (está do jeito que eu gosto), na escala do ideal utilizada, com relação ao atributo "firmeza ao pegar o produto com a colher", que indica preferência do consumidor pela firmeza apresentada por esses produtos (Figura 5).

O produto T3 apresentou maior freqüência de nota maior que 4, que indica produto mais firme do que o consumidor gosta. O iogurte sem adição de sólidos (T1) apresentou maior percentagem de notas, com tendência para menos firme do que o consumidor gosta, enquanto o produto T2 obteve maior percentagem de notas 3 e 4, dentro da escala do ideal, considerado com produto bem aceito pelo consumidor, no atributo "firmeza ao pegar com a colher". Pode-se observar estreita relação entre análise instrumental da firmeza e avaliação sensorial do produto, no referente à "firmeza ao pegar com a colher".

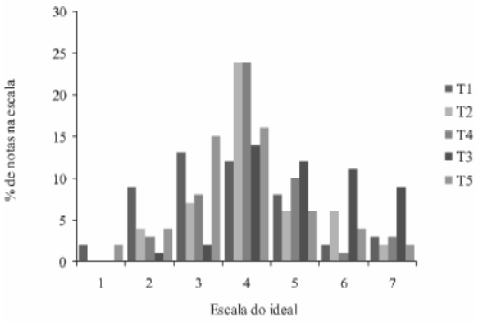

Figura 5 – Freqüência de notas na avaliação sensorial para o atributo "firmeza ao pegar o iogurte fabricado com adição de LPD ou CPS, com a colher". (4- Está do jeito que eu gosto; 1- Muito menos firme do que eu gosto; 7- Muito mais firme do que eu gosto)

O produto que apresentou maior porcentagem de notas que indicam firmeza menor do que o consumidor gosta (T1), também, apresentou menor firmeza instrumental (128,6 g), enquanto o produto indicado como mais firme do que o consumidor gosta (T3) apresentou, também, a maior firmeza instrumental (273,27 g). Os produtos preferidos pelo consumidor quanto a firmeza ao pegar com a colher (T3, T4 e T5) apresentaram firmeza instrumental, entre 131,01 e 199,10 g.

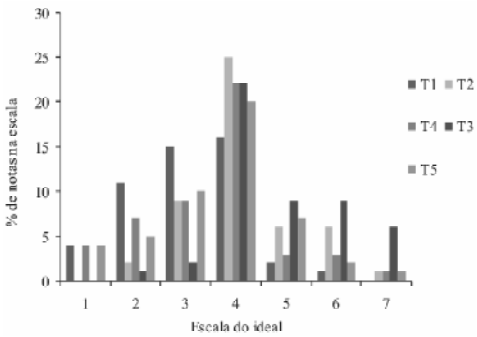

Figura 6 – Freqüência de notas da avaliação sensorial para o atributo "firmeza na boca de iogurte fabricado com adição de LPD ou CPS" (4- Está do jeito que eu gosto; 1- Muito menos firme do que eu gosto; 7- Muito mais firme do que eu gosto)

Os produtos do T2, T3, T4 e T5 estão dentro dos padrões de firmeza na boca que agradam o consumidor (Figura 6). Observa-se maior frequência das notas, em torno de 4, na escala para todos os produtos, com o produto do T2, com melhor aceitação.

Semelhante ao que ocorreu no atributo "firmeza ao pegar o produto com a colher", o T1 mostrou-se menos firme do que o consumidor gosta e o T3, também, com percentagem de notas que tende para produto mais firme do que o consumidor gosta.

Com relação a acidez dos produtos observa-se que o T2 e T3 receberam maior percentagem de notas 4 pelos consumidores, o que indica preferência do consumidor pela acidez desses produtos. O T1 mostrou-se bem aceito pelo consumidor, quando comparado com os produtos do T4 e T5.

Com relação aos produtos adicionados de CPS, observou-se dentro da escala tendência do consumidor a achá-los mais ácidos do que gostam, entretanto a percentagem de ácido láctico desses produtos não é superior às dos produtos preferidos pelo consumidor. Essa observação pode ser atribuída ao fato do CPS ter interferido na percepção sensorial dos consumidores, realçando a acidez.

Observa-se maior aceitação dos tratamentos T2 e T3 (Tabela 2). O T2 diferiu significativamente (p £ 0,05) dos produtos do T1, T4 e T5, porém não diferiu do produto T3, que por sua vez não diferiu significativamente dos demais produtos (T4, T1 e T5). Esse resultado confirma os apresentados onde observa-se que o produto T2 obteve o melhor desempenho, em todos os atributos avaliados (firmeza ao pegar com a colher, firmeza na boca e acidez).

Tabela 2 – Aceitação global de iogurtes, com adição de LPD e CPS, em diferentes concentrações.

Tratamento	Preferência (%)
T2	6,84[a]
T3	6,49[a,b]
T4	5,92[b]
T1	5,88[b]
T5	5,71[b]

Médias com mesma letra, não diferem significativamente entre si (Tukey (p.>0,05). T1 - sem adição de sólidos; T2 - com adição de LPD para 13% de extrato seco total (EST); T3 - com adição de LPD para 15% de EST; T4 - com adição de CPS para 13% de EST; e T5 - com adição de CPS para 15% de EST.

Na última questão da ficha de avaliação sensorial, perguntou-se "que amostra você preferiu? Indique uma". Os resultados mostraram que os produtos adicionados de LPD para aumento do EST da mistura utilizada para fabricação de iogurte tiveram maior percentagem de escolha, ou seja, maior preferência pelos consumidores (Tabela 3).

Tabela 3 – Percentagem de preferência dos produtos pelo consumidor.

Tratamento	Preferência (%)
T3	35,41
T2	29,17
T5	12,5
T1	12,5
T4	10,42

T1 - sem adição de sólidos; T2 - com adição de LPD para 13% de extrato seco total (EST); T3 - com adição de LPD para 15% de EST; T4 - com adição de CPS para 13% de EST; e T5 - com adição de CPS para 15% de EST.

Como pode ser observado, os produtos adicionados de LPD tiveram melhor desempenho que os com CPS e T1, tanto em relação aos atributos sensoriais de acidez e firmeza, quanto a aceitação global e preferência dos produtos. Os resultados sugerem que sensorialmente o emprego de T2 seja o mais indicado para aumentar o EST da mistura, na fabricação de iogurte, enquanto que no T3, o aumento da firmeza foi maior, o que o consumidor consideraria como firmeza ideal (nota 4 na escala sensorial).

4 CONCLUSÃO

A adição de CPS em substituição ao LPD, para aumentar o teor de sólidos no processo de fabricação de iogurte firme, resultou em produtos com diferentes características de firmeza. Os produtos adicionados de LPD apresentaram géis mais firmes que os adicionados de CPS no mesmo teor de sólidos.

Durante o período de estocagem de 23 dias todos os produtos apresentaram aumento de firmeza.

A elasticidade e coesividade dos produtos foram influenciadas pelos diferentes tratamentos empregados, porém só a coesividade sofreu influência do período de estocagem.

Os diferentes tratamentos, o tempo de estocagem e a interação tratamento e tempo de estocagem influenciaram significativamente a sinérese dos produtos. Os produtos adicionados de CPS apresentaram-se com menor volume de sinérese do que os produtos não adicionados de sólidos e os adicionados de LPD, sendo que o iogurte adicionado de CPS para aumento do teor de sólidos

para 13% apresentou redução desse volume ao longo do tempo de armazenamento de 23 dias.

SUMMARY

Set yogurt was manufactured with addition of skim milk powder (SMP) or whey protein concentrate (WPC) in five treatments: T1 - without adding solid; T2 - with addition of SMP to 13% of total solids (TS); T3 - with addition of SMP to 15% of TS; T4 - with addition of CPS for 13% of TS; and T5 - with addition of CPS for 15% of TS. Evaluations were made of the texture profile, susceptibility to syneresis during storage period, as well as sensory analysis, which were considered attributes of firmness and acidity, overall acceptability and preference. The yogurts with added SMP had higher firmness during storage, while syneresis of most products increased during storage, except with the addition of CPS for 13% of TS, which showed significant reduction. The sensory analysis indicated that the yoghurts with added SMP were better accepted by consumers and had about 60% preferred choice, compared to the other, with or without addition of solids.

Index terms: cohesiveness, firmness, ideal range.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, I. M.; HES, L.; MAIA, J. M.; MELO, L. F. Heat transfer and rheology of stirred yoghurt during cooling in plate heat exchangers. *Journal of Food Engineering*, v. 57, n. 2, p. 179-187, 2003.

A.O.A.C. – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.* 16. ed. Washington: AOAC, 1995, 1115 p.

ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO, T. F.; BOLINI, H. M. A. Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado protéico do soro de leite: perfil de textura, sinérese eanálise sensorial. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 105-114, 2004.

BRASIL. Ministério Da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Resolução nº 5 de 13 de novembro de 2000. Dispõe sobre os padrões de identidade e qualidade de leites fermentados. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério Da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 20 de setembro de 2002. Aprova os regulamentos técnicos de produção identidade e qualidade do leite. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 21 de setembro de 2002.

CUNHA, T. M.; CASTRO, F. P.; BARRETO, P. L. M.; BENEDET, H. D.; PRUDÊCIO, E. S. Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 29, n. 1, p. 103-116, 2008.

DANNENBERG, F.; KESSLER, H.G. Effect of denaturation of -lactoglobulin on texture properties of set-style nonfat yoghurt: Syneresis. *Milchwissenschaft*, v. 10, n. 43, p. 632-635, 1988.

DUTCOSKY, S. D. *Análise sensorial de alimentos***.** 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2007. 239 p.

FRANÇOISE, K. A.; KABLAN, T.; KAMENAN, A.; LAGAUDE, A. Rheological and Biochemical Properties of Acidified Milk / Pectin Co-Gels. *European Journal of Scientific Research*. v. 25, n. 4, p. 584-596, 2009.

GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C.; BECERRA, M.; CHÁFER, M.; ALBORS, A.; CAROT, J. M.; CHIRALT, A.Influence of substituting milk powder for whey powder on yogurt quality. *Trends Food Science and Technology,* v. 13, n. 9; 10, p. 334-340, 2002.

LOURES, M. M. R.; MINIM, V. P. R.; CERESINO, E. B.; CARNEIRO, R. C.; MINIM, L. A. Análise descritiva por ordenação na caracterização sensorial de iogurte diet sabor morango enriquecido com concentrado protéico do soro. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 3, p. 661-668, 2010.

MACFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order-carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies*, n. 4, p. 129-148, 1989.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. *Sensory Evaluation Techniques*. 2.ed. Florida-USA: CRC Press, 1991.

MEDEIROS, A. C. L., MEDEIROS, K. C. B., MEDEIROS, M. F., CORREIA, R. T. P. Avaliação comparativa do efeito do tratamento térmico e temperatura de incubação sobre o perfil de acidificação dos leites bovino, bubalino e caprino. *Revista brasileira de produtos agroindustriais*, v. 12, n. 2, p. 105-114, 2010.

OLIVEIRA, M. N.; DAMIN, M. R. Efeito do teor de sólidos e da concentração de sacarose na acidificação, firmeza e viabilidade de bactérias do iogurte e probióticas em leite fermentado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 23, n. 1, p. 172-176, 2003.

PENNA, A. L. B.; SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M. N. Effect of high hydrostatic pressure processing on rheological and textural properties of probiotic low-fat yogurt fermented by different starter cultures. *Journal of Food Process Engineering*, v. 29, p. 447-461, 2006.

RODRIGUES, L. R.; TEIXEIRA, J. A.; OLIVEIRA, R. Lowcost fermentative medium for biosurfactant production by probiotic bacteria. *Biochemical Engineering Journal*, v. 32, n. 3, p. 135-142, 2006.

SANDOVAL-CASTILLA, O.; LOBATO-CALLERO, C.; AGUIRRE-MANDUJANO, E.; VERNON-CARTER, E. J. Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. **International Dairy Journal**, v. 14, n. 2, p. 151-159, 2004.

SAS. Statistical Analysis System. *User's guide: Stat*, Version 6.11. Cary: SAS Institute, 1990.

SINHA, R.; RADHA, C.; PRAKASH, J.; KAUL, P. Whey protein hydrolysate: Functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation. *Food Chemistry*, v. 101, n. 4, p. 1484-1491, 2007.

