

Processamento e caracterização de iogurte de limão

RESUMO

O objetivo do estudo foi elaborar iogurtes de limão e avaliar as características físicas, químicas e sensoriais dos produtos processados. Foram elaboradas quatro formulações de iogurtes, variando-se as concentrações de suco de limão (2, 4, 6 e 8 %). Posteriormente, os mesmos foram avaliados quanto ao teor de umidade, sólidos totais, cinzas, sólidos solúveis, acidez total em ácido láctico, pH, lipídios, textura (dureza, consistência, índice de viscosidade e coesividade) e cor (L^* , a^* , b^* , h^* e C^*). Além disso foi realizado teste de aceitabilidade e de intenção de compra. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, com os dados submetidos à análise de variância e a comparação de médias feita pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A maioria dos parâmetros avaliados revelou efeito significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F, o que permite afirmar que os diferentes níveis de limão utilizados alteraram as características dos iogurtes. Na análise sensorial, os iogurtes adicionados de 2 e 4 % foram estatisticamente semelhantes, todavia o iogurte com a menor proporção de suco (2 %) apresentou o maior potencial mercadológico, revelando odor característico de limão sem que seu sabor fosse demasiadamente acentuado.

PALAVRAS-CHAVE: Leite fermentado, *Citrus latifolia* Tanaka, Controle de Qualidade.

Agdylannah Felix Vieira

agdylana@hotmail.com
orcid.org/0000-0002-4965-4772
Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil

Renata Rodrigues de Lima Silva

renataroques@gmail.com
orcid.org/0000-0001-5889-6777
Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil

Deborah Evelyn Gomes Alves

deborahsud@hotmail.com
orcid.org/0000-0003-0083-0066
Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil

Hanna Mayara Brito Rodrigues de Morais

hannamayara@hotmail.com
orcid.org/0000-0002-2364-8964
Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil

Dyego da Costa Santos

dyego.csantos@gmail.com
orcid.org/0000-0002-4045-5224
Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil

INTRODUÇÃO

A legislação brasileira (BRASIL, 2007) define iogurte como o produto obtido por fermentação láctica mediante ação de cultivos de microorganismos específicos, cuja fermentação se realiza com cultivos protosimbióticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Caracteriza-se como um gel suave, viscoso e de delicado sabor característico, sendo, o mais conhecido dos leites fermentados. Segundo Rocha et al. (2008), o iogurte é um produto altamente recomendado pelas suas características sensoriais e nutricionais, por ser rico em proteínas, cálcio e fósforo, conter baixo teor de gorduras e fonte de minerais como zinco e magnésio. Seu valor nutricional é superior ao do leite em conteúdo de vitaminas do complexo B, sendo mais facilmente aceito por indivíduos com intolerância à lactose, é recomendado especialmente para gestantes, lactantes, pessoas idosas ou que necessitem de reposição de cálcio.

O consumo mundial de iogurte destacou-se na década de 1960 devido à adição de polpa de frutas para atenuação do sabor ácido, resultando em maior aceitação popular do produto (MOREIRA et al., 1999). Para melhorar o aroma e o sabor dos iogurtes, são adicionados polpas ou pedaços de frutas que, por sua composição química, também agregam valor nutricional ao produto. Muitas são as frutas que podem ser adicionadas, como, por exemplo, o limão, que de acordo com Uckoo et al. (2015), está entre os cítricos mais consumidos no mundo.

O limoeiro (*Citrus latifolia* Tanaka) é uma frutífera rentável e os frutos têm ampla aceitação no mercado, pois podem ser usados em formulações de alimentos, fármacos, chás e refrigerantes. Não tem uma entressafra, pois está disponível no mercado o ano todo (PEDRÃO et al., 1999), sendo o seu suco considerado fonte de vitamina C, além de apresentar ácido fólico, niacina e piridoxina (CHARALAMBOUS, 1993). Por ser uma matéria-prima acessível e de baixo custo em comparação a outras, pode ser utilizada em grande variedade de produtos, inclusive em iogurtes, Broca et al. (2014) utilizou o limão para saborizar sua bebida à base de soja e Lima et al. (2012) em sua bebida mista com inhame e limão. Ainda, torna-se necessário estudo de atributos físicos, químicos

e sensoriais para melhor adequação de formulações à aspectos de legislação e ao paladar de consumidores.

O iogurte possui características peculiares, como, por exemplo, sua textura. Essa característica é um dos principais critérios de escolha deste tipo de produto por parte dos consumidores, por isso se faz importante o conhecimento de parâmetros responsáveis pela mesma. Segundo Antunes et al. (2004), existem dois fatores importantes na textura de iogurtes: a adição de sólidos (como por exemplo, leite em pó) e o tratamento térmico (promovendo géis com maior ou menor firmeza). Entretanto, a adição de frutas deve ser considerada, uma vez que pode promover diluição do produto, afetado os parâmetros de textura. Também deve ser considerado que a adição de frutas promove alterações de cor nos iogurtes, geralmente tornando-os mais atrativos, especialmente para o público infantil que prefere cores mais vivas e vibrantes.

Com a elaboração de um novo produto, como o iogurte de limão que se propõe processar neste trabalho, deve-se submeter o mesmo a testes sensoriais, com o intuito de observar o grau de satisfação de provadores em potencial. A qualidade sensorial de um produto pode ser avaliada por meio de métodos sensoriais descritivos. Estes métodos têm como objetivo descrever as propriedades sensoriais do alimento, proporcionando informações sobre sua aparência, aroma, sabor e textura. O conhecimento das propriedades sensoriais pode ser um diferencial durante o desenvolvimento e a melhoria de produtos. Conhecendo essas propriedades é possível trabalhar o método de processamento, a proporção e a utilizados dos ingredientes na fabricação do produto a fim de se obter um alimento com perfil sensorial que proporcione melhor aceitação pelo mercado consumidor (LOURDES et al., 2010).

Ante o exposto, objetivou-se elaborar iogurtes adicionados de diferentes concentrações de suco de limão e avaliar as características físicas, químicas e sensoriais dos produtos processados.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados limão Taiti maduros, safra 2015, leite pasteurizado integral, leite integral em pó, sacarose comercial e cultura termofílica (*Streptococcus thermophilus* e

Lactobacillus delbruekii subsp. *bulgaricus*), ambos adquiridos no mercado local da cidade de Campina Grande, PB. Os limões foram lavados em água corrente para remoção de sujidades, sanitizados em solução clorada com 100 ppm de cloro ativo por 15 min e enxaguados em água potável. Em seguida foram cortados transversalmente e submetidos à remoção manual do suco. Este foi filtrado para remoção de partículas provenientes do processo de extração, envasado em sacos de polietileno e armazenado em freezer (-18 °C) até o momento de sua utilização.

O processamento dos iogurtes foi realizado conforme Figura 1. Adicionou-se no leite 10 % de sacarose, 4 % de leite em pó e posteriormente, o mesmo foi submetido a pasteurização lenta (63 °C por 30 min) com o intuito de assegurar a qualidade microbiológica do produto. Em seguida, a mistura foi resfriada até 45 °C, inoculada de 1 % de cultura termofílica e incubada a 43 °C, até que o produto atingisse cerca de 0,65 % de acidez total em ácido láctico (6-8 h). Na sequência, os iogurtes foram resfriados e estocados em câmara fria por 12 h. Decorrido esse tempo, o mesmo foi batido, adicionado do suco de limão nas proporções de 2, 4, 6 e 8 %, envasado em garrafas de polipropileno e armazenados sob refrigeração (10 °C) até momento das análises.

Os iogurtes de limão foram analisados, em triplicata, quanto aos seguintes parâmetros físico-químicos: teor de umidade, sólidos totais, cinzas, sólidos solúveis, acidez total em ácido láctico e pH seguindo metodologias indicadas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A determinação do teor de lipídios foi realizada segundo Folch et al. (1975). A análise do perfil de textura (TPA) foi em texturômetro universal modelo TA-XT plus - Textura Analyzer do fabricante Stable Micro Systems equipado com o software Exponent Stable Micro Systems, com utilização do probe P-36R, para a obtenção dos atributos de dureza, consistência, índice de viscosidade e coesividade. A avaliação de cor foi realizada em espectrofotômetro portátil Hunter Lab Mini Scan XE Plus, modelo 4500 L, obtendo-se os parâmetros L^* , a^* e b^* , em que L^* define a luminosidade ($L^* = 0$ – preto e $L^* = 100$ – branco) e a^* e b^* são responsáveis pela cromaticidade ($+a^*$ vermelho e $-a^*$ verde; $+b^*$ amarelo e $-b^*$ azul). A partir destes valores, calcularam-se os valores de croma (C^*) pela fórmula $C^* = \sqrt{[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0,5}}$ e os valores de ângulo de tonalidade (ângulo h°) pela fórmula $h^* = \tan^{-1} b^*/a^*$.

Figura 1 - Fluxograma de processamento do iogurte sabor limão



Fonte: Elaborada pelos autores (2015)

Uma equipe de 50 provadores não treinados, composta por estudantes e funcionários da universidade, de ambos os sexos e com idades entre 17 e 40 anos, participou da avaliação sensorial dos iogurtes com diferentes formulações. Os iogurtes foram servidos em copos de plástico brancos descartáveis codificados com números de três dígitos aleatórios e servidos de forma casualizada. Para limpeza do palato entre os intervalos das amostras, foi fornecida água mineral. Foi aplicado o teste de aceitabilidade (DUTCOSKY, 2013) com uso de escala hedônica estruturada de nove pontos (1 = desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo), com avaliação dos atributos

sensoriais de odor, aparência, textura, sabor, doçura, acidez e impressão global. Investigou-se ainda a intenção de compra dos iogurtes de limão, com uso de escala hedônica estruturada de cinco pontos (1 = certamente não compraria a 5 = certamente compraria).

O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, utilizando-se o software Assistat versão 7.7 beta (SILVA & AZEVEDO, 2009). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Através dos resultados dos testes sensoriais, foram construídos no Excel histogramas, com a finalidade de melhor avaliar a atitude do consumidor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Têm-se na Tabela 1 os resultados da caracterização físico-química dos iogurtes adicionados de diferentes concentrações de suco de limão Taiti. Com exceção das cinzas, todos os parâmetros avaliados revelaram efeito significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F, o que permite afirmar que os diferentes níveis de limão utilizados alteram as características físico-químicas de iogurtes.

Tabela 1 - Caracterização físico-química dos iogurtes adicionados de limão

Caracterização físico-química dos iogurtes adicionados de limão							
Amostra	Umidade (%)	Sólidos totais(%)	Cinzas (%)	Lipídios (%)	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez total (%)	PH
IL1	75,55 b	24,45 a	0,62 a	2,30 a	17,00 a	1,010 d	4,34 a
IL2	75,81 b	24,19 a	0,58 a	2,56 a	17,00 a	1,130 c	4,12 b
IL3	75,90 b	24,10 a	0,60 a	3,54 b	16,00 b	1,343 b	3,98 c
IL4	76,47 a	23,53 b	0,58 a	3,33 b	16,00 b	1,370 a	3,95 c
DMS	0,3824	0,3824	0,0539	0,7473	1,5692	0,0238	0,0667
F calc.	21,11**	21,11**	4,73 ^{ns}	20,99**	2,78**	1076,8**	144,96**

IL1, IL2, IL3 e IL4 – iogurtes adicionados respectivamente de 2, 4, 6 e 8% de suco de limão; DMS – Diferença mínima significativa; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores (2015)

O teor de umidade aumentou com a adição de suco de limão, o que já era esperado, visto que o este apresenta conteúdo de água elevado, de 92,31 % (MENDONÇA et al., 2006). Comportamento semelhante ao observado para o iogurte de

limão, foi relatado por Marinho et al. (2012) ao elaborarem iogurtes de leite de cabra com polpa de umbu. Os autores constataram elevação da umidade dos iogurtes de 68,9 a 72,98 % com o aumento da concentração de polpa de 10 a 20 %. As variações do teor de umidade dos iogurtes de limão não foram maiores, possivelmente, devido às pequenas variações da porcentagem de suco. Os resultados de sólidos totais apresentaram-se inversamente relacionados ao teor de umidade, em que as amostras com maiores conteúdos de água foram as que tiveram menores quantidades de sólidos, uma vez que a adição de suco de limão promoveu diluição de constituintes dos iogurtes. Os sólidos totais variaram de 23,53 % (IL4) a 24,45 % (IL1), assemelhando-se aos resultados de Borges et al. (2009), que encontraram um valor de 23,86 % em iogurte de leite de búfala adicionado de polpa de cajá.

Não houve variação significativa no conteúdo mineral dos iogurtes, com as amostras apresentando teores de cinzas compreendidas entre 0,58 % (IL2 e IL4) e 0,62 % (IL1). Esses resultados são inferiores ao encontrado por Mesquita et al. (2012) em iogurte sabor tamarindo doce, cujo valor de cinzas foi de 0,73 % e superiores ao valor reportado por Machado et al. (2014) para iogurte batido com preparado de caju (0,52 %). O teor de cinzas não é contemplado pela legislação brasileira vigente, todavia é profundamente influenciado pela matéria-prima. Como neste estudo as diferenças entre as concentrações de sucos utilizados foram pequenas, não foi possível notar grandes impactos no conteúdo mineral. O resultado de sólidos solúveis variou entre 16 °Brix (IL3 e IL4) e 17 °Brix (IL1 e IL2), bem inferior ao encontrado por Marinho et al. (2012), cujo valor médio foi de 8,68 °Brix. O teor de sólidos solúveis de um produto envolve importantes compostos responsáveis pelo sabor, sendo os principais os açúcares e os ácidos orgânicos.

Quanto à acidez total, os resultados encontrados estão de acordo com a legislação brasileira, que indica valor dentro da faixa de 0,6 e 1,5 % de ácido láctico (BRASIL, 2007). É possível perceber que, com o aumento da concentração de suco de limão, a acidez também aumenta. Tal resultado era esperado, uma vez que o suco de limão é ácido e o aumento de sua concentração, conseqüentemente, aumenta a acidez do produto. Houve redução do pH com a adição do suco de limão, atingindo valores inferiores a 4,0 nas formulações IL3 e IL4, elaboradas respectivamente com 6 e 8 % de suco. Em valores de pH abaixo de 4,0 pode ocorrer a contração do coágulo devido à diminuição da hidratação das proteínas, o que implica em dessoração do produto. Logo,

ao longo do tempo, essas formulações poderiam apresentar problemas de aspecto visual, o que implicaria em rejeição.

Com relação ao teor de lipídios, as amostras adicionadas de 2 e 4 % de suco de limão não apresentaram diferença significativa entre si, bem como as amostras acrescidas de 6 e 8 %. Desse modo, foi possível perceber que, quanto menor a concentração de polpa de limão, menor também a quantidade de lipídios no iogurte. De acordo com esses teores, os iogurtes IL1 e IL2, formulados respectivamente com 2 e 4% de suco de limão, podem ser classificados como parcialmente desnatados uma vez que apresentaram teor de gordura dentro da faixa de 0,6 e 2,9 % especificada por legislação (BRASIL, 2007). As amostras IL3 e IL4, elaboradas com 6 e 8 % de suco, respectivamente, podem ser classificadas como iogurtes integrais, pois apresentaram mais de 3% de gordura (BRASIL, 2007).

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os valores médios para os parâmetros do perfil de textura (TPA) e da análise de cor. As repostas das variáveis dependentes são médias de três repetições. De acordo com os resultados, observou-se que todos os parâmetros analisados, tanto para textura como para cor, revelaram efeito significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F. Mantovani et al. (2012) e Preci et al. (2011) também reportaram alterações nos parâmetros de textura e de cor ao realizarem modificações nas formulações de iogurtes.

Tabela 2 - Valores médios da Análise do Perfil de Textura (TPA) dos iogurtes adicionados de limão

Valores médios da Análise do Perfil de Textura (TPA) dos iogurtes adicionados de limão				
Amostra	Firmeza (N)	Consistência	Índice de Viscosidade	Coesividade
IL1	0,134 ^a	110,433 b	8,641 a	0,103 a
IL2	0,136a	113,293 a	8,520 a	0,106 a
IL3	0,126b	105,059 c	6,165 b	0,089 b
IL4	0,124b	105,218 c	5,928 b	0,093 b
DMS	0,006	2,724	0,807	0,005
F calculado	16,190**	45,470**	67,755**	48,774**

IL1, IL2, IL3 e IL4 – iogurtes adicionados respectivamente de 2, 4, 6 e 8% de suco de limão; DMS – Diferença mínima significativa; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

A firmeza dos iogurtes foi maior nas formulações com menores concentrações de suco de limão (IL1 e IL2), decrescendo com o aumento dessa matéria-prima. Em

iogurtes, a firmeza pode ser atribuída ao teor de gordura e sólidos totais do produto, que influencia a estruturação proteica do gel formado na fermentação (LIMA et al., 2011). Logo, a adição de suco de limão promoveu diluição dos constituintes sólidos dos iogurtes. A firmeza é a força requerida para causar uma determinada deformação. Como o iogurte é líquido, notou-se que os valores de sua firmeza são pequenos, não tendo diferença significativa entre as duas primeiras amostras e as duas últimas.

Percebeu-se que a adição de suco de limão promoveu aumento significativo no valor de consistência do iogurte IL1 (formulado com 2 % de suco) para o iogurte IL2 (formulado com 4 % de suco), sendo observado posterior decréscimo desses valores, em que as formulações IL3 e IL4, elaboradas respectivamente com 6 e 8% de suco, não diferiram entre si pelo teste de Tukey. O limão possui ácido cítrico e, quando adicionado no iogurte, diminui o valor do pH favorecendo a precipitação química da caseína, que se dá quando o valor de pH atinge o ponto isoelétrico, que é entre 4 e 5 (PERRY, 2004). A provável precipitação da caseína favoreceu o aumento da consistência nos iogurtes IL1 e IL2. Acredita-se que a partir da formulação IL3 o pH dos produtos ficou abaixo de 4,0, logo o suco adicionado passou a ter efeito diluente, reduzindo então a consistência dos iogurtes.

Quanto ao índice de viscosidade, observou-se que as amostras IL1 e IL2 não diferenciaram entre si. O mesmo aconteceu para as amostras IL3 e IL4. A adição do suco de limão promoveu redução do índice de viscosidade, com decréscimo de quase 40 % desse parâmetro entre as amostras IL1 (formulada com 2 % de limão) e IL4 (formulada com 8 % de limão). Observou-se que a coesividade está diretamente relacionada aos valores de firmeza, em que os iogurtes mais coesos (IL1 e IL2) foram aqueles que se apresentaram mais firmes. A coesividade, em termos sensoriais, dá-se como o grau ao qual uma substância é comprimida entre os dentes antes de romper. Como as amostras em questão não são sólidas, suas coesividades são baixas.

Em relação aos parâmetros de cor (Tabela 3), observou-se que todos os iogurtes mostraram-se claros, com valores de luminosidade (L^*) acima de 80, estando de acordo ao reportado por Preci et al. (2011) para o iogurte tradicional sem adições. A L^* aumentou com a adição de suco de limão, sendo revelada elevação de cerca de 4,5 % da amostras IL1 para a amostra IL4, justificada pelas pequenas variações de suco adicionado. Constatou-se elevação da intensidade verde ($-a^*$) com adição do suco de limão, o que já era esperado, visto que o mesmo apresenta coloração verde brilhante. A

tonalidade amarela (+b*) revelou predominância em relação à verde, também aumentando com a adição do suco. Todavia, deve-se salientar que a tonalidade amarelada também está relacionada a gordura do leite, que possui grande contribuição na coloração, tanto do leite quanto de derivados.

Tabela 3 - Valores médios da análise de cor dos iogurtes adicionados de limão

Valores médios da análise de cor dos iogurtes adicionados de limão					
Amostra	Luminosidade (L*)	Intensidade de verde (-a*)	Intensidade de amarelo (+b*)	Ângulo de Tonalidade (h*)	Croma (C*)
IL1	83,21 c	-1,56 d	9,31 c	99,51 c	9,44 d
IL2	83,72 c	-1,70 c	9,82 b	99,82 b	9,97 c
IL3	85,21 b	-1,83 b	10,83 a	99,59 c	10,98 b
IL4	86,96 a	-1,96 a	10,97 a	100,13 a	11,14 a
DMS	0,68	0,10	0,38	0,15	0,05
F calculado	127,18**	64,58**	90,56**	69,07**	6611,09**

IL1, IL2, IL3 e IL4 – iogurtes adicionados respectivamente de 2, 4, 6 e 8% de suco de limão; DMS – Diferença mínima significativa; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Os valores de ângulo de tonalidade (h*), que é a cor perceptível do alimento, situaram-se entre 99,51 (IL1) a 100,13 (IL4), com tendência de aumento desses valores com adição de suco de limão, apesar de elevação de apenas 0,62% entre as amostras de menor e maior concentrações. Isso possibilitou obtenção de iogurtes situados entre as regiões do amarelo (h* próximo a 90°) e do verde (h* próximo a 180°), todavia com tendência de cor mais próxima do amarelo. Uma alternativa para intensificação da cor dos iogurtes, fazendo com que o consumidor correlacione a cor do produto à fruta utilizada, seria a utilização de corantes alimentícios de modo a possibilitar aumento do h* até valores próximos de 180°. Em relação ao croma (C*), que é a intensidade da cor do alimento, observou-se aumento com a elevação de suco de limão, atingindo valor superior a 11,0 na formulação com 8% de suco de limão (IL4), o que sugere que esta amostra era a de cor mais viva, sugerindo que seria a mais atrativa de estivesse sendo comercializada.

A análise sensorial foi realizada com 50 voluntários, 34 do sexo feminino e 16 do sexo masculino. Todos os voluntários declararam ser consumidores de iogurte, sendo que 12% consomem todos os dias, 44% consomem de 2 a 3 vezes por semana, 34% uma vez por semana e 10% consomem de 1 a 2 vezes por mês. Com relação à preferência

por limão, 36% dizem gostar muito, 56% gostam, 2% são indiferentes e, apenas 2% não gostam de limão. Os 4% restante não responderam.

Os escores dos atributos sensoriais investigados ficaram compreendidos entre 5,70 (IL4) a 7,62 (IL4), em que a maioria desses parâmetros apresentou tendência de redução das notas atribuídas pelos julgadores à medida que se aumentava a proporção de suco de limão (Tabela 4). Comportamento semelhante foi reportado por Oliveira et al. (2008) ao desenvolverem iogurtes de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). Os autores observaram que o aumento da concentração de polpa de araticum promoveu redução na aceitabilidade dos iogurtes processados.

Tabela 4 - Valores médios dos atributos sensoriais e intenção de compra dos iogurtes adicionados de limão

Valores médios da análise de cor dos iogurtes adicionados de limão						
Parâmetro	Formulação do iogurte				DMS	Teste F
	IL1	IL2	IL3	IL4		
Odor	6,32 a	6,32 a	6,46 a	6,52 a	0,81	0,21 ^{ns}
Aparência	7,20 a	7,24 a	7,02 a	6,92 a	0,62	0,79 ^{ns}
Textura	7,34 a	7,12 a	7,18 a	6,92 a	0,64	0,99 ^{ns}
Sabor	7,38 ab	7,62 a	6,56 b	6,60 b	0,87	5,18**
Doçura	7,26 a	7,22 a	6,24 b	5,70 b	0,92	9,21**
Acidez	7,06 a	7,34 a	6,58 ab	5,78 b	0,91	7,51**
Impressão Global	7,40 a	7,40 a	6,64 ab	6,34 b	0,77	6,53**
Intenção de compra	4,10 a	4,14 a	3,42 b	3,12 b	0,59	9,73**

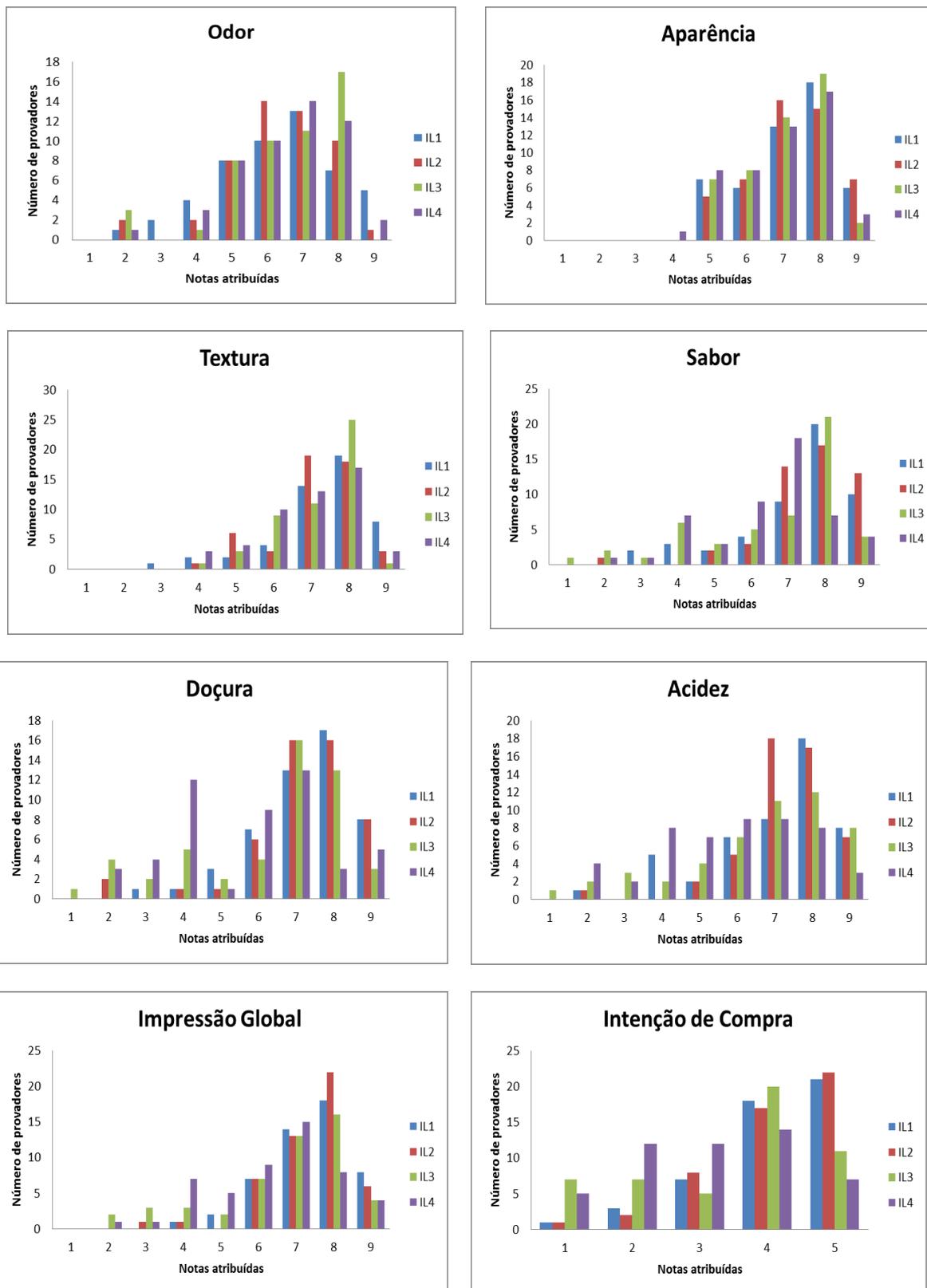
IL1, IL2, IL3 e IL4 – iogurtes adicionados respectivamente de 2, 4, 6 e 8% de suco de limão; DMS – Diferença mínima significativa; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Os atributos de odor, aparência e textura não foram estatisticamente afetados, de acordo com o teste de Tukey, uma vez que a variação de suco adicionado foi pequena, de apenas 2 %. Como o suco de limão apresenta certa característica de limpidez e claridade, as pequenas proporções adicionadas não alteraram a aparência, especialmente em relação da cor dos produtos que se manteve praticamente constante. O odor característico de limão foi igualmente percebido em todas as amostras, sugerindo que pequenas concentrações seriam suficientes para promover o efeito aromático desejado. A textura permaneceu característica ao produto, indicando que as proporções de suco de limão utilizadas não alteram significativamente a viscosidade típica do iogurte.

Têm-se na Figura 2 os histogramas com as avaliações dos julgadores referentes a cada atributo sensorial e intenção de compra.

Figura 2 - Distribuição de frequência das notas dos atributos sensoriais avaliados e da intenção de compra



Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Em relação aos atributos de sabor, doçura, acidez e impressão global, percebeu-se existência de diferença estatística ($p < 0,05$) entre algumas amostras com menores concentrações de suco de limão (IL1 e IL2) com aquelas de maiores concentrações (IL3 e IL4), em que as primeiras tiveram superioridade de notas dadas pelos provadores. Logo, as formulações com maiores aceitações sensoriais seriam as elaboradas com 2 % e 4 % de suco de limão. Considerando-se aspectos econômicos, a amostras IL1 (formulada com 2 % de limão) apresenta mais vantagens que a IL2 (elaborada com 4% de limão), uma vez que a adição de menor proporção de suco resulta em economia de matéria-prima e/ou mão de obra, o que poderia potencializar possíveis lucros por parte de produtores.

Percebeu-se que as maiores frequências de notas foram obtidas nos iogurtes adicionados das menores concentrações de suco de limão (IL1 e IL2), para a maioria dos atributos sensoriais investigados (Figura 2). Em relação à intenção de compra, verificou-se que mais de 70% dos provadores assinalaram que provavelmente ou certamente comprariam os iogurtes adicionados com 2% e 4% de suco de limão. Entretanto, todas as formulações revelaram valores médios de intenção de compra superiores a 3 (dúvida se compraria).

CONCLUSÃO

A adição de diferentes proporções do suco de limão no processamento de iogurtes altera, de maneira significativa, a maioria dos parâmetros físicos, químicos e sensoriais dos produtos avaliados. Apesar de todas as amostras terem se enquadrado nos padrões de legislação, observou-se que apenas as formulações adicionadas de 2 e 4 % de suco de limão seriam as indicadas para comercialização a longo prazo, devido aos valores de pH acima de 4,0.

Na análise sensorial, os iogurtes adicionados de 2 e 4 % foram estatisticamente semelhantes, todavia o iogurte com a menor proporção de suco apresentou o maior potencial mercadológico, revelando odor característico de limão, sem que seu sabor fosse demasiadamente acentuado.

Processing and characterization of lemon yogurt

ABSTRACT

The objective of the study was to prepare lemon yogurt and evaluate the physical, chemical and sensory characteristics of processed products. Four formulations of yogurt were prepared, ranging lemon juice concentrations (2, 4, 6 and 8%). Subsequently, they were evaluated for moisture content, total solids, ashes, soluble solids, total acidity in lactic acid, pH, lipids, texture (hardness, consistency, viscosity index and cohesiveness) and color (L^* , a^* , b^* , C^* and h^*). Was also conducted acceptance test and purchase intent. The experimental design was a randomized blocks, with the data submitted to analysis of variance and comparison of means made by Tukey test ($p \leq 0.05$). Most of the evaluated parameters showed a significant effect of 1% probability by F test, which allows us to state that different lemon levels used altered the characteristics of yogurts. In the sensorial analysis, yogurts addition of 2 and 4% were statistically similar, however the yogurt with the lowest proportion of juice present the greatest market potential, revealing characteristic odor of lemon without its taste was too sharp.

KEYWORDS: Fermented milk. *Citrus latifolia* Tanaka. Quality Control.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Adriane Elisabete Costa; CAZETTO, Thalita Filier; BOLINI, Helena Maria André. Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado protéico do soro de leite: perfil de textura, sinérese e análise sensorial. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 15, n. 2, p. 107-114, 2008.

BORGES, K. C.; MEDEIROS, A. C. L. de; CORREIA, R. T. P. Iogurte de leite de búfala sabor cajá (*Spondias lútea* L.): caracterização físico-química e aceitação sensorial entre indivíduos de 11 a 16 anos. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 20, n. 2, p. 295-300, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº47, de 23 de outubro de 2007. Diário Oficial da União, Brasília, 2007.

BROCA, Carla Letícia Cravo et al. Elaboração e Armazenamento de uma Bebida à Base de Soja Sabor Limão. **Uniciências**, v. 18, n. 01, 2015.

CHARALAMBOUS, George et al. **Shelf life studies of foods and beverages**. Elsevier, 1993.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4 ed. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 2013. 531 p.

FOLCH, Jordi et al. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **J Biol Chem**, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed, 1 ed digital, São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.

LIMA, S. C. G. et al. Efeito da adição de diferentes sólidos na textura, sinérese e característica sensorial de iogurte firme. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v. 383, n. 66, p. 32-39, 2011.

LIMA, Suely Cristina Gomes et al. Efeito da adição de diferentes sólidos na textura, sinérese e característica sensorial de iogurte firme. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 383, p. 32-39, 2011.

LIMA, Elaine Souza et al. Efeito da pasteurização sobre propriedades químicas, microbiológicas e sensoriais de bebida mista formulada com inhame (*Diosper*

sp) e limão tahiti (*Citrus latifolia* tanaka). **Acta Tecnológica**, v. 7, n. 2, p. 44-48, 2013.

MOREIRA RIBEIRO LOURES, Milene et al. 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, 2010.

MACHADO, A. P. et al. **Desenvolvimento e caracterização de iogurte batido com preparado de caju**. In: Seminário de Iniciação Científica da UEFS, 17, 2014, Uberaba. Anais... Uberaba: UNIUBE, 2014. p.516-519.

MANTOVANI, Daniel et al. Elaboração de iogurte com diferentes concentrações de sólidos totais, análise físico-química e perfil da textura. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 6, n. 1, 2012.

MARINHO, Maria Verônica Monteiro et al. Análise físico-química e sensorial de iogurte de leite de cabra com polpa de umbu. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, p. 497-510, 2012.

MENDONÇA, L. M. V. L. et al. Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka). **Ciênc Tecnol Aliment**, v. 26, n. 4, p. 870-4, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000400025>

MESQUITA, R. V. S. C. et al. Elaboração, análise físico-química e aceitação do iogurte com adição do tamarindo “doce” (*Tamarindus indica* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. 4, p. 381-387, 2012.

MOREIRA, Silvia Regina et al. Análise microbiológica e química de iogurtes comercializados em Lavras–MG. **Ciênc Tecnol Aliment**, v. 19, n. 1, p. 147-52, 1999.

OLIVEIRA, K. A. de M. et al. Desenvolvimento de formulação de iogurte de araticum e estudo da aceitação sensorial. **Rev Alim Nutr**, v. 9, n. 3, p. 277-81, 2008.

MAYKA, R. PEDRÃO; BELEIA, Adelaide; REGINA, C. Estabilidade físico-química e sensorial do suco de limão Tahiti natural e adoçado, congelado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 19, n. 2, 1999.

PERRY, Katia SP. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000200020>

PRECI, Daiane et al. Formulation of light yogurt using extract of mate tea (*Ilex paraguariensis* St. Hil) and probiotic addition. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v. 22, n. 1, p. 27-39, 2011.

ROCHA, Cleonice et al. Elaboração e avaliação de iogurte sabor frutos do cerrado. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 26, n. 2, 2008.

SILVA, Francisco de Assis Santos; DE AZEVEDO, Carlos Alberto Vieira. The Assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>

UCKOO, Ram M.; JAYAPRAKASHA, G. K.; PATIL, Bhimanagouda S. Phytochemical analysis of organic and conventionally cultivated Meyer lemons (*Citrus meyeri* Tan.) during refrigerated storage. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 42, p. 63-70, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.01.009>

Recebido: 12 set. 2015.

Aprovado: 24 set. 2017.

Publicado: 28 dez. 2017.

DOI: 10.3895/rbta.v11n2.3180

Como citar:

Vieira, A. F. et al. Processamento e caracterização de iogurte de limão. **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 2420-2436, jul./dez. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Dyego da Costa Santos

Endereço para correspondência

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

