

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DE IOGURTE COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA E LEITE INTEGRAL

PHYSICAL-CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF YOGURT WITH DIFFERENT RATIOS OF SOY MILK AND INTEGRAL MILK

Gabrieli Nicoletti¹; Anielia Pinto Kempka²; Raquel Cristine Kuhn³

^{1,2}Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC – Pinhalzinho – Brasil aniela.kempka@udesc.br

³Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria– Brasil.

Resumo

A soja é reconhecida como um alimento de qualidade principalmente pela excelência de sua proteína. O extrato hidrossolúvel de soja pode ser consumido na forma de bebidas e seu uso em produtos industrializados pode ser aplicado em substituição total ou parcial ao leite bovino. O objetivo do presente estudo foi testar diferentes proporções de extrato hidrossolúvel de soja (E1-100 %, E2-75 %, E3-50 % e E4-25 %) e leite integral na elaboração de iogurte sabor morango. A fermentação foi conduzida por 11 horas. Na avaliação físico-química, os valores de extrato seco total não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) entre os experimentos, os valores de pH e sólidos solúveis totais diferiram entre si, variando de 4,51 a 4,89 e 15,47 a 20,47, respectivamente e os valores de acidez em ácido láctico apresentaram diferença estatística entre os experimentos E2 e E3. Os valores das coordenadas de cor (L , a^ e b^*) demonstraram a influência da matéria-prima em relação a cor do iogurte. Em relação aos padrões microbiológicos, todos os iogurtes (E1, E2, E3 e E4) apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos pela RDC N° 12 de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Através da avaliação sensorial verificou-se que a adição de até 75 % de extrato hidrossolúvel de soja (E2) apresenta características sensoriais próximas as do iogurte com 25 % de extrato hidrossolúvel de soja, sendo considerado, portanto, E2 como melhor experimento.*

Palavras-chave: iogurte, extrato hidrossolúvel de soja, análise sensorial, características físico-químicas.

1 Introdução

A soja (*Glycine max*) é também conhecida como feijão soja, ervilha chinesa ou feijão da Manchúria. Foi introduzida na Ásia Central há cerca de 5 mil anos pelos chineses. No Brasil, a soja começou a ser cultivada em 1882. O grão de soja é um dos mais importantes alimentos da

humanidade, por ser muito rico em proteínas e com bom conteúdo de gordura (CHRISTENSEN, 2004).

Segundo o Boletim Técnico da Embrapa (2011) o Brasil é o segundo maior produtor mundial dessa leguminosa, sendo responsável por uma produção de 75 milhões de toneladas, a qual corresponde a 20 % da produção total, dados estes da safra 2010/2011.

A soja é reconhecida como um alimento de qualidade por seu alto teor energético e pela excelência de sua proteína. Além de ser rica em fibras, vitamina B, ácido fólico, iodo, magnésio, potássio e fósforo (DUARTE, 2006). A incorporação de leite de soja (extrato hidrossolúvel de soja) e seus subprodutos na alimentação humana estão despertando um crescente interesse devido às suas propriedades nutricionais importantes tais como o cálcio, proteínas de alta qualidade, ácidos graxos poli-insaturados, além desta leguminosa apresentar grande concentração de isoflavonas, cujo uso fitoterápico pode ser aplicado no tratamento alternativo dos sintomas da menopausa (RINALDONI et al., 2012).

Por ser um alimento funcional e que possui efeitos significativos para a saúde, há uma tendência crescente no desenvolvimento de produtos que incorporem a soja em alimentos. O desafio de formular produtos à base de soja está na incorporação de níveis suficientes desta leguminosa, induzindo benefícios para o ser humano, além de manter a qualidade sensorial (NILUFERERDIL et al., 2012).

O extrato hidrossolúvel de soja ou leite de soja, líquido ou em pó, possui ampla aplicação na indústria alimentícia, podendo ser consumido na forma de bebida ou como constituinte de produtos lácteos tais como iogurtes, formulados infantis, sorvetes e cremes, além de apresentar baixo custo e alta qualidade protéica e energética (SILVA et al., 2007a).

Esse produto é amplamente difundido na alimentação nos países orientais, porém no ocidente há uma barreira para seu uso, devido ao sabor desagradável desenvolvido por compostos existentes no interior dos grãos e de outros formados durante o processo de obtenção do extrato, quer pela ação do calor, quer pela ação de enzimas presentes no grão, principalmente a lipoxigenase. O sabor desagradável (amargo) surge devido à ação das enzimas lipoxidase e lipoxigenase quando os grãos de soja são rompidos. O gosto amargo tem como precursores os aminoácidos liberados da proteólise e por deterioração oxidativa (MORENO et al., 2001).

A adição de proteínas de soja aos alimentos industrializados apresenta diversas vantagens tecnológicas, como o aumento de retenção de umidade, melhoria da textura, ligamento, coesão e rendimento final, retenção dos atributos de qualidade em geral, maior teor protéico, cor agradável, maior vida de prateleira, melhor palatabilidade, melhor aparência e valor nutricional (MORAES et al., 2006).

Dentre os produtos alimentícios formulados com a soja, o iogurte é produzido pela adição de culturas de bactérias lácticas. Durante a fermentação, ocorre a hidrólise das proteínas do leite, o pH acidifica, a viscosidade aumenta e metabólitos bacterianos são produzidos, os quais contribuem para o sabor. Além de ser uma excelente fonte de cálcio, possui menor teor de lactose do que o leite de vaca tornando-se uma fonte de cálcio de fácil digestão para a maioria dos indivíduos (FARNWORTH et al., 2007).

A produção dos iogurtes a partir de leite é comum em países industrializados. No entanto, a demanda por alternativas ao leite está crescendo devido a problemas alérgicos e por alternativas vegetarianas (FARNWORTH et al., 2007). Portanto, o interesse em um iogurte à base de soja tem se desenvolvido cada vez mais.

Vários estudos têm relatado o uso de leite de soja para a produção de iogurte por conter dissacarídeos que podem ser reduzidos pela fermentação láctica. Alguns estudos sobre o leite de soja fermentado são baseados em fortificação ou suplementação com diferentes componentes a fim de proporcionar desejável corpo, textura e sabor aos produtos finais. No entanto, composição de leite de soja é completa e suficiente para se obter um produto fermentado de boa qualidade quando o processo de produção do leite de soja é adequadamente controlado (CRUZ et al., 2009).

A produção do iogurte a base de leite de soja com adição de frutas, essências e açúcar ao fermentado, é um método simples e não dispendioso de se melhorar ou mascarar o gosto indesejável residual da soja no produto, e conseqüentemente, de se obter uma bebida fermentada muito saudável, de características semelhantes ao iogurte tradicional. O iogurte de leite de soja com frutas é um produto perfeitamente aceitável e que tem a sua produção comercial altamente favorecida pelo fato dos consumidores já estarem habituados ao iogurte tradicional com frutas (SOUZA et al., 1989), sendo muito comum o morango.

O morango (*Fragaria ananassa Duch*) fruto do morangueiro é considerado uma planta da família *Rosaceae*, fruta bonita e de aspecto ornamental, de coloração vermelha, atua como forte excitante do desejo e dos prazeres do paladar. Por seu suave, delicado e sedutor sabor agridoce e por sua consistência sucosa e macia, os morangos são imbatíveis como frutas (REIS et al., 2011).

Esta fruta possui também fontes alimentares de ácido ascórbico, fibras, potássio e outros metabólitos (KAFKAS et al., 2007). E não são apenas consumidos como frutos, mas também são frequentemente encontrados em produtos processados como licor, xarope, geléia, iogurte e sorvete. (BILCK et al., 2010).

Portanto, este trabalho teve por objetivo o desenvolvimento de iogurte sabor morango, com diferentes proporções de extrato hidrossolúvel de soja e leite UHT. Foram determinadas as propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais a fim de caracterizar os mesmos e obter a melhor formulação em termos de proporção de extrato hidrossolúvel de soja.

2 Material e Métodos

As matérias-primas utilizadas na composição do substrato de fermentação foram leite UHT integral (Aurolat) com embalagens de um mesmo lote. Para produção do extrato hidrossolúvel de soja foram utilizados grãos de soja (Vitao) sendo todas as matérias primas adquiridas no comércio da cidade de Pinhalzinho- SC. Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Bioprocessos, Microbiologia e Química de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade do Estado de Santa Catarina. A avaliação microbiológica dos iogurtes foi realizada após a avaliação físico-química. Estas análises foram realizadas pelo SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.

Reativação da cultura lática

Os micro-organismos utilizados na produção dos iogurtes foram *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* (cultura mista) (Chr. Hansen), a qual apresentava-se liofilizada e foi reativada em 100 mL de caldo MRS (Man, Rogosa e Sharp - MERCK) previamente autoclavado por 15 minutos. As condições de crescimento da cultura foram a temperatura de 42 °C, sem agitação e sem correção de pH inicial, em incubadora shaker (SL 222) durante 24 horas. Após o crescimento, os pré-inóculos foram conservados em geladeira, à temperatura de refrigeração, até o momento de sua utilização.

Produção do extrato hidrossolúvel de soja

O extrato hidrossolúvel de soja (EHS) foi produzido segundo metodologia indicada pela EMATER (KEMPKA et al., 2008). A Figura 1 apresenta o fluxograma da obtenção do extrato hidrossolúvel de soja.

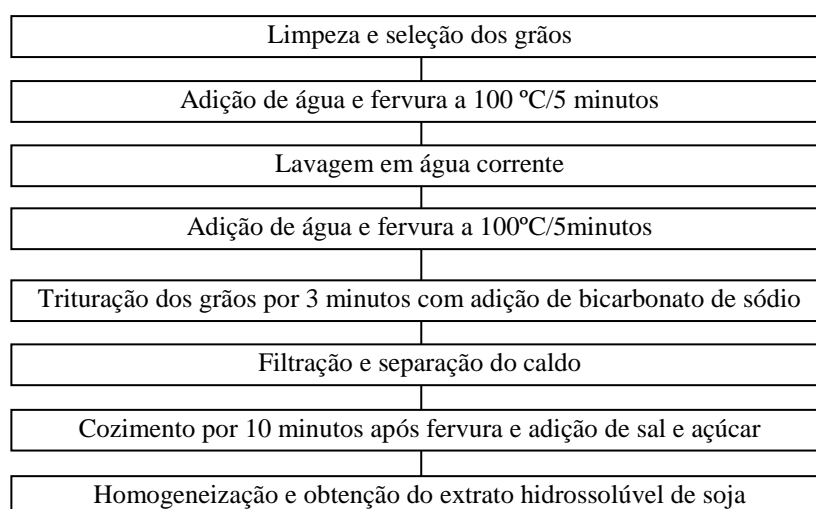


Figura 1 - Fluxograma do processo de obtenção do extrato hidrossolúvel de soja

Proporções entre o extrato hidrossolúvel de soja e o leite UHT integral

Com objetivo de avaliar diferentes proporções de extrato hidrossolúvel de soja e leite UHT integral, testaram-se diferentes percentuais dos mesmos nos experimentos de fermentação. A Tabela 1 apresenta as proporções utilizadas em cada experimento.

Tabela 1 - Experimentos com diferentes proporções de leite UHT integral e extrato hidrossolúvel de soja

Experimentos	Extrato hidrossolúvel de soja (% em volume)	Leite UHT integral (% em volume)
E1	100 %	0 %
E2	75 %	25 %
E3	50 %	50 %
E4	25 %	75 %

Obtenção dos iogurtes e aromatização

Os meios de fermentação obtidos após a mistura das proporções de extrato hidrossolúvel de soja e leite UHT integral foram pasteurizados a 80 °C por 20 minutos (KRÜGER et al., 2008). O tratamento térmico tem como objetivo destruir os micro-organismos patogênicos e outros que possam competir com a cultura láctea, além de promover a desnaturação das proteínas do soro para a redução da contração do coágulo da caseína do iogurte, diminuindo, conseqüentemente, a sinérese. Este tratamento estimula o início do crescimento da cultura láctica por redução do conteúdo de oxigênio do meio, além disso, influencia sobre o aumento da viscosidade do iogurte e na obtenção de uma boa textura (AWAISHEH et al., 2005).

Após o tratamento térmico, realizou-se o resfriamento a aproximadamente 40 °C sendo, posteriormente, adicionados 2 % de inóculo. As condições de incubação foram as mesmas utilizadas na reativação dos micro-organismos, em incubadora shaker (SL 222) durante 11 horas. Concluída a fermentação, as amostras foram resfriadas à temperatura de refrigeração, aproximadamente 10 °C. Os iogurtes foram aromatizados com aroma artificial de morango (Vitta Flavor), coloridos com corante artificial vermelho (INCON) seguindo as recomendações dos fabricantes. Em seguida, foram adicionados morangos triturados e sacarose. Para aromatização do iogurte sabor morango, utilizou-se morangos triturados (15 g/300 mL) e açúcar (12 g/300 mL) (KEMPKA et al., 2008).

Para conservação dos iogurtes durante o período de determinação das características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, foi adicionado o conservante sorbato de potássio (Prozyn) na proporção de 0,3 g para cada 100 mL de produto, padrão estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2000).

Os iogurtes foram armazenados sob refrigeração (4 °C), em vidros de 500 mL previamente esterilizados em autoclave por 15 minutos e fechados com papel alumínio estéril e tampas de metal.

Caracterização físico-química das matérias-primas e dos iogurtes

Os experimentos realizados para a caracterização físico-química das matérias-primas e dos iogurtes foram realizados em triplicatas, sendo a determinação do pH, acidez em ácido láctico, sólidos solúveis totais (SST) e extrato seco total (EST) seguindo as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (1989). Para análise de pH foi utilizado potenciômetro digital (Íon pHB 500), devidamente calibrado. A determinação da acidez em ácido láctico foi realizada medindo-se o teor de ácido láctico presente em 100 g de amostra, pela titulação com NaOH 0,1 N de alíquota de 10 mL de amostra, na presença de fenolftaleína como indicador. Tanto o pH como a acidez foram realizadas ao longo da fermentação, sendo retiradas amostras a cada hora. Para a determinação de SST, utilizou-se um refratômetro de Abbé, com escala graduada de Brix, sendo o aparelho ajustado para a leitura com água a 20°C, de acordo com as instruções do fabricante. O EST foi determinado através da evaporação e secagem em estufa (Modelo Alpax). Inicialmente 20 ml de amostra foi transferida para cápsula metálica, onde as amostras foram evaporadas em banho-maria fervente até que o resíduo estivesse aparentemente seco. Sendo transferido posteriormente para estufa (105 °C), pesou-se até atingir peso constante.

A cor dos iogurtes foi determinada utilizando-se equipamento Minolta® CR 310 (iluminante C ou D65 e ângulo 10°), obtendo-se os parâmetros de cor L* (luminosidade), a* e b* (coordenadas de cromaticidade). Quanto às coordenadas de cromaticidade, +a* está na direção do vermelho, -a* está na direção do verde, +b* está na direção do amarelo e -b* está na direção do azul. O centro é acromático, à medida que os valores de a* e b* aumentam e o ponto move-se para fora partindo do centro, a saturação da cor aumenta (SILVA, 2007b).

Parâmetros microbiológicos

Foram determinados de acordo com os métodos da *Association of Official Analytical Chemists – AOAC* (2005) onde se avaliou a presença de coliformes totais e fecais, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, bolores e leveduras.

Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada para verificação da aceitabilidade dos iogurtes pelos provadores. Para tanto foi utilizada a Análise Descritiva Quantitativa - Perfil de Características

(DUTCOSKY, 2011) com a utilização de escala de 1 a 9 pontos. As amostras foram homogeneizadas e distribuídas em copos plásticos, com codificação aleatória sendo avaliadas por 36 provadores consumidores de iogurte. Os atributos aparência, textura, odor e aroma, sensação bucal, sabor e gosto pelo teste de Escala Hedônica de 9 pontos (1- desgostei muitíssimo e 9 – gostei muitíssimo) foram avaliados.

Análise estatística

Para comparar os resultados das análises entre os tratamentos bem como a análise sensorial foi realizado o teste de Tukey, em nível de confiabilidade de 95 % ($p < 0,05$), utilizando-se o software Statistica 10.0 (STATSOFT INC.).

3 Resultados e Discussão

Caracterização físico-química das matérias primas e dos iogurtes

As médias dos resultados obtidos na caracterização físico-química dos iogurtes (E1, E2, E3 e E4), leite UHT e do extrato hidrossolúvel de soja estão mostradas na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização físico-química dos iogurtes e das matérias- primas

Experimentos/ Matérias-primas	EST \pm DP	pH \pm DP	SST ($^{\circ}$ Brix) \pm DP	Acidez em ácido láctico (%) \pm DP
E1	8,58 ^{ab} \pm 0,69	4,68 ^c \pm 0,02	19,67 ^b \pm 0,58	0,73 ^{ab} \pm 0,02
E2	8,92 ^a \pm 0,35	4,59 ^b \pm 0,04	18,90 ^c \pm 0,00	0,78 ^b \pm 0,01
E3	8,11 ^{ab} \pm 0,44	4,89 ^d \pm 0,04	20,47 ^a \pm 0,06	0,62 ^a \pm 0,03
E4	8,44 ^{ab} \pm 0,28	4,51 ^a \pm 0,04	15,47 ^d \pm 0,15	0,83 ^{ab} \pm 0,01
Leite UHT*	7,48 ^{bc} \pm 0,43	6,63 ^e \pm 0,02	13,50 ^e \pm 0,01	0,16 ^d \pm 0,01
EHS*†	6,48 ^c \pm 0,21	6,59 ^e \pm 0,01	19,60 ^b \pm 0,01	0,40 ^c \pm 0,00

* Matéria-prima que não passou pela fermentação. † Extrato hidrossolúvel de soja. Médias seguidas de letras diferentes, na vertical, diferem ($p < 0,05$) em nível de 95 % de confiança pelo teste de Tukey.

Os valores de EST para as matérias primas utilizadas na elaboração do meio de fermentação não diferiram estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p > 0,05$). Entre os iogurtes, o mesmo comportamento foi observado, sendo todas as médias de EST iguais estatisticamente. Comparando-se entre as matérias primas e os iogurtes, verifica-se que o EHS diferiu estatisticamente de todos os iogurtes, o que pode indicar que o incremento de EST se deu em função da adição do leite UHT bem como o crescimento das bactérias lácticas.

Para os valores de pH, verifica-se que para as matérias primas o valor de pH inicial foi igual estatisticamente ($p > 0,05$). A média de pH obtida para o EHS está de acordo com Cruz *et al.*

(2009), cujos valores ficaram entre 5,9 e 6,7. Segundo Martins *et al.* (2008), valores de pH considerados normais para leite UHT são de 6,6 a 6,8 sendo que valores inferiores a 6,1 podem ser problemáticos devido a possibilidade de coagulação pelo calor quando o leite passa por tratamento térmico. Para os iogurtes, os valores de pH diferiram estatisticamente ($p < 0,05$), E4 caracteriza-se por conter 75 % de leite UHT, já E3, 50 % de leite UHT. A maior proporção de leite UHT pode ter colaborado para a maior acidificação, visto que os micro-organismos utilizados na fermentação são bactérias lácticas. Mesmo havendo diferença significativa entre os valores de pH dos experimentos, todos encontram-se dentro do limite de pH para iogurtes que é 3,6 a 4,9, limite este cujo crescimento das bactérias lácticas ocorre normalmente e sem prejuízo ao produto (VEDAMUTHU, 1991).

Para SST verifica-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para as matérias primas, sendo que o EHS possui maior quantidade de sólidos, porém, o valor de SST obtido para o EHS foi igual estatisticamente ($p > 0,05$) ao valor obtido para o E1. A formulação de E1 contém 100 % de extrato hidrossolúvel de soja, o que pode justificar esta igualdade estatística com o EHS. Segundo Albuquerque e Couto (2003), ocorre um decréscimo na concentração de SST ao longo do tempo de fermentação sendo esta redução justificada devido a metabolização destes sólidos pelas bactérias lácteas, no processo de fermentação, não sendo verificado este comportamento no presente estudo. O menor valor de SST obtido foi para E4, cuja proporção de leite UHT foi de 75 % e este valor pode ser justificado pelo valor de SST obtido para o leite UHT.

A acidez expressa em ácido láctico foi diferente estatisticamente ($p < 0,05$) para E2 e E3 e também entre as matérias primas. Para E1 e E4, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. No processo de obtenção do iogurte ocorre a inoculação do leite com micro-organismos que transformam a lactose em ácido láctico, sendo que este último inibe o crescimento de muitos micro-organismos patogênicos e aqueles que possam alterar o alimento. Por esta razão os produtos fermentados se conservam em um período maior. A acidez do meio impede o crescimento de mofos e bactérias contaminantes, evitando a formação de gás e de reações de proteólise ou lipólise que alteram o sabor e aroma do alimento (GRANATO, 2007). Esta acidez ainda favorece a aceitabilidade das bebidas fermentadas pelos consumidores, mantendo o intervalo ideal de acidez de 0,6 a 1,5 % de ácido láctico. As mudanças na acidez do produto ocorrem, em maior ou menor grau, dependendo da temperatura de refrigeração, do tempo de armazenamento (SILVA *et al.*, 2007a). Os valores de acidez obtidos para E1, E2, E3 e E4 concordam com intervalo considerado ideal de acidez.

A Tabela 3 apresenta os resultados referentes aos valores médios e desvio padrão dos parâmetros luminosidade (L^*) e coordenadas de cromaticidade (a^* e b^*) utilizados para a determinação da cor dos iogurtes bem como das matérias primas.

Tabela 3 - Parâmetros de cor: luminosidade (L*) e coordenadas de cromaticidade (a* e b*) das bebidas fermentadas sabor morango

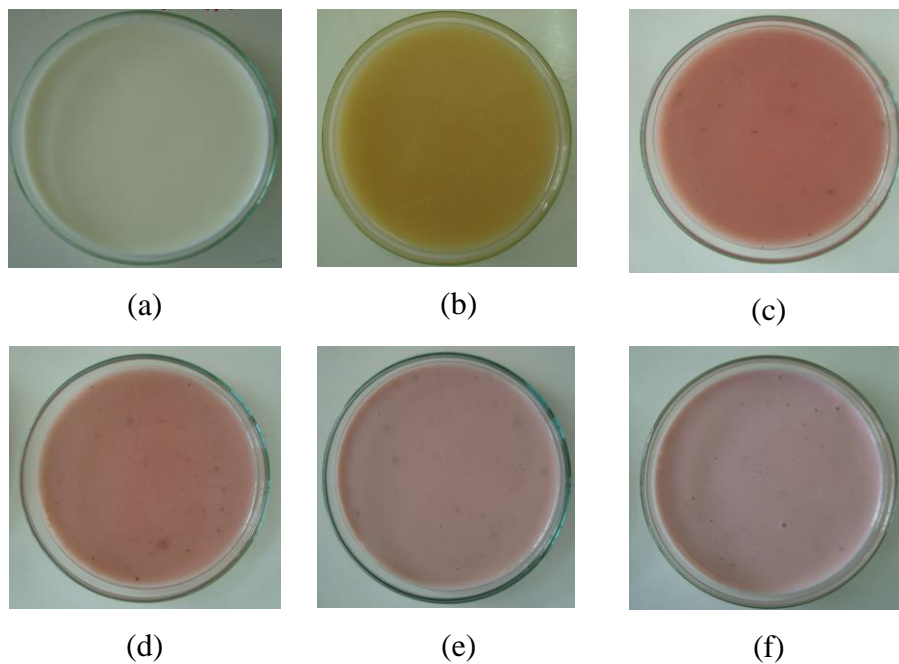
Experimento	L*	a*	b*
E1	51,42 ^a ± 1,86	25,21 ^a ± 0,49	15,85 ^e ± 1,05
E2	61,02 ^b ± 1,03	19,41 ^b ± 0,45	13,42 ^d ± 0,30
E3	74,69 ^c ± 0,32	14,77 ^c ± 0,50	8,47 ^b ± 0,31
E4	76,55 ^c ± 1,50	15,23 ^c ± 0,49	5,59 ^a ± 0,14
Leite UHT*	94,75 ^d ± 1,26	-1,76 ^e ± 0,20	10,90 ^c ± 0,62
EHS* †	60,09 ^{ab} ± 0,40	5,43 ^d ± 0,91	30,37 ^f ± 1,29

* Matéria-prima que não passou pela fermentação. † Extrato hidrossolúvel de soja. Médias seguidas de letras diferentes, na vertical, diferem em nível de 95 % de confiança pelo teste de Tukey.

O valor de L* para E1 e EHS, E2 e EHS não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$), sendo os menores valores de L* obtidos. E1 e E2 apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) entre si. E1, E2 e EHS apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) em relação aos demais experimentos e do leite UHT. Menores valores de L* demonstram menor luminosidade, o que pode demonstrar que E1, E2 e EHS são mais escuros que os iogurtes e o leite UHT. O parâmetro luminosidade pode variar entre zero (0) e cem (100), sendo denominado preto e branco, respectivamente (SILVA, 2007b). Percebe-se uma redução do valor de L* conforme a proporção de EHS adicionado. Uma redução nos valores de L* provavelmente é causada devido a incorporação de constituintes no produto que podem favorecer a absorção e a redução de água livre em função do aumento de sólidos totais, resultando em uma menor sinérese durante a estocagem do produto e consequentemente menor reflexão de luz (GARCÍA-PÉREZ et al., 2005).

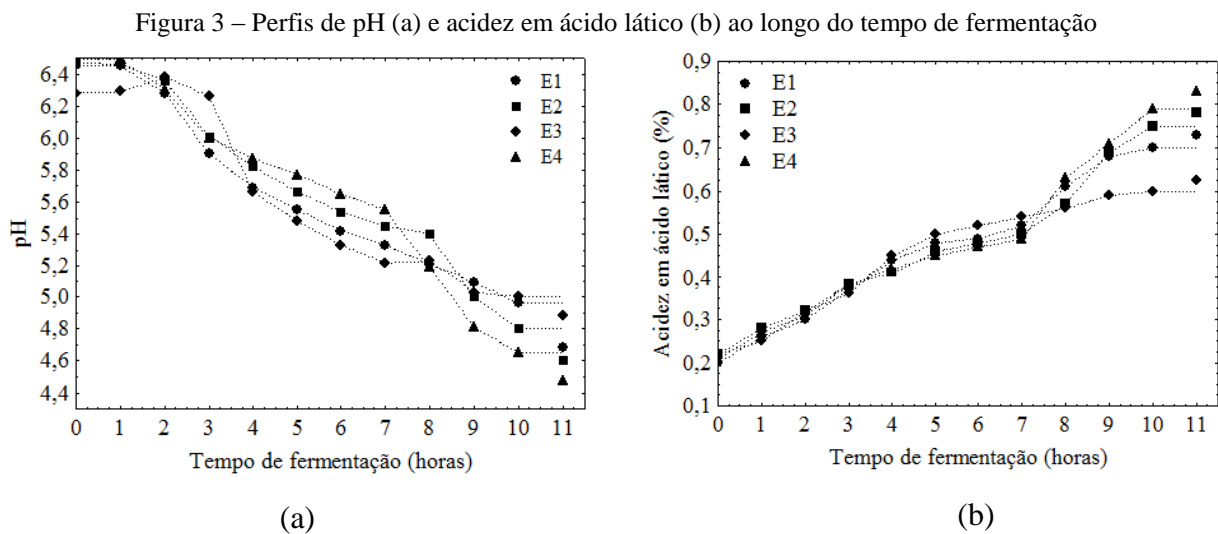
Em relação aos valores de a* observa-se que não houve diferença significativa entre E3 e E4, que diferiram significativamente dos outros iogurtes e das matérias-primas ($p < 0,05$). Os valores de b* obtidos para todos os iogurtes e para as matérias primas diferiram estatisticamente ($p < 0,05$). As coordenadas de cromaticidade a* e b* indicam as direções das cores, desta forma, a* > 0 é a direção do vermelho, a* < 0 é a direção do verde; b* > 0 é a direção do amarelo e b* < 0 é a direção do azul (SILVA, 2007b). Os valores de a* foram positivos (+a*), em direção ao vermelho, exceto o leite UHT que mostrou a* negativo. Percebe-se também que, apesar do EHS apresentar a* positivo, o valor é inferior aos valores obtidos para os iogurtes, justificado pela adição de corante nas formulações. Os valores de b* (todos positivos) diferiram estatisticamente ($p < 0,05$). Percebe-se a diminuição dos valores de E1 a E4, que pode ser justificada pela maior proporção de EHS em E1 e a menor proporção em E4. O EHS apresentou o maior valor de b*, sendo este com a tonalidade mais amarelada em relação a todos os iogurtes bem como em relação ao leite UHT. Estas características de cor podem ser visualizadas na Figura 2 que mostra o aspecto visual das matérias-primas e dos iogurtes.

Figura 2 – Aspecto visual das matérias-primas leite UHT (a) e EHS (b) e dos iogurtes E1 (c), E2 (d), E3 (e), E4 (f)



Perfis de pH e acidez em ácido lático ao longo do tempo de fermentação

Os perfis de pH e acidez em ácido lático (%) ao longo do tempo de fermentação para as quatro proporções testadas da bebida fermentada sabor morango podem ser visualizados na Figura 3.



Verifica-se que para um mesmo tempo de fermentação houve uma queda nos valores de pH e aumento nos valores de acidez em ácido lático para todos os experimentos. O maior valor de

pH final obtido foi 4,89, correspondente ao experimento E3 (pH inicial de 6,28) e o valor mínimo 4,51, correspondente ao experimento E4 (pH inicial de 6,49). Até a 7ª hora de fermentação E4 apresentou o maior valor de pH, comportamento este modificado a partir da 8ª hora, onde E4 permaneceu com o menor valor de pH. Segundo Albuquerque e Couto (2003) o pH final para a fermentação das bebidas fermentadas é próximo de 4,6. Em relação a acidez em ácido láctico, percebe-se perfis semelhantes até a 7ª hora de fermentação. Na 11ª hora E4 apresenta a maior acidez, em concordância com o perfil de pH.

Análise microbiológica

Os iogurtes com diferentes proporções de leite UHT e extrato hidrossolúvel de soja (E1, E2, E3 e E4) foram submetidos a análises microbiológicas cujos resultados estão mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados das análises microbiológicas dos iogurtes com diferentes proporções de leite UHT e extrato hidrossolúvel de soja

	E1	E2	E3	E4
Bolores e Leveduras (UFC.g ⁻¹)	4,5 x 10 ²	8,0 x 10	3,9 x 10 ²	9,0 x 10
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC.g ⁻¹)	< 1,0 x 10	< 1,0 x 10	< 1,0 x 10	< 1,0 x 10
Coliformes Totais (NMP.g ⁻¹)	< 1,0 x 10	< 1,0 x 10	< 1,0 x 10	< 1,0 x 10
Coliformes Fecais (NMP.g ⁻¹)	< 1,0 x 10	< 1,0 x 10	< 1,0 x 10	< 1,0 x 10
<i>Salmonella</i> spp	Ausente*	Ausente	Ausente	Ausente

*Ausente em 25 gramas.

Todos os iogurtes estavam de acordo com os padrões microbiológicos da RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001) para NMP de coliformes a 45 °C e *Salmonella*. Embora na referida resolução, não há padrões para *Staphylococcus aureus* e coliformes totais, estes foram determinados, visto que estes micro-organismos indicam condições higiênico-sanitárias adequadas. Mesmo que no processamento dos iogurtes, após a adição de frutas, seja realizado o tratamento térmico como forma de destruição de fungos e outros micro-organismos, a manipulação pode ocasionar um desenvolvimento microbiano patogênico se esta não for realizada com boas condições higiênicas (RODAS et al., 2001). Miguel et al. (2010) obtiveram para todas as amostras de iogurte sabor morango produzido com extrato de soja desengordurado enriquecido com cálcio valores de coliformes totais e fecais, que é de 10² NMP.g⁻¹ e 10 NMP.g⁻¹, respectivamente, maiores que os valores obtidos no presente estudo, valores estes que caracterizam boas condições higiênico-sanitárias no processo de produção.

Os resultados da Análise Descritiva Quantitativa – Perfil de Características dos iogurtes com diferentes proporções de leite UHT e EHS estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Perfil de características dos iogurtes sabor morango obtido através de análises sensorial

	Aparência	Textura	Odor e aroma	Sensação bucal	Sabor
E1	6,47 ^b ± 1,65	6,25 ^b ± 1,54	7,28 ^a ± 1,36	6,79 ^a ± 1,36	6,63 ^b ± 1,50
E2	7,00 ^{ab} ± 1,23	6,67 ^{ab} ± 1,35	7,25 ^a ± 1,00	7,22 ^a ± 1,26	7,44 ^a ± 1,07
E3	7,74 ^a ± 0,87	7,42 ^a ± 1,08	7,38 ^a ± 0,89	7,46 ^a ± 0,99	7,54 ^a ± 0,94
E4	7,83 ^a ± 0,99	7,32 ^a ± 1,09	7,33 ^a ± 1,16	6,94 ^a ± 1,27	6,92 ^{ab} ± 1,36

Médias seguidas de letras diferentes, na vertical, diferem em nível de 95 % de confiabilidade pelo teste de Tukey.

Para os atributos aparência e textura, E1 (com 100 % de EHS) diferiu significativamente ($p < 0,05$) de E3 (50 de % EHS) e E4 (25 % de EHS). Para odor e aroma e sensação bucal, não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os iogurtes, o que demonstra que a aromatização pode ter mascarado o odor característico da soja. Em relação ao sabor, o experimento E1 obteve a menor média de notas, diferindo estatisticamente de E2 e E3, porém igual ao E4. O uso de bifidobactérias em culturas mistas, principalmente com lactobacilos, proporciona a formação de ácido L (+) láctico e as propriedades benéficas associadas a estas bactérias intestinais. A utilização de bactérias bífidas em culturas mistas possibilita a produção de compostos voláteis que mascaram o sabor e o aroma característico da soja em misturas fermentadas (KEMPKA et al., 2008).

Estes resultados demonstram que a adição de até 75 % de EHS é possível e leva a um iogurte com características sensoriais próximas a adição de 25 % de EHS. Isto pode ser comprovado, pois não houve diferença significativa entre as amostras com adição de 75 e 50 % de extrato hidrossolúvel de soja para todos os parâmetros avaliados com exceção da textura. Este percentual máximo de EHS possível encontrado no presente estudo pode trazer características nutricionais diferenciadas para o produto. A soja destaca-se por ser rica em proteínas, lipídeos, fibras, isoflavonas, sais minerais e vitaminas do complexo B, além de ser uma fonte de proteína saudável. Apresenta baixo índice de colesterol e possui fitoquímicos que auxiliam no combate ao câncer e diminuem o índice de doenças cardiovasculares (MIGUEL et al., 2010).

4 Conclusões

Foi possível obter iogurte de soja com as quatro proporções de extrato hidrossolúvel de soja (100 %, 75 %, 50 % e 25 %). Os iogurtes apresentaram características físico-químicas próprias de bebidas fermentadas e qualidade microbiológica. Os valores de L (luminosidade) e a* e b* (cromaticidade) diferiram em relação a proporção de extrato hidrossolúvel adicionado. A avaliação

sensorial A avaliação sensorial demonstrou que a adição de até 75 % de extrato hidrossolúvel de soja (E2) apresentou características sensoriais próximas as do iogurte com 25 % de extrato hidrossolúvel de soja, sendo, portanto, o experimento o E2 o melhor experimento.

Abstract

Soy is recognized as a quality food especially for the excellence of its protein. The o soymilk can be consumed as a beverage and its use in industrial products can be applied in full or partial replacement with bovine milk. The objective of this study was to test different ratios of soymilk (E1-100 %, E2-75 %, E3-50 % and E4-25 %) and whole milk in the preparation of yogurt strawberry flavor. The fermentation was carried out for 11 hours. In physico-chemical values of total solids did not differ statistically ($p>0.05$) between experiments, values of pH and total soluble solids differed, ranging from 4.51 to 4.89 and 15.47 to 20.47, respectively, and the values of acidity in lactic acid showed no statistical difference between the experiments E2 and E3. The values of the color coordinates (L , a^ , b^*) demonstrate the influence of the raw material to the color of the yogurt. Regarding microbiological standards, all yogurts (E1, E2, E3 and E4) were within the standards established by RDC No. 12 of January 2, 2001 the National Agency for Sanitary Vigilance. Through the sensory evaluation showed that the addition of up to 75 % of soymilk (E2) has sensory characteristics close to those of yoghurt 25 % soymilk, being therefore considered as the best E2 experiment.*

Key-words: yogurt, soymilk, sensory analysis, physical and chemical characteristics.

Referências

ALBUQUERQUE, L.C.; COUTO, M.A.C.L. **Site Ciência do Leite**. Juiz de Fora, 2003.

ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 18 ed. Gaithersburg, 2005.

AWAISHEH, S. S.; HADDADIN, M. S. Y.; ROBINSON, R. K. Incorporation of selected nutraceuticals and probiotic bacteria into fermented milk. **International Dairy Journal**, v. 15, n. 11, p. 1184-1190, 2005. DOI: 10.1016/j.idairyj.2004.11.003.

BILCK, A. P.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Biodegradable mulch films for strawberry production. **Polymer Testing**, v. 29, n. 4, p. 471-476, 2010. DOI: 10.1016/j.polymertesting.2010.02.007

BOLETIM TÉCNICO EMBRAPA. **Soja em números (safra 2010/2011)**. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai=2&op_page=294. Acesso em: 01 fev. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001**, disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 01 fev. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução nº 5, de 13 de novembro de 2000 (D.O.U. 02/01/01). Aprova os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) de Leites Fermentados.

CHRISTENSEN, T. N. S.; BINDÉ, C. J. R. **Soja 80 anos de produção 1924-2004**. Santa Rosa: Lucano Cultura e Marketing, 2004.

CRUZ, N.S.; CAPELLAS, M.; JARAMILLO, D.P.; TRUJILLO, A.J.; GUAMIS, B.; FERRAGUT, V. Soymilk treated by ultra-high-pressure homogenization: Acid coagulation properties and characteristics of a soy-yogurt product. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 2, p. 490-496, 2009. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2008.03.010

DUARTE, L. J. V. **Alimentos funcionais**. Porto Alegre: Artes e Ofícios, 2006.

- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Editora Champagnat, 2011.
- FARNWORTH, E.R.; MAINVILLE, I.; DESJARDINS, M.-P.; GARDNER, N.; FLISS, I.; CHAMPAGNE, C. Growth of probiotic bacteria and bifidobacteria in a soy yogurt formulation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 116, n. 1, p. 174–181, 2007. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2006.12.015
- GARCÍA-PÉREZ, F. J.; LARIO, Y.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A.; SENDRA, E. Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage. **Color Research & Application**, v. 30, n. 6, p. 457-463, 2005. DOI: 10.1002/col.20158
- GRANATO, D. Leites fermentados: algumas considerações. **Leite & Derivados**, v. 16, n. 100, p. 16-33, 2007.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo, 1985.
- KAFKAS, E.; KOSAR, M.; PAYDAS, S.; KAFKAS, S.; BASER, K.H.C. Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages. **Food Chemistry**, v. 100, n. 3 p.1229–1236, 2007. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.12.005
- KEMPKA, A. P.; KRÜGER, R. L.; VALDUGA, E.; Di LUCCIO, M.; TREICHEL, H.; CANSIAN, R.; OLIVEIRA, D. Formulação de bebida láctea fermentada sabor pêssego utilizando substratos alternativos e cultura probiótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 170-177, 2008.
- MARTINS, A. M. C. V.; ROSSI JUNIOR, O. D.; SALOTTI, B. M.; BÜRGER, K. P.; CORTEZ, A. L. L.; CARDOZO, M. V. Efeito do processamento UAT (Ultra Alta Temperatura) sobre as características físico-químicas do leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 295-298, 2008.
- MIGUEL, P. R.; MARMITT, T.; SCHLABITZ, C.; HAUSCHILD, F. A. D.; SOUZA, C. F. V. Desenvolvimento e caracterização de “iogurte” de soja sabor morango produzido com extrato de soja desengordurado enriquecido com cálcio. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 21, n. 1, p. 57-63, 2010.
- MORAES, R. M.; HAJ-ISA, N. M. A.; ALMEIDA, T. C. A.; MORETTI, R. H. Efeito da desodorização nas características sensoriais de extratos hidrossolúveis de soja obtidos por diferentes processos tecnológicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 46-51, 2006.
- MORENO, I.; LERAYER, A. L. S.; LEITÃO, M. F. F. **Bacteriocinas de bactérias lácticas: Utilização em laticínios e fatores que afetam a sua eficiência**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/bacteriocinas/index.htm>. Acesso em: 10/3/2012
- NILUFER-ERDIL, D.; SERVENTI, L.; BOYACIOGLU, D.; VODOVOTZ, Y. Effect of soy milk powder addition on staling of soy bread. **Food Chemistry**, v. 131, n. 4, p. 1132–1139, 2012. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.09.078
- REIS, R. C.; MINIM, V. P. R.; BOLINI, H. M. A.; DIAS, B. R. P.; MINIM, L. A.; CERESINO, E. B. Sweetness equivalence of different sweeteners in strawberry-flavored yougurt. **Journal of Food Quality**, v. 34, n. 3, p. 163–170, 2011. DOI: 10.1111/j.1745-4557.2011.00378.x
- RINALDONI, A. N.; CAMPDERRÓS, M. E.; PADILA, A. P. Physico-chemical and sensory properties of yogurt from ultrafiltered soy milk concentrate added with inulin. **Food Science and Technology**, v. 45, n. 2, p. 142-147, 2012. DOI: 10.1016/j.lwt.2011.09.009
- RODAS, M. A. B.; RODRIGUES, R. M. M. S.; SAKUMA, H.; TAVARES, L. Z.; SGARBI, C. R.; LOPES, W. C. C. Caracterização físico-química, histológica e viabilidade de bactérias lácticas em iogurtes com frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, p. 304-309, 2001.
- SILVA, J. B.; PRUDÊNCIO, S. H.; FELBERG, I.; DELIZA, R.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Aceitabilidade de bebidas preparadas a partir de diferentes extratos hidrossolúveis de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.12, p.1779-1784, 2007a.
- SILVA, S. V. **Desenvolvimento de iogurte probiótico com prebiótico**. Santa Maria, 2007b. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Rurais - Universidade Federal de Santa Maria.

SOUZA, G.; OLIVEIRA, A. J.; SHIROSE, I.; VALLE, J. L. E. Avaliação da preferência, quanto ao sabor, do iogurte de “leite” de soja adicionado de leite de vaca perante ao tradicional. **Anais...** ESALQ, Piracicaba, v. 46, p. 361- 374, 1989.

VEDAMUTHU, E.R. The yogurt story – past, present and future. Part. VI. **Dairy, Food and Environmental Sanitation**, v. 11, n. 9, p. 513-514, 1991.

Submetido em 24 jul. 2013, Aceito para publicação em 26 jun 2014, Publicado em 28 dez. 2014.