

EFEITO DO FORTALECIMENTO DA POLPA DO COCO VERDE COM PROTEÍNAS NA SOBREVIVÊNCIA DE BACTÉRIAS LÁCTICAS E NAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DO PRODUTO FERMENTADO

Natália de Oliveira Correia ¹; Eliana Paula Ribeiro ²

¹ Aluna de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

² Professora da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

Resumo. *O consumo do coco in natura limita-se a água, portanto a polpa de coco verde, juntamente com a casca, é considerada descarte, tornando-se um problema ambiental nos grandes centros urbanos, pois é um material de difícil decomposição. O objetivo desse trabalho foi estudar o fortalecimento da polpa de coco verde com caseinato de sódio na sobrevivência das bactérias *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e nas propriedades reológicas da polpa fermentada. O aproveitamento da polpa de coco verde para a produção de produtos fermentados poderá atender ao crescente mercado de consumidores de produtos sem lactose. Para o desenvolvimento deste trabalho, primeiramente foi realizada a preparação da polpa de coco verde para evitar seu escurecimento enzimático, seguido do tratamento térmico, adição de 2 % de fermento láctico contendo as bactérias *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, adição de diferentes concentrações de proteína (zero, 1, 2 e 3 %), fermentação e armazenamento a 7 °C. Foram realizadas determinações de pH, acidez titulável, composição química, microbiológicas e reológicas. Os resultados obtidos mostraram que é possível substituir o leite pela polpa de coco verde na produção de um produto fermentado, desde que seja fortalecida com, no mínimo, 2 % de caseinato. Para a obtenção de um produto similar ao iogurte é necessário fortalecer a polpa com 3 % de caseinato de sódio.*

Introdução

Especialmente após os anos 1990 é válido afirmar que a produção brasileira de coco já não é mais a mesma, uma vez que agora ela é realizada em moldes intensivos e inserida em uma agricultura de mercado, se contrapondo a uma produção mais tradicional realizada por comunidades litorâneas localizadas no Nordeste do país e em pequenas quantidades sem a utilização de quaisquer insumos. Analisando dados divulgados pelo IBGE, entre 1990 e 2010, a produtividade foi de 3,41 para 6, 85 mil frutos/hectares, um aumento considerável de 158 % (CAVALCANTE, 2015).

O consumo de água de coco verde no Brasil é crescente e significativo. A demanda é suprida pelo comércio do fruto e, principalmente, pela extração e envasamento da água, o que envolve pequenas, médias e grandes empresas. A casca de coco verde é subproduto do consumo e da industrialização da água de coco e tem se tornado um problema ambiental nos grandes centros urbanos, seja depositada nos lixões ou às margens de estradas e praias, pois é um material de difícil decomposição, levando mais de oito anos para se decompor. Cerca de 80 a 85 % do peso bruto do coco verde é considerado lixo (SEBRAE, 2016).

A polpa de coco verde é comestível, porém geralmente o consumo do fruto *in natura* limita-se a água. Apresentando características diferentes das da polpa de coco maduro, que tem utilização tanto para uso culinário quanto para produtos industrializados, a polpa de coco verde, juntamente com a casca, é considerada descarte (SANTANA, 2012).

Resultados de estudos já realizados no Instituto Mauá de Tecnologia comprovaram que a polpa de coco verde *in natura* pode substituir emulsificantes em sorvetes, pão de forma e bolo. Além disso, substitui também o leite em sorvetes e bolos (IGUTI, PEREIRA, FABIANO et al, 2011; SANTANA, RIBEIRO, & IGUTI, 2011).

Sendo assim, a substituição do leite pela polpa de coco verde seria benéfica aos consumidores que apresentam mal-estar devido à baixa tolerância aos componentes do leite, principalmente lactose.

Em um trabalho anterior, também realizado no Instituto Mauá de Tecnologia, o objetivo era estudar o aproveitamento da polpa de coco verde para a produção de produtos fermentados como uma forma de aproveitamento para a produção de novos produtos alimentícios com alto valor agregado, além de atender ao crescente mercado de consumidores de produtos sem lactose. Porém, verificou-se que a acidificação foi muito rápida e as bactérias utilizadas durante o processo de fermentação não sobreviveram durante o armazenamento a 7 °C devido à ausência de substâncias tamponantes na polpa (PIMENTEL & RIBEIRO, 2016).

O presente trabalho teve como objetivo geral a utilização da proteína caseinato de sódio para fortalecer a polpa do coco verde com o propósito de obter um produto fermentado que atenda o público que possui intolerância à lactose. Sendo que os objetivos específicos foram: possibilitar a sobrevivência das bactérias *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e estudar as propriedades reológicas e físico-químicas do produto fermentado.

Material e Métodos

Preparação da polpa de coco verde

Os cocos verdes foram higienizados por meio de um tanque de lavagem (Marca: Nilma e Modelo: Atir) contendo solução de hipoclorito de sódio durante 10 minutos. A água de coco foi retirada manualmente e, em seguida, os frutos foram abertos com cortador projetado no Instituto Mauá de Tecnologia. Cada metade do coco foi submersa em uma solução de ácido cítrico 1 % para reduzir a velocidade do escurecimento enzimático durante o armazenamento. A polpa foi retirada manualmente e a mesma foi congelada e armazenada.

Experimentos preliminares

Inicialmente foram realizados testes preliminares com adição de diferentes concentrações (zero, 1, 2 e 3 %) de caseinato de sódio (Arla Foods) na polpa de coco verde. Estas polpas foram fermentadas com as bactérias lácticas *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (Cultura YF-L812; Fabricante: Chr. Hansen), a 45 °C e o pH e acidez titulável foram avaliados em intervalos de 25 minutos até ocorrer a coagulação das polpas. Em seguida, foi feita a contagem microbiológica em cada amostra para a verificação da influência da concentração de proteína na sobrevivência das bactérias lácticas. A partir dos resultados obtidos foram realizados o processo fermentativo e as análises reológicas e físico-químicas com polpa de coco verde acrescida de 2 e 3 % de caseinato de sódio.

Processo fermentativo

A polpa de coco foi submetida ao tratamento térmico de 95 °C por cinco minutos (Thermomix TM 31) e resfriada rapidamente até 45 °C em banho de gelo. Seguida da inoculação de 2 % de fermento láctico (*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*) segundo as técnicas recomendadas pelo fabricante da cultura e homogeneizada para promover uma distribuição adequada.

A amostra foi dividida igualmente para adição de 2 e 3 % de proteína caseinato de sódio, respectivamente. Seguido da homogeneização de ambas as partes.

A seguir, cada amostra com sua respectiva concentração de proteína foi dividida em tubos de rosca identificados contendo 50 mL e estes colocados em banho termostático a 45 °C. Foi retirada uma amostra de cada concentração a cada 25 minutos, resfriada em banho de gelo até atingir a temperatura ambiente de 25 °C para interromper a fermentação e, em

seguida, monitorar o pH e acidez titulável ao longo da fermentação e o tempo necessário para que o produto atingisse pH de 4,8.

Análises físico-químicas

O teor de proteína foi determinado com o equipamento Rapid N Exceed, o qual determina o Nitrogênio total após combustão da amostra a 700 – 800 °C, por medida volumétrica do Nitrogênio gasoso. Baseado na quantificação da concentração de Nitrogênio, este é convertido em proteína por um fator de conversão adequado de acordo com as especificações do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005).

O teor de umidade das amostras foi determinado por meio de secagem direta em estufa a 105 °C (ref. 012/IV), o teor de cinzas foi determinado pelo resíduo obtido após aquecimento da amostra em temperatura próxima a 550-570 °C (ref. 018/IV) e o teor de gordura foi determinado pelo método de Bligh Dyer (ref. 353/IV) conforme descrito por INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005).

Análises reológicas

As amostras de produto fermentado foram homogeneizadas e acondicionadas no adaptador de amostra para a realização das medidas de viscosidade a 25 °C, utilizando o Viscosímetro Brookfield modelo DV3T e o *spindle* SC4-25, efetuou-se a variação de rotação de 2,0 a 30,0 rpm (crescente e depois decrescente).

Foram realizadas análises nas amostras um dia após o processo fermentativo e, em seguida, foi feito um controle a cada semana para verificar mudanças nos resultados reológicos durante o armazenamento sob refrigeração. Foram determinados a viscosidade aparente das amostras e o comportamento reológico.

Análises microbiológicas

O número total de colônias de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* foi determinado por meio de inoculação em placas de Petri contendo o meio MRS baseado nas formulações de Man, Rogosa e Sharpe, e incubação a 37 °C por 48 h. Já o número total de *Streptococcus thermophilus* foi determinado inoculando em placas de Petri contendo o meio M17 com lactose incubados a 37 °C por 48 h conforme descrito por JAY (2005).

Foram realizadas análises nas amostras no dia que foi realizado o processo fermentativo e, em seguida, foi feito um controle a cada semana para verificar mudanças nos resultados microbiológicos durante o armazenamento sob refrigeração a 7 °C.

Análise Estatística

Os resultados foram avaliados por meio de Análise de Variância (ANOVA) e a diferença entre as médias foi avaliada por meio da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5 % de significância.

Resultados e Discussão

Preparação da polpa de coco verde

Observou-se que a submersão do coco verde aberto em solução de ácido cítrico 1 % foi eficiente para evitar o escurecimento enzimático, visto que a polpa de coco manteve suas características visuais durante o tempo necessário para a realização dos experimentos e que o pH da polpa manteve-se próximo a 6,0.

Experimentos preliminares

No que diz respeito ao valor de pH e acidez titulável, os resultados obtidos mostraram que o produto fermentado sem adição de proteína e com 1 % apresentaram valores muito semelhantes e, um produto sem consistência adequada.

Já para os produtos elaborados com 2 e 3 % de proteína, observou-se consistências semelhantes à de um produto fermentado como, por exemplo, iogurte, o que justifica a escolha dessas duas concentrações para uma análise mais específica para diferenciá-las e aperfeiçoar a concentração de proteína adequada para este produto.

A Figura 1 apresenta a distribuição do pH durante o processo de fabricação dos produtos fermentados com zero, 1, 2 e 3 % da proteína caseinato de sódio, os quais apresentaram, respectivamente, acidez final de 39,68 °D, 42,12 °D, 43,21 °D e 46,90 °D. A coagulação da polpa do coco, na temperatura de 45 °C, ocorreu em um valor de pH de aproximadamente 4,8, devido ao ponto isoelétrico do caseinato de sódio, o qual está entre 4,6 e 4,9. Observa-se, também, que houve um aumento no tempo necessário para ocorrer a coagulação em função do aumento da concentração de caseinato de no mínimo 2 %. A amostra sem proteína teve duração de 100 minutos e a de 3 % de 200 minutos, este comportamento pode ser atribuído ao aumento do efeito tamponante da proteína. Assim, há uma maior resistência a mudança de pH que acontece pela fermentação láctica, a qual consiste na transformação da glicose em duas moléculas de ácido láctico pelas bactérias presentes. Essa característica tamponante é importante para a consistência do produto, resultante das mudanças provocadas pela redução de pH na matriz do caseinato.

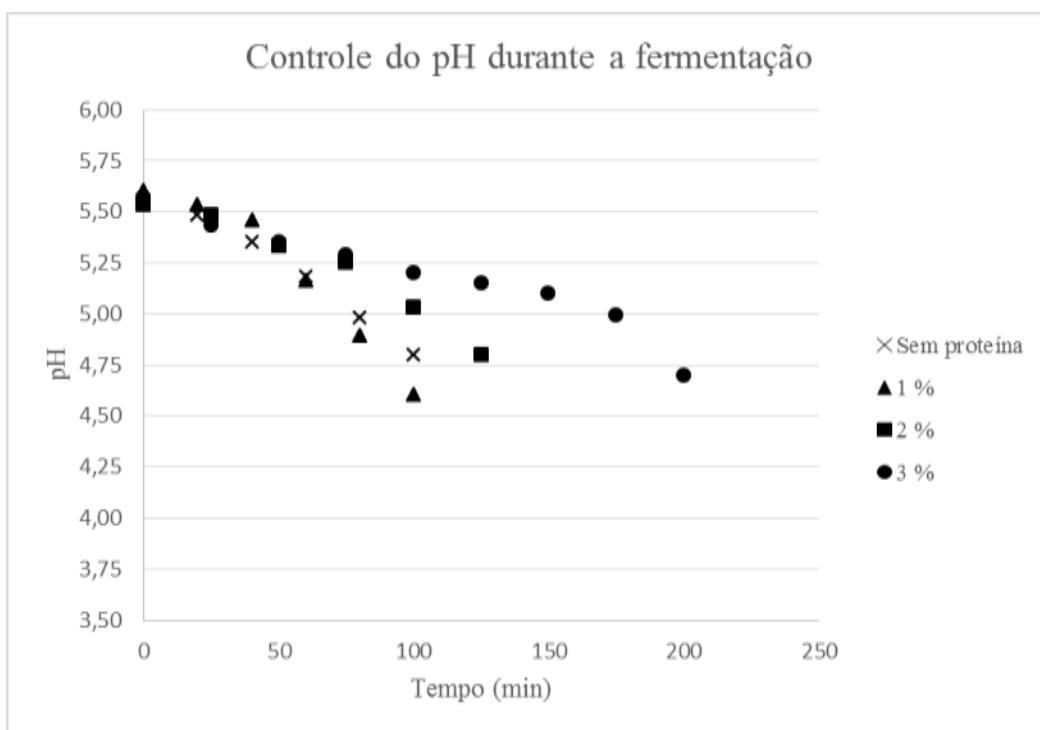


Figura 1 - Controle do pH dos produtos fermentados durante a fermentação.

Nos resultados da análise microbiológica verificou-se que o aumento da concentração de caseinato resultou em maior população de bactérias lácticas.

Análises físico químicas

A tabela 1 apresenta a composição dos produtos fermentados com 2 e 3 % de caseinato de sódio obtida com as análises físico-químicas e da polpa de coco verde *in natura*, a qual foi determinada por SANTANA (2012).

Tabela 1 - Resultados obtidos nas determinações físico químicas realizadas no produto fermentado com 2 e 3% de proteína e da polpa de coco verde *in natura*.

	Produto com 2 % de proteína (%)	Produto com 3 % de proteína (%)	Polpa de coco verde <i>in natura</i> (SANTANA,2012) (%)
Umidade	87,2 ± 0,1 ^a	86,30 ± 0,07 ^b	92,70 ± 0,07
Cinzas	0,90 ± 0,02 ^a	0,90 ± 0,02 ^a	0,8000 ± 0,0006
Proteína	3,6 ± 0,1 ^a	4,20 ± 0,09 ^b	0,80 ± 0,03
Gordura	3,70 ± 0,09 ^a	3,50 ± 0,05 ^a	1,60 ± 0,06
Carboidrato	4,5	5,1	4,1

Médias com letras iguais na mesma linha não diferem significantemente entre si ao nível de 5 % de significância ($p>0,05$).

É possível observar que houve a redução do teor de umidade nos produtos fermentados devido à quantidade de proteína adicionada, assim como o aumento do teor de cinzas. O teor de proteína nos produtos aumentou em função da quantidade de proteína adicionada. O teor de gordura se manteve próximo nos produtos fermentados.

Análises reológicas

Avaliando-se o comportamento reológico das amostras, alterando a rotação do *spindle* de 2 a 30 rpm (crescente e decrescente), verificou-se os seguintes comportamentos durante o controle a cada semana para cada amostra, os quais estão apresentados na figura 2 e 3.

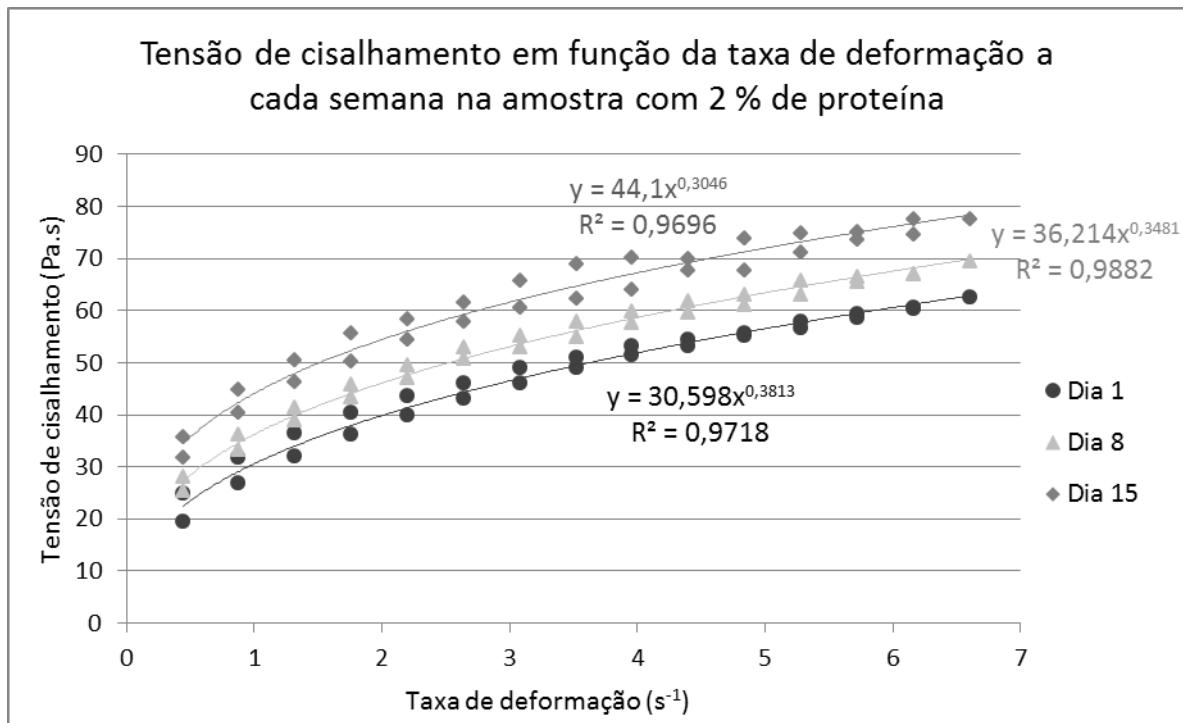


Figura 2 - Comportamento reológico da amostra com 2 % de proteína a cada semana.

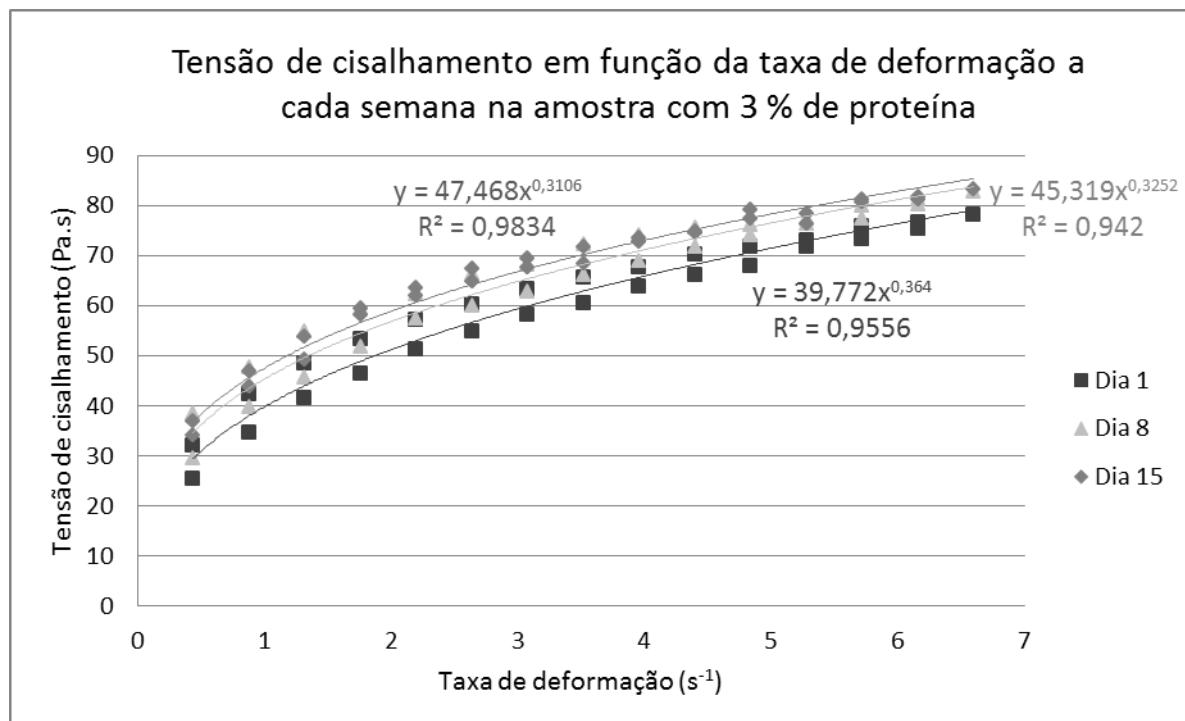


Figura 3 - Comportamento reológico da amostra com 3 % de proteína a cada semana.

Observa-se que o modelo matemático que rege todos os comportamentos é apresentada na equação 1.

$$\tau = K \times (\dot{\gamma})^n \quad \text{Eq. 1}$$

Sendo:

τ - Tensão de cisalhamento (Pa)

$\dot{\gamma}$ - Taxa de deformação (s^{-1})

K - Índice de consistência do fluido

n - Índice de comportamento do escoamento

A tabela 2 apresenta os valores de K e n obtidos em cada curva dos gráficos apresentados acima.

Tabela 2 - Índice de comportamento (n) e de consistência (K) obtidos em cada amostra a cada semana

Quantidade de proteína	Dia 1		Dia 8		Dia 15	
	2 %	3 %	2 %	3 %	2 %	3 %
K	30,598	39,772	36,214	45,319	44,100	47,468
n	0,3813	0,3640	0,3481	0,3252	0,3046	0,3106

Conclui-se que as amostras apresentam comportamento pseudoplástico, pois para ter esta classificação, o valor do índice de comportamento do fluido (n) deve ser menor que um, assim como determinado por (MATHIAS, ANDRADE, ROSA, & SILVA, 2013). Já os valores de K estão relacionados com a viscosidade, a qual será maior nos índices de consistência mais elevados.

O comportamento reológico dos produtos apresentados nos gráficos acima, indicam que os mesmos são fluidos não-newtonianos, na tabela 3 são apresentados os valores da viscosidade aparente de cada amostra a cada semana.

Tabela 3 - Viscosidade aparente determinada nas amostras a cada semana.

Concentração de proteína na amostra (%)	Viscosidade aparente (Pa.s)		
	Dia 1	Dia 8	Dia 15
2,00	13,5 ± 0,8 ^a	15,8 ± 0,6 ^a	17,1 ± 1,4 ^a
3,00	18,2 ± 1,0 ^b	18,7 ± 1,7 ^b	19,3 ± 3,3 ^b

Médias com letras iguais na mesma linha não diferem significantemente entre si ao nível de 5 % de significância ($p>0,05$).

Observa-se que houve um aumento da viscosidade aparente a cada semana, devido ao rearranjo na matriz proteica que ocorre com o decorrer do tempo. Como já era esperado, o produto fermentado com 3 % apresentou valores mais elevados que o com 2 %, observando-se a influência de proteína na viscosidade da amostra.

Um dos objetivos ao acrescentar proteína à polpa de coco verde foi o de obter uma consistência adequada semelhante à de um iogurte e isto foi possível após o ajuste da concentração de proteína.

Análises microbiológicas

A tabela 4 apresenta os resultados das contagens microbiológicas iniciais e finais obtidas na análise microbiológica do produto fermentado com 2 e 3 % de proteína.

Tabela 4 - Variação da população de bactérias lácticas durante 21 dias de armazenamento a 7 °C.

Bactéria	Concentração de proteína (%)	Contagem inicial (UFC/g)	Contagem final (UFC/g)
<i>S. thermophilus</i>	2	12x10 ⁷	5,3x10 ⁷
	3	25,0x10 ⁷	18,0x10 ⁷
<i>L. bulgaricus</i>	2	2,3x10 ⁷	1,5x10 ⁷
	3	5,9x10 ⁷	2,8x10 ⁷

As análises foram realizadas em duplicata. Devido à presença de substâncias tamponantes nas amostras por ação do acréscimo de proteína na polpa de coco, a acidificação do meio demorou a acontecer, permitindo que as bactérias inoculadas sobrevivessem por mais tempo. Como esperado, observou-se maior contagem de unidades formadoras de colônia na amostra com maior teor de proteína.

Em um trabalho anterior, (PIMENTEL & RIBEIRO, 2016) verificaram que as bactérias lácticas não sobreviveram após uma semana de armazenamento da polpa de coco verde a 7 °C e atribuíram este comportamento ao baixo teor de proteína da polpa e ausência de substâncias tamponantes na mesma.

O produto não possui uma legislação própria, pois trata-se de um produto fermentado que tem como base a polpa do coco verde. Para verificar se as contagens microbiológicas estão dentro da legislação vigente, estas foram comparadas aos valores de população de bactérias lácticas exigidas para um leite fermentado, a qual preconiza contagem de no mínimo de 10⁶ unidades formadoras de colônia por grama (UFC/g) do produto. Portanto, tanto as amostras com 2 % de caseinato de sódio, quanto as com 3 % estão dentro da legislação vigente.

Os resultados demonstram a predominância de *Streptococcus thermophilus*, o que pode ser atribuído ao tipo de fermento utilizado, o qual possui maior concentração de

Streptococcus que de *Lactobacillus*, para limitar a pós acidificação no produto fermentado e consequente redução do seu tempo de vida útil, conforme descrito por TAMIME & DEATH, (1980).

Conclusões

O aumento no teor de proteína permitiu que maior sobrevivência das bactérias lácticas.,

É possível substituir o leite pela polpa de coco verde na produção de um produto fermentado desde que seja adicionado, no mínimo, 2 % de caseinato de sódio para permitir a sobrevivência das bactérias lácticas e textura semelhante à de um iogurte.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. (1981). Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: métodos físicos e químicos. In: *Laboratório Nacional de Referência Animal*. Brasília.
- CAVALCANTE, L. V. (9 a 12 de Outubro de 2015). A nova geografia da produção de coco no Brasil. *A diversidade da geografia brasileira: escalas e dimensões da análise e da ação*, pp. 2709-2720.
- GALLINA, D., ALVES, A., TRENTOA, F., & CARUSI, J. (2011). Caracterização de Leites Fermentados Com e Sem Adição de Probióticos e Prebióticos e Avaliação da Viabilidade de Bactérias Lácticas e Probióticas Durante a Vida-de-Prateleira . São Paulo.
- GALLINAA, D., ALVES, A., TRENTO, F., & CARUSI, J. (2011). *Caracterização de Leites Fermentados Com e Sem Adição de Probióticos e Prebióticos e Avaliação da Viabilidade de Bactérias Lácticas e Probióticas Durante a Vida-de-Prateleira* . São Paulo.
- IGUTI, A., PEREIRA, A., FABIANO, L., SILVA, R., & RIBEIRO, E. (2011). Substitution of ingredients by green coconut (*Cocos nucifera L*) pulp in ice cream formulation. *11 International Congress on Engineering and Food (ICEF11)*, pp. 1610-1617.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (2005). *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz - Métodos Químicos e Físicos para a Análise de Alimentos*. Distrito Federal: ANVISA.
- JAY, J. M. (2005). *Microbiologia de Alimentos* . Porto Alegre: Artmed.
- MATHIAS, T., ANDRADE, K., ROSA, C., & SILVA, B. (2013). *Avaliação do comportamento reológico de diferentes iogurtes comerciais*. Rio de Janeiro.
- MERCK. (1993). *Reactivos, diagnóstica, productos químicos*. Darmstadt.
- NUNES, C., SILVA, M., & BORTOLUZZI, M. (2013). *Análise Microbiológica e Físico-Sensorial de Iogurtes Sabor Ameixa Comercializados na Região Oeste do Paraná*. Medianeira.
- OLIVEIRA, F., LYRA, I., & ESTEVES, G. (2013). Avaliação Microbiológica e Físico-Química de Iogurte de Morango Industrializados e Comercializados no Município de Linhares - ES. . *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 147-155.
- PIMENTEL, K., & RIBEIRO, E. (2016). *Processos fermentativos da polpa do coco verde por bactérias lácticas*. São Caetano do Sul.
- SANTANA, I. A. (2012). *Avaliação química e funcional de polpa de coco verde e aplicação em gelado comestível*. São Caetano do Sul.
- SANTANA, I., RIBEIRO, E., & IGUTI, A. M. (2011). Evaluation of green coconut (*Cocos nucifera L.*) pulp for use as milk, fat and emulsifier replacer in ice cream. *Procedia Food Science*, pp. 1447-1453.
- SEBRAE. (7 de Janeiro de 2016). *O cultivo e o mercado do coco verde*. Acesso em 20 de Agosto de 2017, disponível em Sebrae:

- <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-coco-verde,3aba9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>
- SILVA, A., PEREIRA, F., BEIRÃO, M., GOMES, M., MOURA, P., PORFÍRIO, P., et al. (2010). *Produção de Iogurte*. Porto.
- SILVA, P., & MARQUES, V. (s.d.). *Coagulação da Proteína do Leite*. Rio de Janeiro.
- TAMIME, A. Y., & DEETH, H. C. (1980). Yogurt: Technology and biochemistry. *Journal of Food Protection*, 43(12), pp. 939-977.
- TEBRAS. (2012). *Preparação e Paronização da Solução de Hidróxido de Sódio 0,1 mol L-1*.