

## ADIÇÃO DE LACTASE NA CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE IOGURTE DE LEITE DE CABRA

*(Addition of lactase on physical-chemical, microbiological and sensorial characterization of goat milk yogurts)*

Adrielle Cristina dos SANTOS<sup>1</sup>; Ranulfo Cumbuca da SILVA JUNIOR<sup>2</sup>;  
Paula Martins OLIVO<sup>3</sup>; Milene Puntel OSMARI<sup>3</sup>; Ferenc Istvan  
BANKUTI<sup>3</sup>; Magali Soares dos Santos POZZA<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Engenheira de Alimento, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av. Colombo 5790, Jardim Universitário, Maringá, PR, CEP: 87.020-900; <sup>2</sup>Dpto de Química (UEM); <sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação de Zootecnia (UEM); <sup>4</sup>Dpto de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). \*E-mail: [pozzamagali@yahoo.com.br](mailto:pozzamagali@yahoo.com.br)

### RESUMO

Iogurte é um dos derivados lácteos mais consumidos no mundo, podendo ser produzido a partir de leite de vaca, ovelha ou cabra. O leite de cabra apresenta importantes propriedades nutricionais e digestivas, entretanto para produção de iogurte o seu gel apresenta-se fraco e susceptível a sinérese. Este trabalho avaliou a viabilidade da utilização do leite de cabra na elaboração de iogurtes com baixos teores de lactose. Os tratamentos avaliados compreenderam níveis de lactase: 0; 0,4 e 0,8 g/L de leite. Após a fabricação, estes foram armazenados a 4 °C por 21 dias. O delineamento experimental foi um fatorial 3x4 (3 níveis de lactase x 4 dias de armazenamento). Foram avaliadas a acidez, pH, composição química, contagem de bactérias ácido lácticas e textura aos 1, 7, 14 e 21 dias. Realizaram-se análises das características sensoriais e de intenção de compra do produto. Com exceção do pH, contagem de bactérias ácido lácticas e características físicas, as demais características químicas foram influenciadas pela inclusão da lactase ( $p < 0,05$ ). Sensorialmente, houve uma melhora na qualidade do iogurte quando da inclusão de 0,4 g lactase/L de leite. Em contrapartida, ao longo do tempo houve uma redução nos valores de acidez, aumento do pH e uma resposta quadrática para a contagem bacteriana, além de melhora na elasticidade do produto. Houve redução nos teores de lactose a partir da inclusão da enzima, além do produto ter apresentado alto índice de aceitabilidade pelos consumidores, o que torna o leite de cabra, e, sobretudo o iogurte, uma alternativa para o consumidor lactase deficiente.

**Palavras-chaves:** caprino, leite fermentado,  $\beta$  galactosidase.

### ABSTRACT

Yogurt is one of the most consumed dairy products in the world and can be produced from cow, sheep or goat milk. Goat milk has important nutritional and digestive properties, however for yogurt production its gel is weak and susceptible to syneresis. This study evaluated the feasibility of using goat milk in the preparation of low lactose yoghurt. The evaluated treatments comprised lactase levels: 0; 0.4 and 0.8 g / 1 milk. After manufacture, these were stored at 4 °C for 21 days. The experimental design was a 3x4 factorial (3 lactase levels x 4 days of storage). The acidity, pH, chemical composition, lactic acid bacteria count and texture were evaluated at 1, 7, 14 and 21 days. Analyzes of the sensory

characteristics and purchase intention of the product were performed. Except for pH, lactic acid bacterial count and physical characteristics, the other chemical characteristics were influenced by the inclusion of lactase ( $p < 0.05$ ). Sensorially, there was an improvement in yogurt quality when 0.4g lactase / L of milk was included. In contrast, over time there was a reduction in acidity values, an increase in pH and a quadratic response to the bacterial count, as well as an improvement in product elasticity. There was a reduction in lactose levels from the inclusion of the enzyme, in addition to the fact that the product had a high acceptance rate by consumers, which makes goat milk, and especially yogurt, an alternative for the lactase deficient consumer.

**Key words:** fermented milk, goat,  $\beta$  galactosidase.

## INTRODUÇÃO

O leite caprino é consumido principalmente por àqueles consumidores que apresentam problemas gastrintestinais, como náuseas, cólicas, flatulência, diarreia, inchaço e dor abdominal (BATISTA *et al.*, 2018) em virtude do menor teor de lactose (0,2 a 0,5%) (CENNACHI *et al.*, 2011) e de alergia à proteína do leite bovino (HAENLEIN, 2004). Entretanto, o leite de cabra necessita de maiores recursos tecnológicos para produção do leite fermentado, em razão das suas particularidades físicas e químicas após a fermentação, procedimento que gera um produto com firmeza e características organolépticas inferiores a outros tipos de leite (MARTIN-DIANA *et al.*, 2003).

Segundo Domagala (2009) o iogurte elaborado a partir do leite de cabra apresenta características texturais inferiores e possui estrutura de gel suscetível à ruptura, devido principalmente, às diferenças na composição protéica entre o leite de cabra e o de vaca. Recentemente, em trabalho conduzido por Gursel *et al.* (2016), verificou-se que diferentes produtos lácteos têm sido testados visando melhorar a textura do iogurte elaborado com essa matéria prima.

Além do aporte nutricional (3,7% de gordura, 3,3% de proteína, 4,4% de lactose, 12,4% de extrato seco total (EST) e 8,2% de extrato seco desengordurado (ESD), o leite de cabra é um excelente carreador de bactérias probióticas, pois contém componentes prebióticos (DOMINGO *et al.*, 2006). Os oligossacarídeos lácteos possuem consideráveis propriedades anti-infecciosas e prebióticas, favorecendo o crescimento da microbiota intestinal humana, principalmente as bifidobactérias e lactobacilos que protegem a mucosa intestinal de patógenos oportunistas (AMIGO e FONTECHA, 2011). A presença de ácidos graxos de cadeia curta a média (ácidos graxos, caproico, caprílico e caprílico) além de proporcionarem propriedades nutracêuticas, conferem a esse leite, um sabor característico e diferenciado (HAENLEIN, 2004).

Em pesquisa de Lima *et al.* (2015) sobre as potencialidades de mercado para leite caprino, os autores verificaram que dentre os consumidores que não possuíam hábito de consumir leite de cabra (98,21% das entrevistadas) e de seus derivados (87,85% dos entrevistados), foram citados como motivos do não consumo, como a falta de costume e hábito além do desconhecimento do produto, constatando-se a carência de informação, ponto crucial a ser explorado para alavancar a comercialização desses produtos no mercado.

Estratégias para reduzir os sintomas de tolerância à lactose incluem a substituição do leite por leite ou iogurte hidrolisado com lactase e o uso de bactérias probióticas (Shaukat *et al.*, 2010). Ibarra *et al.* (2015) avaliaram a utilização de *Lactobacillus rhamnosus* HN001 e da enzima  $\beta$  galactosidase para produção de iogurte com baixos teores de lactose. A diversidade de produtos com níveis reduzidos de lactose ainda é baixa, apesar da deficiência mundial da enzima  $\beta$ -galactosidase (Moreira *et al.*, 2017).

O retardo no tempo de trânsito intestinal do iogurte também favorece o aumento da tolerância à lactose em função da maior viscosidade do produto, pois se aumenta as chances de ação da lactase residual do indivíduo ou da população microbiana (VRESE *et al.*, 2001).

Romano *et al.* (2012) avaliaram a elaboração de um *frozen* simbiótico com a adição de 0,8g/L de lactase e obtiveram grau de degradação da lactose de 97,54% e aceitação do produto pelos provadores de 82%, o que evidencia a necessidade do desenvolvimento de alimentos para fins especiais.

Em função da necessidade do desenvolvimento de novos produtos derivados de leite de cabra em decorrência das suas características peculiares de textura do gel e ausência deste produto com baixo teor de lactose no mercado, o objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade físico-química, microbiológica e sensorial do iogurte elaborado com esta matéria prima por meio da adição de diferentes concentrações da enzima lactase.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análises de Leite, localizado no Centro de Mesorregional de Excelência e Tecnologia do Leite (CMETL-Região Noroeste) na fazenda Experimental Iguatemi pertencente à Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

As amostras leite de cabra foram adquiridas no comércio local da cidade de Maringá, na forma UHT, da marca Caprilac<sup>®</sup> e provenientes do mesmo lote de produção. O delineamento experimental utilizado foi um fatorial 3 x 4 (3 níveis de inclusão de lactase x 4 dias de avaliação do produto).

O leite foi pasteurizado durante 5 minutos em temperatura de 90 °C em banho maria e posteriormente foi adicionado a enzima lactase Prozyn<sup>®</sup> nas quantidades 0; 0,4 e 0,8g de lactase/L de leite, compreendendo os tratamentos a serem avaliados.

Para a hidrólise da lactose, o leite foi mantido por 4 horas em estufa a 35 °C. O percentual de hidrólise foi obtido por meio da crioscopia, em graus Hortvet (°H) (ROMANO *et al.*, 2012), seguindo informações fornecidas pelo fabricante da enzima Prozyn<sup>®</sup>, através das seguintes equações: (1) Crioscopia = (0,00285) x (% hidrólise desejada) + (crioscopia inicial) e (2) % Hidrólise alcançada = (350,877) x (crioscopia final) – (crioscopia inicial) / (0,00285). Nas primeiras quatro horas a crioscopia foi avaliada em intervalos de 60 minutos, por meio da mensuração direta com crioscópio eletrônico digital da marca LAKTRON, modelo 312-L, de acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 22 (Brasil, 2003).

Após a hidrólise da lactose, houve a produção de 30 litros de iogurte por meio da inclusão dos microrganismos lácteos *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* (Bela Vista<sup>®</sup>), seguido de sua fermentação em estufa tipo B.O.D. a 43 °C por 4 horas. O gel formado foi resfriado até 37 °C para quebra da massa, adição de polpa de morango (Ricanata<sup>®</sup>) e 10% de açúcar refinado (União).

Foi pré-estabelecido que o período máximo de armazenamento das amostras de iogurte seria de 21 dias em temperatura de 4 °C. Nos dias 1, 7, 14 e 21 foram realizadas as análises de composição química dos parâmetros proteína, lactose, gordura e ESD por meio do equipamento automatizado Ekomilk Total–CapLab (Ekomilk SA, África do Sul). O pH foi avaliado pelo uso de pHmetro digital e a acidez titulável expressa em graus Dornic (IAL, 2008). As amostras foram avaliadas com relação a coliformes totais e fecais por meio do teste dos tubos múltiplos para o número mais provável de coliformes (NMP), assim como com relação à presença de *Salmonella*. A produção de células viáveis de bactérias lácticas foi avaliada em Ágar MRS (Mann, Rogosa e Sharpe) a 37 °C por 48 horas (SILVA *et al.*, 1997).

Para os parâmetros de textura, firmeza, adesividade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade foram utilizados 50 mL de iogurte de cada tratamento, mantidos em copos plásticos de 9,2 cm de altura e 6,6 cm de diâmetro, utilizando um texturômetro universal com probe cilíndrica e fundo chato, com 35 mm de diâmetro (A/BE 35) (RAWSON e MARSHALL, 1997). As medidas foram padronizadas em calibre de probe 60 mm, força de penetração de 15 gramas e velocidade de compressão de 3 mm.

As amostras de iogurte também foram submetidas a uma avaliação sensorial, de acordo com o protocolo do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos (nº 1246415000000104 – UEM). As amostras foram avaliadas por 90 consumidores não treinados, no Laboratório de Análise de Alimentos da UEM-Maringá, em cabines individualizadas. As três amostras foram codificadas com números de três dígitos e apresentadas sob luz branca em copos descartáveis brancos de 50 mL a cada um dos provadores. A quantidade de iogurte servida aos provadores foi de  $\pm 20$  mL.

Os consumidores utilizaram a escala hedônica de 9 pontos, variando de “gostei extremamente” (score 9) a “desgostei extremamente” (score 1), para classificarem o iogurte de acordo com a aparência global, aroma, sabor e textura. O valor 5 foi considerado como uma região de indiferença da relação afetiva do provador com o produto. Ainda, dividiu-se a escala hedônica em duas outras regiões: a região de aceitação (valores de 6 a 9) e a região de rejeição do produto (valores de 1 a 4).

Para o cálculo do índice de aceitabilidade do produto foi adotada a expressão: IA (%) =  $A \times 100/B$ , em que A = nota média alcançada pelo produto e B = nota máxima dada ao produto. O IA com boa repercussão têm sido considerado  $\geq 70\%$ .

Todos os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento PROC ANOVA do SAS (versão 9.3). Os níveis de inclusão de lactase foram avaliados de acordo com o seguinte contraste: 1) 0,4 vs. 0,8; 2) efeito linear dos níveis de inclusão de lactase e 3) efeito quadrático dos níveis de inclusão da lactase. Quando as amostras foram avaliadas em relação ao tempo de armazenamento, foram usados os seguintes contrastes: efeitos linear, quadrático e cúbico, respectivamente, do tempo de

armazenamento sob os iogurtes produzidos. Em todos os testes, considerou-se 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores observados para a hidrólise da lactose obtidos a partir da crioscopia inicial foram 0,597; 0,6 e 0,594 °H, respectivamente, para os tratamentos 0; 0,4 e 0,8g/L de lactase. Na mesma sequência, a crioscopia final foi 0,63; 0,84 e 0,82, em graus Horvet, o que proporcionou 9,83%, 84,92% e 94,04% de hidrólise da lactose, respectivamente, à medida que aumentaram os níveis de inclusão da enzima.

Como não houve interação significativa ( $p > 0,05$ ) entre os níveis de lactase utilizados e os tempos (dias) de avaliação, os dados estão apresentados separadamente em relação a cada efeito avaliado. Todas as amostras de iogurte obtiveram valores químicos condizentes com a legislação brasileira de acordo com a Instrução Normativa nº 37 (BRASIL, 2000), apresentando valores de gordura, extrato seco desengordurado (ESD) e lactose de 3,0; 7,82 e 3,95%, respectivamente (Tab. 01).

Com relação adição da lactase, não houve variação para a contagem de bactérias ácido lácticas ( $p > 0,05$ ; Tab. 01). Ao utilizarmos 0,4g/L de lactase, houve um aumento de 3% na contagem de bactérias láticas em relação aos demais tratamentos.

**Tabela 01:** Características físico-químicas do iogurte de leite de cabra produzido com diferentes níveis de enzima lactase

Parâmetros	Níveis de lactase (g/L)			EPM	Valor de P		
	0,0	0,4	0,8		0,4 vs 0,8	Linear	Quadrático
Acidez (°D)	15,14	14,84	16,04	<b>0,274</b>	0,005	0,03	0,03
pH	4,82	4,84	4,91	<b>0,039</b>	0,22	0,16	0,55
Gordura (%)	3,03	3,04	2,95	<b>0,002</b>	<0,01	<0,01	<0,01
ESD (%)	7,35	8,17	7,94	<b>0,006</b>	<0,01	<0,01	<0,01
Proteína (%)	3,12	3,42	3,33	<b>0,003</b>	<0,01	<0,01	<0,01
Lactose (%)	3,69	4,15	4,02	<b>0,003</b>	<0,01	<0,01	<0,01
Densidade	1,03	1,03	1,03	<b>0,0001</b>	<0,01	<0,01	<0,01
BAL (log <sub>10</sub> UFC/mL)	6,41	6,62	6,43	<b>0,111</b>	0,37	0,95	0,29

ESD = Extrato Seco Desengordurado; BAL = bactérias ácido lácticas.

Os resultados obtidos para os diferentes parâmetros físicos avaliados (Tab. 02) não foram influenciados pela utilização da enzima lactase ( $p > 0,05$ ). A acidez titulável (°D) do iogurte quando foi adicionado 0,8g/L de lactase foi maior quando comparado à inclusão de 0,4g/L da enzima ( $p < 0,05$ ), sendo um iogurte mais ácido. No entanto, ambos os níveis de inclusão de lactase proporcionaram iogurtes com acidez semelhante aos que não receberam o aditivo ( $p > 0,05$ ; Tab. 01).

Como o pH e a acidez titulável são variáveis dependentes entre si, era esperado que o pH dos iogurtes também fossem influenciados pelos níveis de inclusão de lactase, pois com o aumento nos níveis de lactase, menor quantidade de lactose estaria disponível para ser convertida em ácido láctico pelos microrganismos e, conseqüentemente, maiores

valores de pH ( $p > 0,05$ ). A maior inclusão da enzima proporcionou um iogurte com, aproximadamente, 2% a mais de acidez que os demais, embora com maiores valores de pH.

Segundo a IN nº 46 (BRASIL, 2007), o teor de ácido láctico (g de ácido láctico/100 g de produto) deverá ser entre 0,6 a 1,5, o que equivale a valores de 6 a 15 °D de acidez/g de ácido láctico. Desta forma, os valores para acidez permitiram verificar que o tempo de fermentação foi suficiente para alcançar a acidez mínima inicial desejável para iogurte. Dessa forma, há a garantia de inibição do desenvolvimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes, que poderiam sobreviver ao tratamento térmico e alterar o produto durante sua vida de prateleira (BRASIL, 2000), fato este comprovado por meio da ausência de bactérias do grupo coliformes e de salmonela.

A composição do iogurte é semelhante à do leite de cabra, ocorrendo pequenas modificações devido à fermentação bacteriana. Com a adição da enzima ao leite de cabra ocorreram alterações em alguns parâmetros da composição. O ESD, que compreende todos os componentes do leite exceto água e gordura, diminuiu com o aumento do teor de lactase, embora exista correlação positiva entre os percentuais de ESD e de lactose, como apresentado em estudos conduzidos por Reis *et al* (2007).

O teor de lactose foi menor ( $p < 0,05$ ) quando não foi adicionada a enzima lactase, o que não era esperado. Este comportamento se deve ao método de avaliação por infravermelho presente no equipamento utilizado, o qual não consegue quantificar somente lactose. Assim, ocorre a leitura também de glicose e galactose, liberados durante a hidrólise, quantificando todos como carboidratos presentes e superestimando a lactose. Da mesma forma, Wentz *et al.* (2018) avaliaram diferentes tempos e temperaturas na conservação de amostras de leite cru destinadas a análises físico-químicas, e constataram que o aumento dos teores de lactose com o tempo de armazenamento do leite poderia estar associado a um erro semelhante de leitura do equipamento, entretanto, segundo Venturoso *et al.* (2007), o método por ultrassom utilizando-se o equipamento Ekomilk para componentes físico-químicos do leite é rápido e os resultados obtidos correlacionam-se àqueles das análises oficiais.

Os valores obtidos para hidrólise da lactose estão de acordo com os valores esperados para elaboração do iogurte, podendo assim caracterizar o produto como um iogurte com teor reduzido de lactose. De acordo com Holsinger e Kligerman (1991), os sintomas de intolerância já podem ser eliminados com 70% da hidrólise da lactose. O produto contendo 0,8g da enzima/L, estava de acordo com as normas brasileiras para alimentos para dietas especiais, pois apresentou menos de 1g/100g de lactose (BRASIL, 2017).

Batista *et al.* (2008) avaliaram somente amostras de derivados lácteos e verificaram que houve uma redução nos teores de lactose de iogurtes, variando de 1,2 – 39,8%, e de leites fermentados, com redução entre 19,8 e 23%, em relação ao leite *in natura*. O consumo de produtos lácteos fermentados pode, dessa forma, ser uma alternativa para àqueles consumidores que apresentem uma leve intolerância a lactose.

A gomosidade, que avalia a característica gomosa que o produto apresenta ao ser degustado (Antunes *et al.*, 2004), sendo também definida como a energia necessária para



desintegrar uma porção de alimento, tornando-o apto a ser deglutido (SILVA *et al.*, 2012), apresentou uma redução de quase 15%, quando da adição da lactase.

A redução da gomosidade (Tab. 02) evidência que quanto maior a adição de lactase, mais fluido será o iogurte formado, pois para ocorrer a coagulação é necessária a conversão de lactose em ácido láctico, evidenciando-se por crioscopia, baixos níveis deste componente nas amostras contendo a adição de enzima, sendo necessário a redução do pH e precipitação da caseína alterando assim a viscosidade do produto.

**Tabela 02:** Características físicas do iogurte de leite de cabra produzido com diferentes níveis de enzima lactase.

Parâmetros	Níveis de lactase (g/L)			EPM	Valor de P		
	0	0,4	0,8		0,4 vs 0,8	Linear	Quadrático
<b>Firmeza (N)</b>	0,18	0,20	0,21	<b>0,015</b>	0,37	0,15	0,87
<b>Adesividade (g.s)</b>	0,30	0,15	0,24	<b>0,103</b>	0,53	0,66	0,33
<b>Coesividade</b>	0,93	0,80	0,94	<b>0,088</b>	0,41	0,97	0,35
<b>Gomosidade (g)</b>	20,00	17,12	17,12	<b>1,47</b>	1,00	0,52	0,71
<b>Elasticidade (mm)</b>	2,10	2,74	2,12	<b>0,238</b>	0,18	0,97	0,13
<b>Mastigabilidade (g)</b>	0,51	0,51	0,47	<b>0,123</b>	0,86	0,86	0,92

Araújo *et al.* (2012) ao analisarem a gomosidade de iogurtes formulados a partir de leite de cabra e de vaca, verificaram que apesar das diferenças de composição entre os dois leites, as características de textura, tais como a gomosidade, não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ), o que sugere uma qualidade semelhante na apresentação do iogurte entre as duas espécies animais.

Quando as características químicas do iogurte foram analisadas de acordo com o tempo (Tab. 03), verificou-se uma redução nos níveis de acidez e do pH ( $< 0,05$ ), o que era esperado, visto que é uma consequência do armazenamento devido ao aumento na produção de ácido láctico, fenômeno conhecido como pós acidificação do iogurte.

**Tabela 03:** Características químicas do iogurte de leite de cabra avaliado ao longo do tempo de estocagem

Parâmetros	Tempo (dias)				EPM	Valor de P		
	0	7	14	21		Linear	Quadrático	Cúbico
<b>Acidez (°D/100 g)</b>	17,22	15,77	14,13	14,23	<b>0,317</b>	<0,01	0,03	0,18
<b>pH</b>	5,19	4,83	4,74	4,67	<b>0,045</b>	<0,01	0,01	0,24
<b>Gordura (%)</b>	3,01	3,01	3,01	3,01	<b>0,002</b>	1,000	1,000	1,000
<b>ESD (%)</b>	7,82	7,82	7,82	7,82	<b>0,007</b>	1,000	1,000	1,000
<b>Proteína (%)</b>	3,29	3,29	3,29	3,29	<b>0,004</b>	1,000	1,000	1,000
<b>Lactose (%)</b>	3,95	3,95	3,95	3,95	<b>0,003</b>	1,000	1,000	1,000
<b>Densidade</b>	1,028	1,028	1,028	1,028	<b>0,0001</b>	0,09	1,000	0,57
<b>BAL (log10 UFC/mL)</b>	6,50	7,12	5,99	6,32	<b>0,128</b>	0,04	0,39	0,01

BAL = bactérias ácido lácticas

Houve um comportamento quadrático na contagem de bactérias ácido lácticas ao longo do período de armazenamento (Tab. 03), em que aos sete dias houve um aumento médio de, aproximadamente, 12% na população de bactérias ácido lácticas. Embora aos 21 dias com valores médios de 6,32 log não atenda aos valores estabelecidos pela legislação brasileira em vigor, pois o iogurte deverá conter mínimo  $10^7$  UFC/g de bactérias lácteas totais viáveis no produto final. O leite de cabra possui oligossacarídeos que poderiam favorecer o crescimento das bactérias lácteas utilizadas no fermento, entretanto, tal fato não foi verificado no presente estudo.

Em contrapartida, Mazochi *et al.* (2010) verificaram que a contagem de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* durante a estocagem de iogurtes de leite de cabra até o 40º dia não apresentou diferença significativa nem interação entre as variáveis tempo e adição ou não de aroma ( $p>0,05$ ).

Silva *et al.* (2012) avaliando a contagem do número de células lácticas viáveis em iogurte de leite de cabra obtiveram contagens entre 7,41 e 7,26 log<sub>10</sub> UFC/mL para o iogurte controle durante 29 dias de estocagem, sendo 12,4 e 10,6% superiores à média verificada na Tab. 01 e 03, respectivamente.

Das características físicas do iogurte avaliadas ao longo do tempo, somente a elasticidade apresentou influência do período de armazenamento ( $p<0,05$ ; Tab. 04), aumentando linearmente sua capacidade de se expandir sem romper, evidenciando maior consistência do produto.

Cardarelli *et al.* (2008) observaram uma relação entre pH e elasticidade, mostrando que conforme ocorre a queda de pH existe um aumento na elasticidade do produto final ao longo do tempo de armazenamento do iogurte, o que também pode ser verificado no presente estudo (Tabs. 03 e 04).

**Tabela 04:** Características físicas do iogurte de leite de cabra avaliada ao longo do tempo de estocagem

Parâmetros	Tempo (dias)				EPM	Valor de P		
	0	7	14	21		Linear	Quadrático	Cúbico
<b>Firmeza (N)</b>	0,179	0,212	0,196	0,204	<b>0,018</b>	0,45	0,47	0,33
<b>Adesividade (g.s)</b>	0,217	0,417	0,183	0,100	<b>0,119</b>	0,26	0,22	0,26
<b>Coesividade</b>	0,988	0,860	0,862	0,857	<b>0,101</b>	0,51	0,64	0,82
<b>Gomosidade (g)</b>	15,17	19,17	18,00	20,00	<b>1,696</b>	0,41	0,78	0,61
<b>Elasticidade (mm)</b>	2,14	1,44	2,77	2,95	<b>0,274</b>	0,03	0,24	0,07
<b>Mastigabilidade (g)</b>	0,33	0,60	0,48	0,58	<b>0,142</b>	0,42	0,64	0,45

Com relação à avaliação sensorial (Tab. 05), 45,55% de avaliadores pertenciam ao sexo masculino e 54,44% ao sexo feminino. Verificou-se que o iogurte que recebeu a inclusão de 0,4 g/L de lactase obteve os maiores valores para os parâmetros aspecto global, cor, sabor, textura e aroma ( $p<0,05$ ), além de um índice de aceitação de 81,88%.

Em análises realizadas por Araújo *et al.* (2012), os autores verificaram que os iogurtes produzidos com leites de cabra e vaca não diferiram entre si ( $p>0,05$ ) possuindo aceitação similar, agradando ao paladar de potenciais consumidores.



O sabor (Tab. 05) pode ter sido favorecido pelo aumento da doçura do iogurte, visto que a adição de lactase favorece a hidrólise da lactose em glicose e galactose, incrementando o sabor adocicado do produto. Essa característica sensorial por sua vez, foi 15% superior à média dos tratamentos 0 e 0,8g/L de lactase, o que pode ter favorecido também o aroma apresentado pelo produto, que foi 12 e 7% superior, respectivamente, aos demais níveis de utilização da enzima.

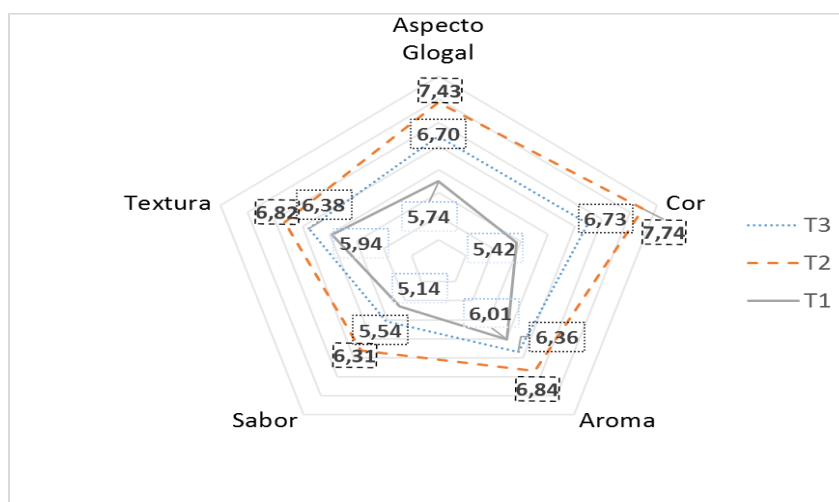
**Tabela 05:** Características sensoriais do iogurte de leite de cabra produzido com diferentes níveis de enzima lactase

Parâmetros	Níveis de lactase (g/L)				Valor de P		
	0	0,4	0,8	EPM	0,4 vs 0,8	Linear	Quadrático
<b>Aspecto Global</b>	5,74	7,43	6,70	<b>0,155</b>	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Cor</b>	5,42	7,74	6,73	<b>0,148</b>	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Sabor</b>	5,14	6,31	5,54	<b>0,236</b>	0,03	0,24	0,01
<b>Textura</b>	5,94	6,82	6,38	<b>0,180</b>	0,09	0,10	0,01
<b>Aroma</b>	6,01	6,84	6,36	<b>0,174</b>	0,05	0,17	0,01

De maneira geral, os consumidores não estão habituados a consumir leite de cabra, o que, ainda, pode influenciar na aceitabilidade de consumo de derivados lácteos. A aceitação desses produtos pode estar associada ao sabor característico do leite dessa espécie, devido à presença dos ácidos graxos de cadeia curta (MORGAN e GABORI, 2001).

Galdino *et al.* (2010) ao caracterizarem sensorialmente iogurtes elaborados com leites de cabra e vaca, enriquecidos com polpa da palma forrageira (*Napolea cochenillifera*) em diferentes concentrações, verificaram que o iogurte de leite de cabra foi preferido em relação aos iogurtes de leite de vaca, o que ajuda a evidenciar a necessidade de fomentar o consumo de produtos lácteos de origem caprina.

O perfil sensorial de aceitação de iogurtes de leite de cabra com níveis de inclusão de lactase evidenciam de forma concêntrica, a superioridade na qualidade do produto quando da adição de 0,4g/L de lactase (Fig. 01), em que todas as variáveis analisadas apresentaram respostas na região de aceitação (valores entre 6 e 9).



**Figura 01:** Relação entre os parâmetros avaliados sensorialmente do iogurte de leite de cabra com adição de lactase.

**Obs.:** \*T1 = 0 g/L de lactase; T2 = 0,4 g/L de lactase e T3 = 0,8 g/L de lactase.

## CONCLUSÕES

Houve redução dos teores de lactose do iogurte de leite de cabra a partir da inclusão da enzima lactase. De maneira geral, a inclusão de 0,4 g de lactase/L de leite melhorou as características químicas e sensoriais do iogurte caprino. O produto apresentou altos índices de aceitabilidade, representando assim, uma alternativa para o consumidor lactase deficiente.

## REFERÊNCIAS

- AMIGO, L.; FONTECHA, J. Milk Goat Milk. In: FUQUAY, JW, FOX, PF, McSWEENEY, PLH (ed.) Encyclopedia of Dairy Sciences, 2<sup>a</sup> ed., San Diego: Academic Press, v.3, p.484-493, 2011.
- ANTUNES, A.E.C.; CAZETTO, T.F; BOLINI, H.M.A. Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado proteico do soro de leite: perfil de textura, sinerése e análise sensorial. Alimentos e Nutrição Araraquara, v.15, p.107-114, 2004.
- ARAÚJO, T.F; FERREIRA, É.G; SOUZA, J.R.M; BASTOS, L.R.; FERREIRA, C.L.L.F. Desenvolvimento de iogurte tipo sundae sabor maracujá feito a partir de leite de cabra. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.384, p.48-54, 2012.
- BATISTA, A.; SILVA, R.; DA CRUZ, A.G; FARIA, J.A.F.; MOURA, M.R.L.; CARVALHO, L.M.J. Lactose intolerance: possibility of ingesting fermented dairy products. Milchwissenschaft, v.63, p.364-367, 2008.
- BATISTA, R.A.B.; ASSUNÇÃO, D.C.B., PENAFORTE, F.R.O.; JAPUR, C.C. Lactose em alimentos industrializados: avaliação da disponibilidade da informação de quantidade. Ciência e Saúde Coletiva, v.23, p.4119-4128, 2018.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa nº 22, Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos, Diário Oficial da União, Brasília, seção 1, p.8, 2003.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa SDA nº 37, de 31 de outubro de 2000. Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite de cabra, Brasília, seção 1, p.6, 2000.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Resolução nº 05 de 13 de novembro de 2000b. Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite de cabra, Brasília, seção 1, p.9, 2000.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados, Brasília, seção 1, p.4, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 135, de 8 de fevereiro de 2017. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n° 29, de 9 de fevereiro de 2017.

CARDARELLI, H.R.; BURITI, F.C.; CASTRO, I.A.; SAAD, S.M.A. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially symbiotic petit-suisse cheese. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, Food Science and Technology*, v.41, p.1037-1046, 2008.

CENACHI, D.B.; FURTADO, A.M.M.; BELL, M.J.V.; PEREIRA, M.S.; GARRIDO, L.A.; PINTO, M.P.O. Aspectos composicionais, propriedades funcionais, nutricionais e sensoriais do leite de cabra: uma revisão. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, n° 382, v.66, p.12-20, 2011.

DOMINGO, E.C.; VIDIGAL, R.B.; FRANCISCO, K.C.; LOPES, J.P.; FERREIRA, D.S.; OLIVEIRA, K.A.M. MARTINS; A.D.O.; MENDONÇA, R.C.S. Características físico-químicas do leite de cabra cru produzido na zona da mata mineira. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v.61, p.122-124, 2006.

GALDINO, P.O.; FERNANDES, T.K.S.; OLIVEIRA, M.R.T.; ROCHA, A.P.T. Caracterização sensorial de iogurte enriquecido com polpa da palma forrageira (*Napolea cochenillifera*). *Revista Verde*, v.5, p.53-60, 2010.

GURSEL, A.; GURSOY, A.; ANLI, E.A.K.; BUDAK, S.O.; AYDEMIR, S.; DURLU-OZKAYA, F. Role of milk protein-based products in some quality attributes of goat milk yogurt. *Journal of Dairy Science*, v.99, p.2694–2703, 2016.

HAENLEIN, G.F.W. Goat Milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, v.51, p.155-163, 2004.

HOLSINGER, V.H., KLIGERMAN, A.E. Applications of lactase in dairy foods and other foods containing lactose, *Food Technology, USA*, v.1, p.92-95, 1992.

IAL, Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. coordenadores: Zenebon O, Pascuet, N.S. & Tiglea, P. 4ª ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

IBARRA, A.; ACHA, R.; CALLEJA, A.; CHIRALT-BOIX, E. WITTIG. Optimization and shelf life of a low-lactose yogurt with *Lactobacillus rhamnosus* HN001. *Journal of Dairy Science*, v.95, p.3536–3548, 2015.

LIMA, F.T.; STURN, R.M.; TAVOLARO, P.; RIBEIRO, A.R.B.; SOUZA, V.A.F. Estudo exploratório do mercado das potencialidades de consumo do leite de cabra entre paulistanos. *Informações Econômicas, São Paulo*, v.45, n.3, p.30-38, 2015.

MARTIN-DIANA, A.B.; JANER, C.; PELAEZ, C.; REQUENA, T. Development a fermented goats milk containing a probiotic bacteria. *International Dairy Journal*, v.13, p.827-33, 2003.

MAZOCHI, F.E.; MATOS JÚNIOR, C.H.V.; DINIZ, A.F.; RESENDE, J.R.; NICOLI, A.M. Iogurte probiótico produzido com leite de cabra suplementado com *Bifidobacterium* sp. Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia, v.62, p.1484-1490, 2010.

MOREIRA, T.C.; SILVA, T.A.; FAGUNDES, C.; FERREIRA, S.M.R.; CANDIDO, L.M.B.; PASSO, M.; HECKEKRUGER, C.C. Elaboration of yogurt with reduced level of lactose added of carob (*Ceratonia siliqua* L.) LWT - Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, Food Science and Technology, v.76, Part B, p.326-329, 2017.

MORGAN, F; GABORIT, P. The typical flavour of goat milk products: technological aspects. International Journal of Dairy Technology, v.54, p.38-40, 2001.

RAWSON, H.L.; MARSHALL, V.M. Effect of “ropy” strains of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* on rheology of stirred yogurt. International Journal Food Science Technology, v.32, p.213-220, 1997.

REIS, G.L.; ALVESI, A.A.; LANAI, A.M.Q.; COELHO, S.G.; SOUZA, M.R.; CERQUEIRA, M.M.O.P.; PENNA, C.F.A.M.; MENDES, E.D.M. Procedimentos de coleta de leite cru individual e sua relação com a composição físico-química e a contagem de células somáticas Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.4, p.1134-1138, 2007.

ROMANO, C.C.; SEREIA, M.J.; OLIVEIRA, R.R.; VIEIRA, M.E.S. Influência da inulina nas características químicas, sensoriais e sobrevivência do *L. acidophilus* em frozen yorgurt simbiótico com teor reduzido de lactose. Revista Brasileira de Pesquisa em alimentos, v.3, p.36-43, 2012.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A; SILVEIRA, N.F.A. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. 1ª ed., Varela, 1997. 295p.

SILVA, D.C.G.; ABREU, L.R.A.; ASSUMPÇÃO, G.M.P. Adição de extrato hidrossolúvel de soja e cultura probiótica e características de viscosidade, capacidade de retenção de água e de sinerese de iogurte produzido com leite de cabra. Ciência Rural, v.42, p.545-550, 2012.

SHAUKAT, A., M.D.; LEVITT, B.C.; TAYLOR, R.; MACDONALD, T.A.; SHAMLIYAN, R.L.; KANE, W.T.J. Systematic review: Effective management strategies for lactose intolerance. Annals of Internal Medicine, v.152, p.797–803, 2010.

TÉO, C.R.P.A. Intolerância à lactose: uma breve revisão para o cuidado nutricional/Lactose intolerance: a brief review for the nutritional care. Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, v.10, p.1982-114, 2002.

VENTUROSO, R.C.; ALMEIDA, K.E.; RODRIGUES, A.M.; DAMIN, M.R.; OLIVEIRA, M.N. Determinação da composição físico-química de produtos lácteos: estudo exploratório de comparação dos resultados obtidos por metodologia oficial e por ultra-som. Revista Brasileira de Ciências Farmacológicas, vol.43, n.4, p.57-64, 2007.

VRESE, M.; STEGELMANN, A.; RICHTER, B.; FENSELAU, S.; LAUE, C.; SCHREZENMEIR, J. Probiotics: compensation for lactase insufficiency. American Journal of Clinical Nutrition, v.73, n.2, p.421-429, 2001.

Ciência Animal, v.29, n.3, p.59-71, 2019.

WENTZ, A.G.; BERMURDES, RF.; OSMARI, M.P.; MARTINS, C.M.M.; RODRIGUES, B.M.; POZZA, M.S.S. Different methods and times of milk conservation: physical-chemical composition and microbiological quality. Acta Veterinaria Brasílica, v.12, p.84-93, 2018.