

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

RAMON ARAÚJO DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE TIPO GREGO CAPRINO,
ADICIONADO DE EXTRATO AQUOSO DE INHAME E
CASEÍNA EM PÓ DE LEITE CAPRINO

JOÃO PESSOA – PB

2019

RAMON ARAÚJO DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE TIPO GREGO CAPRINO, ADICIONADO DE
EXTRATO AQUOSO DE INHAME E CASEÍNA EM PÓ DE LEITE CAPRINO

JOÃO PESSOA – PB

2019

RAMON ARAÚJO DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE TIPO GREGO CAPRINO, ADICIONADO DE
EXTRATO AQUOSO DE INHAME E CASEÍNA EM PÓ DE LEITE CAPRINO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Dra. Tatiane Santi Gadelha

JOÃO PESSOA – PB

2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S237d Santos, Ramon Araújo dos.

Desenvolvimento de iogurte tipo grego caprino,
adicionado de extrato aquoso de inhame e caseína em pó
de leite caprino / Ramon Araújo Dos Santos. - João
Pessoa, 2019.

94 f. : il.

Orientação: Tatiane Santi Gadelha.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Amido natural. 2. Derivados lácteos. 3. Dioscorea
cayennensis. 4. Produtos fermentados. 5. Proteína. I.
Gadelha, Tatiane Santi. II. Título.

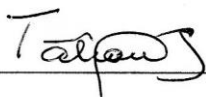
UFPB/BC

RAMON ARAÚJO DOS SANTOS

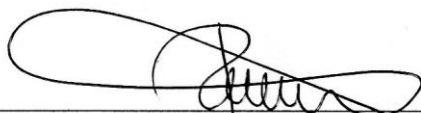
DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE TIPO GREGO CAPRINO, ADICIONADO DE
EXTRATO AQUOSO DE INHAME E CASEÍNA EM PÓ DE LEITE CAPRINO

Dissertação aprovada em 27/09/2019

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Tatiane Santi Gadelha – DBM/CCEN/UFPB
Orientadora/Coordenadora da Banca Examinadora



Profa. Dra. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga – DNUT/CCS/UFPB
Examinadora Interna



Prof. Dr. Felipe Queiroga Sarmiento Guerra – DCF/CCS/UFPB
Examinador Externo

*Aos meus pais, verdadeiros amigos, que
sempre me apoiam e incentivam a estudar e
me orientam nos momentos de dificuldade,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar condições para realização dessa Pós-Graduação e por tantas vezes ter me protegido durante as viagens realizadas para cumprir com as atividades da Pós-Graduação.

À minha orientadora, Profa. Dra. Tatiane Santi Gadelha, por ter me acolhido como orientando e pela orientação com minha dissertação, sempre a disposição para ensinar e me ajudar a cumprir com as obrigações da Pós-Graduação, como também pela paciência e confiança em permitir que parte da pesquisa fosse realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – *Campus* Currais Novos.

À Profa. Dra. Taliana Kênia Alves Bezerra, coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, em nome de quem agradeço a essa Pós-Graduação, pelo auxílio e esclarecimentos, durante a realização do mestrado.

A Leonardo de Almeida Marciano, Diretor de Gestão da Unidade Industrial-Escola do IFRN – *Campus* Currais Novos, por permitir e apoiar a realização do projeto resultante dessa dissertação, na Usina de Beneficiamento de Leite do IFRN – *Campus* Currais Novos.

A Daulton Ruan Rufino de Souza, Coordenador de Laboratórios do IFRN – *Campus* Currais Novos, por permitir a utilização da infraestrutura de laboratórios desse *Campus*, primordial para a realização das análises laboratoriais determinadas no projeto de mestrado.

Aos alunos de Graduação de Tecnologia em Alimentos do IFRN – *Campus* Currais Novos, Ricely de Lima Rodrigues, Mikarla Brena Dantas de Lima e Eduardo Batista do Nascimento, por me auxiliarem no desenvolvimento do projeto.

Ao Me. Manoel Pedro de Medeiros Neto, pelos ensinamentos enquanto pesquisador e pelo auxílio gráfico durante a construção da dissertação, em nome de quem agradeço a todos os amigos e familiares que de forma direta ou indiretamente, contribuíram com o desenvolvimento desse trabalho.

A CAPES, pela liberação de auxílio financeiro proveniente do Programa de Apoio à Pós-Graduação (PROAP).

A todos que compõem o LaProt e o BioGeR, pelas contribuições ao longo do desenvolvimento do projeto de dissertação.

RESUMO

Com o intuito de agregar valor ao iogurte tipo grego caprino, foi utilizado na sua formulação extrato aquoso de inhame (*Dioscorea cayennensis*) e caseína em pó de leite caprino. O inhame é rico em fibras e compostos antioxidantes que auxiliam no tratamento de diversas doenças como diabetes e câncer e as proteínas do leite caprino são precursoras de peptídeos bioativos que possuem ação antioxidante, anti-hipertensiva e antiglicêmica. Logo, os iogurtes foram desenvolvidos, sendo variáveis do estudo as concentrações de extrato aquoso de inhame e caseína em pó de leite caprino, uma vez que o inhame é uma excelente fonte de amido, e amidos e proteínas lácteas possuem reconhecida função hidrocolóide. Dessa forma, esse estudo teve por objetivo analisar a influência da adição de extrato aquoso de inhame e da caseína em pó de leite caprino nas características físico-químicas, tecnológicas, microbiológicas e sensoriais de iogurte tipo grego caprino. Foram elaboradas 4 formulações: A IC (iogurte controle) composta apenas por leite caprino. A IP composta por leite caprino e 2% de caseína em pó de leite caprino. A IPI1 composta por 90% de leite caprino, 10% de extrato aquoso de inhame e 2% de caseína em pó de leite caprino. A IPI2 composta por 80% de leite caprino, 20% de extrato aquoso de inhame e 2% de caseína em pó de leite caprino. No primeiro estudo foi analisada as características físico-químicas e tecnológicas dos iogurtes tipo grego caprino. O IPI1 apresentou mais resultados positivos, obtendo maior viscosidade, maior capacidade de retenção de água e maior teor de proteínas, enquanto o IPI2 teve os melhores resultados para o número de grãos por grama e susceptibilidade à sinérese, porém, o menor conteúdo proteico, de gordura e viscosidade. O IP apresentou o maior rendimento, entretanto, obteve a maior susceptibilidade à sinérese, e o IC o maior teor de gordura e resultados não favoráveis para a capacidade de retenção de água, número de grãos por grama e rendimento. O segundo estudo analisou as características microbiológicas e sensoriais dos iogurtes tipo grego caprino. Todas as amostras atenderam os requisitos microbiológicos traçados pela legislação nacional para leites fermentados. O IP apresentou mais resultados positivos na análise sensorial, obtendo as maiores médias para os atributos textura, cor, odor, sabor e avaliação global, com índice de aceitação de 84,22%, maior média para intenção de compra e maior preferência. O IC teve índice de aceitação de 82,00% e o IPI1 de 70,33%. O IPI2 teve as menores médias para todos os atributos, com índice de aceitação de 66,44%, porém para ser considerado aceito é preciso alcançar no mínimo 70%, por outro lado, a adição de 20% de extrato aquoso de inhame e 2% de caseína em pó de leite de cabra faz desse iogurte um produto potencialmente funcional. Considerando os resultados obtidos nos estudos, a adição de extrato aquoso de inhame demonstrou melhores resultados nas características físico-químicas e tecnológicas, enquanto que caseína em pó de leite caprino proporcionou melhores resultados nas características físico-químicas, tecnológicas e sensoriais, contribuindo para o desenvolvimento de um novo produto lácteo com características aprimoradas quando comparado com o IC e qualidade nutricional, possibilitando ampliar as opções de produtos lácteos caprinos encontrados no mercado.

Palavras-chave: Amido natural, Derivados lácteos, *Dioscorea cayennensis*, Produtos fermentados, Proteína.

ABSTRACT

In order to add value to the goat Greek-style yogurt, it was used in its aqueous yam extract (*Dioscorea cayennensis*) and goat milk casein powder. Yam is rich in fiber and antioxidant compounds that help treat various diseases such as diabetes and cancer and as goat milk proteins are precursors of bioactive peptides that perform antioxidant, antihypertensive and antigenic action. Therefore, yogurts were altered, being variables of the study as aqueous yam extract and goat milk casein powder, since yam is an excellent source of starch, and starches and milk proteins that have some hydrocolloid component. Thus, this study aimed to analyze the influence of the addition of aqueous yam extract and goat milk casein powder on the physicochemical, technological, microbiological and sensory characteristics of the goat Greek-style yogurt. Four formulations were elaborated: The IC (control yogurt) composed only of goat milk. IP composed of goat milk and 2% goat milk casein powder. IPI1 composed of 90% goat milk, 10% aqueous yam extract and 2% goat milk casein powder. IPI2 composed of 80% goat milk, 20% aqueous yam extract and 2% goat milk casein powder. In the first study has been analyzed as the physicochemical and technological characteristics of the goat Greek-style yogurt. IPI1 presents more positive results, obtaining higher viscosity, higher water holding capacity and higher protein content, while IPI2 presented the best results for the number of grains per gram and susceptibility to syneresis, but lower protein content, fat and viscosity. The IP presented the highest yield, however, it was more susceptibility to syneresis, and the IC the highest fat content and results not favorable to water holding capacity number of grains per gram and yield. The second study analyzed the microbiological and sensory characteristics of goat Greek-style yogurt. All samples meet the microbiological requirements set by national legislation for fermented milks. The IP presents more positive results in sensory analysis, obtaining as the largest media the resources of texture, color, odor, taste and overall evaluation, with acceptance index of 84.22%, higher average for purchase intention and greater preference. The IC had an acceptance index of 82.00% and the IPI1 of 70.33%. The IPI2 had the lowest media for all attributes, with an acceptance index of 66.44%, however, to be considered accepted, and should reach at least 70%, on the other hand, with the addition of 20% aqueous yam extract and 2% goat milk casein powder make this yogurt a potentially functional product. The results obtained in the studies, an addition of aqueous yam extract show better results in physicochemical and technological characteristics, while goat milk casein powder provides better results in physicochemical, technological and sensory characteristics, contributing to the development of a new dairy product with enhanced features compared to IC and nutritional quality, allowing it to expand as goat dairy product options found in the market.

Key-words: Dairy products, *Dioscorea cayennensis*, Fermented products, Natural starch, Protein.

LISTA DE FIGURAS, FLUXOGRAMAS E TABELAS

Figura 1	Delineamento experimental	24
Fluxograma 1	Extrato aquoso de inhame (<i>D. cayennensis</i>)	25
Fluxograma 2	Concentrado de caseína	26
Fluxograma 3	Secagem <i>foam-mat</i> de concentrado de caseína	27
Fluxograma 4	Produção de iogurte tipo grego	29
Tabela 1	Formulações de iogurte tipo grego	30
 ARTIGO 1		
Figure 1	Dispersion on petri dish of grain of goat Greek-style yogurt formulations. Images were captured and the grains appear as dark objects that were edited and later analyzed using ImageJ software	59
Figure 2	Spatial projection of vector ordering of physico-chemical and technological variables in the first two principal components for the four goat Greek-style yogurt formulations through the PCA	60
Figure 3	Spatial projection of the ordering of the four goat Greek-style yogurts on the physico-chemical and technological parameters through the PCA	60
Table 1	Means of the results found in the physico-chemical analysis carried out in the four goat Greek-style yogurt formulations (g/100g)	62
Table 2	Mean of results from the evaluation of the technological characteristics of the four goat Greek-style yogurt formulations	62
Table 3	Loads of the principal components indicating the percentages of explanation for the variability of physico-chemical and technological variables in goat Greek-style yogurts	63
 ARTIGO 2		
Table 1	Average values of acceptance test and purchase intention test scores applied to the four goat Greek-style yogurt formulations	82

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 LEITE DE CABRA	12
2.1.1 Proteína de leite de cabra	14
2.2 DERIVADOS LÁCTEOS	16
2.2.1 Iogurte grego	18
2.3 INHAME (<i>Dioscorea cayennensis</i>)	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 LOCAL DA PESQUISA	23
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	23
3.4 EXTRATO AQUOSO DE INHAME (<i>D. cayennensis</i>)	24
3.5 CASEÍNA EM PÓ DE LEITE CAPRINO	25
3.5.1 Concentrado de caseína	25
3.5.2 Secagem <i>foam-mat</i> do concentrado de caseína	27
3.6 IOGURTE TIPO GREGO CAPRINO	28
3.7 AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS E SENSORIAIS	30
3.7.1 Amostragem	31
3.7.2 Análises físico-químicas	31
3.7.3 Análises tecnológicas	32
3.7.4 Avaliação microbiológica	32
3.7.5 Análise sensorial	33
3.7.6 Análises estatísticas	33
REFERÊNCIAS	34
4 RESULTADOS	44
ARTIGO I: INFLUENCE OF AQUEOUS YAM EXTRACT AND GOAT MILK CASEIN POWDER ON THE CHARACTERISTICS OF GOAT GREEK-STYLE YOGURT	45
ARTIGO II: GOAT GREEK-STYLE YOGURT, ADDED OF AQUEOUS YAM EXTRACT AND GOAT MILK CASEIN POWDER: MICROBIOLOGICAL EVALUATION AND SENSORY ACCEPTANCE	65
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
APÊNDICE	85
ANEXO	91

1 INTRODUÇÃO

O leite, em especial o leite caprino, tem sido uma fonte promissora para o desenvolvimento de novos produtos capazes de atender os consumidores no que se refere a qualidade, praticidade e com alto valor biológico, por ser rico em lipídeos de fácil digestibilidade, carboidratos e proteínas de alto valor biológico (RIBEIRO; RIBEIRO, 2010; JENNESS, 1980; AHMED et al., 2015). O leite caprino, comparado ao leite bovino, possui qualidade nutricional superior devido sua fácil digestibilidade e absorção de nutrientes, além de ser menos calórico e possuir baixo nível de caseína α -S1, principal proteína responsável pela alergenicidade do leite de vaca (PARK; HAENLEIN, 2007; RIBEIRO; RIBEIRO, 2010). No Brasil ainda é pouco difundida a elaboração de produtos lácteos caprinos para a comercialização, quando comparados com países europeus consolidados na produção de lácteos.

O consumo de iogurte grego, no Brasil, aumentou nos últimos anos, se tornando um produto potencial para a exploração de suas potencialidades e de pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de novos produtos, sendo possível elaborar formulações e tecnologias de fabricação diferentes para a obtenção de produtos com as características do iogurte grego (MAGALHÃES; TORRE, 2018).

A elaboração de produtos lácteos com adição de fluidos e agentes hidrocolóides, além do leite é comum entre as indústrias de laticínios, como forma de evitar desperdícios, reduzir os custos de produção e melhorar as características sensoriais desses produtos. Sendo assim, o iogurte pode ser encontrado para comercialização de diversas formas, saborizado ou natural, firme, líquido, batido ou congelado, com grãos e geleias, concentrado como é caso do iogurte grego, e com diferentes teores de gordura (desnatado, baixo teor de gordura ou integral) e proteína (ARYANA; OLSON, 2017). No desenvolvimento do presente trabalho foi adicionado extrato aquoso de inhame (*Dioscorea cayennensis*) e caseína em pó de leite caprino ao iogurte tipo grego caprino.

O inhame é um tubérculo amplamente consumido na região Nordeste do Brasil, tornando-o um elemento como fonte promissora de compostos bioativos (SOUSA, 2017). Rizomas e tubérculos são geralmente ricos em carboidratos, proteínas, ácidos orgânicos, minerais e vitaminas, como a tiamina (B₁), riboflavina (B₂), niacina (B₃), piridoxina (B₆) e a vitamina C. Possuem ainda antocianinas, fitoesteróis, glicolipídios, antioxidantes, além de apresentar baixo conteúdo lipídico, sendo considerado como fonte alimentar ideal para

crianças e celíacos (SOUSA et al., 2016). Além do interesse do ponto de vista nutricional, tais biomoléculas supracitadas têm sido bastante exploradas devido ao seu potencial em aplicações biotecnológicas envolvendo as áreas de agropecuária, saúde e produtos industriais.

Vários estudos evidenciam os benefícios do inhame para a saúde humana, sendo utilizado na prevenção e no combate de diversas doenças como artrite, câncer, colesterol alto e distúrbios gastrointestinais, possui ação antioxidante, anti-inflamatória e antitumoral, pode ser utilizado no tratamento da diabetes, sendo um alimento potencial no combate de doenças crônicas (DUFIE et al., 2013; HSU et al., 2003; CHIU et al. 2013; LIU et al. 2016; JU et al., 2014). O leite caprino é uma excelente fonte de nutrientes, sendo o seu consumo recomendado para crianças e pessoas que apresentam alergia ao leite de vaca. O consumo e produção do leite caprino e derivados ainda está muito aquém do consumo do leite de vaca e seus derivados, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas que valorizem e estimulem a produção de produtos lácteos caprino.

Concentrados proteicos são comumente utilizados na elaboração de iogurte tipo grego, proporcionando características físicas desejáveis, dessa forma, a adição de caseína em pó de leite caprino pode conferir melhorias nas características do produto. O desenvolvimento desse trabalho justifica-se pela demanda do mercado consumidor na busca por produtos naturais, que sejam acessíveis, livres de aditivos químicos e que atendam a aceitação por parte da população. Devido à expansão na comercialização de iogurte tipo grego, a necessidade da valorização do leite caprino, em especial na região Nordeste, onde a produção de leite caprino tem aumentado ao longo dos anos, e devido as características alimentares do inhame, propõe-se trabalhar com esse tema.

A adição de caseína em pó de leite caprino, bem como do extrato aquoso de inhame no desenvolvimento deste trabalho, tem por finalidade influenciar as características físico-químicas do produto final devido aos compostos presentes no inhame e a reconhecida função estabilizante das proteínas lácteas, além de conferir características funcionais, uma vez que os mesmos apresentam diversos benefícios para a saúde.

Considerando o exposto, este trabalho tem como objetivo desenvolver iogurte tipo grego caprino com adição de extrato aquoso de inhame e de caseína em pó de leite caprino. Avaliar as características físico-químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais do produto elaborado: Verificar a interferência do extrato aquoso de inhame e da caseína em pó no rendimento do produto elaborado, verificar a influência da adição do extrato aquoso de inhame na textura do produto final e observar a atuação da caseína em pó de leite caprino na capacidade de retenção de água e prevenção da sinérese do produto final.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 LEITE DE CABRA

O leite de cabra é um alimento saudável, rico em nutrientes, com um perfil de aminoácidos bem equilibrado, além de conter substâncias bioativas que possuem funções bioquímicas que promovem benefícios à saúde (GALITSOPOULOU et al., 2015). Sendo um dos principais componentes da dieta humana, excelente fonte de proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais, seus teores de vitaminas e minerais são mais elevados que os do leite de vaca sendo rico em cálcio, magnésio, fósforo, potássio e vitamina A (NÚÑEZ-SÁNCHEZ et al., 2016; PARK, 2017).

A Instrução Normativa nº 37, de 31 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite de Cabra, define leite de cabra como sendo o produto oriundo da ordenha, completa ininterrupta, em condições de higiene, de animais da espécie caprina sadios, bem alimentados e descansados (BRASIL, 2000).

O Brasil possui o sétimo maior rebanho de cabras do mundo, sendo fundamental para a região Nordeste a criação desses animais, assim como a produção de queijos que configura uma fonte de renda principalmente para os pequenos produtores rurais (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2015). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em seu último censo agropecuário realizado em 2017, o Nordeste é a região com maior produção de leite de cabra no Brasil, detendo 69,79% da produção nacional, e o estado da Paraíba é responsável por 22,19% da produção nacional, sendo o estado brasileiro que mais produz leite de cabra (IBGE, 2018).

Os produtos lácteos caprino ganharam atenção a partir dos anos de 1970, devido ao valor nutricional oferecido por esses produtos. Outros fatores que contribuem para o aumento no consumo de leite de cabra são os efeitos benéficos à saúde associados aos seus constituintes, as práticas tradicionais de processamento e o valor sensorial que foram decisivos para a sua popularização, a baixa alergenicidade, sendo uma das principais características que o torna uma alternativa ao consumo de leite de vaca (VERRUCK; DANTAS; PRUDENCIO, 2019; KONDYLI; PAPPA; SVARNAS, 2016; CLARK; GARCÍA, 2017).

A composição geral de proteína, gordura e lactose do leite de cabra é similar à composição do leite de vaca, entretanto, existem diferenças que podem afetar a digestão e o valor nutricional destes leites (HODGKINSON et al., 2018). Em comparação ao leite de vaca, o leite de cabra no que diz respeito as gorduras foi relatado que, em média, possui menor diâmetro em seus glóbulos de gordura, o que contribui para que a gordura do leite se disperse mais facilmente, conferindo maior homogeneidade ao leite e aumentando a digestibilidade, uma vez que a superfície de contato da fração lipídica aumenta, facilitando a ação das lipases (PARK, 2017). Devido ao perfil de ácidos graxos do leite caprino que possui maior concentração de ácidos graxos de cadeia média curta e maior concentração de ácidos graxos mono e poliinsaturados, em comparação ao leite bovino, o consumo de leite de cabra reduz a concentração de colesterol (POUTZALIS et al., 2016).

As cabras são historicamente uma excelente fonte de leite para a subsistência dos seres humanos, sendo um alimento nutritivo que oferece benefícios à saúde (PARK, 2017). Por ser nutritivo, de fácil digestibilidade e hipoalergênico, o leite de cabra é recomendado para o consumo por crianças e sua utilização é indicada na produção de formulações lácteas infantis (XING et al., 2016; HODGKINSON et al., 2018).

A substituição do leite bovino pelo leite caprino na formulação de alimentos para o público infantil está se tornando cada vez mais frequente em países orientais, onde os alimentos para o público infantil contendo leite de cabra na formulação compreendem aproximadamente 5% das vendas de alimentos para o público infantil (YAO et al., 2016). Em se tratando de valor nutritivo, o leite de cabra é o que mais se assemelha ao leite humano (JIA et al., 2016). O desenvolvimento de produtos lácteos que apresentem propriedades semelhantes à do leite humano é de interesse para a indústria de fórmulas infantis, nesse aspecto, os produtos feitos com leite de cabra são fortes aliados (XU et al., 2015).

A industrialização do leite de cabra e de outros animais de pequeno porte, é mais tradicional que a industrialização do leite de vaca, existindo uma ampla variedade de produtos obtidos a partir do leite de animais de pequeno porte (LEITNER et al., 2016). A produção de leite de cabra configura-se como uma importante parte da economia de diversos países, principalmente os países europeus, onde os produtos lácteos caprinos são bastante apreciados devido suas características sensoriais distintas, em que a maior parte desse leite é utilizado para fabricação de queijos tanto elaborados apenas com leite de cabra, como também elaborados com a mistura de leite de cabra e leite de vaca ou leite de cabra e leite de ovelha (PICON et al., 2016).

A utilização do leite de cabra para a fabricação de derivados o configura como um produto de importância econômica, uma vez que as características físico-químicas do leite de cabra permitem que o mesmo não seja consumido apenas como leite *in natura*, mas sim, também é possível consumi-lo na forma de queijos, leites fermentados, leite UHT, requeijão, doce de leite, leite em pó, entre outros produtos lácteos que exijam a aplicação de calor, aditivos e/ou microrganismos, para o processamento, fazendo com que a produção de leite de cabra se destine principalmente à elaboração de produtos lácteos (KONDYLI; PAPPAS; SVARNAS, 2016; SILVA et al., 2016; BELTRÁN et al., 2015).

De acordo com Inglingstad et al. (2016), o aumento da qualidade e do consumo do leite de cabra são amplamente estudados em pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de novos produtos com valor agregado, pois o processamento de leite de cabra é crescente, dessa forma, a qualidade da matéria-prima e dos produtos elaborados está se tornando cada vez mais importante.

Sendo assim, é necessário realizar pesquisas que evidenciem o leite de cabra, devido à importância nutricional e terapêutica, aos compostos bioativos presentes no leite de cabra e a importância econômica que essa matéria-prima representa para diversos países (GALITSOPOULOU et al., 2015; MAL et al., 2018).

2.1.1 Proteína de leite de cabra

O leite de cabra é utilizado como uma fonte precursora de proteínas em muitos países da Europa, África e Ásia (MONTALBANO et al., 2016). As duas grandes categorias de proteínas do leite são: Proteínas insolúveis (caseína), que correspondem por 80% do total de proteínas, e proteínas solúveis do soro de leite, que por sua vez representam 20 % do total de proteínas do leite (RANI; POOJA; PAL, 2017). A parte insolúvel é composta por caseína α -S1, caseína α -S2, β -caseína e k-caseína, enquanto que as proteínas do soro compreendem a α -lactalbumina, β -lactoglobulina, imunoglobulina e outras proteínas do soro, havendo ainda em menores quantidades no leite, proteases peptonas e proteínas de membrana (CHEN et al., 2018).

O perfil de caseína do leite de cabra possui diferenças em relação ao leite de vaca, devido ao tipo, tamanho e distribuição das micelas (ZHANG et al., 2015a). A β -caseína é a fração proteica em maior quantidade na micela de caseína do leite de cabra, enquanto que no leite de vaca a caseína α -S1 predomina, sendo seu conteúdo maior que a soma da caseína α -S2

e a caseína α -S1 do leite de cabra, e estando a caseína α -S2 em maior proporção que a caseína α -S1 no leite de cabra (KUKOVICS, 2018).

Devido às diferenças nas características da caseína α -S1 presente nesses leites, o leite de cabra possui menor potencial alergênico que o leite de vaca, dessa forma, indivíduos que têm alergia ao leite de vaca podem consumir leite de cabra sem efeitos adversos (PERNA et al., 2018). Devido à baixa alergenicidade e a fácil digestão das proteínas do leite de cabra, esse leite é recomendado para o consumo por recém-nascidos quando não é possível oferecer leite materno (RANI; POOJA; PAL, 2017).

Além de seu valor nutricional, as proteínas do leite apresentam uma atividade fisiológica que pode trazer benefícios para à saúde (ESPEJO-CARPIO et al., 2016). As proteínas do leite, em especial a caseína, são os principais componentes do leite, possuindo funções celulares diversas, como fornecer aminoácidos essenciais para o organismo, atuar na produção de hormônio ou como agente antimicrobiano (KUKOVICS, 2018). Também exibem outras atividades biológicas que influenciam a digestão, fortalecem o sistema imunológico, melhoram as respostas metabólicas aos nutrientes absorvidos e auxiliam no crescimento e desenvolvimento de órgãos específicos (RANI; POOJA; PAL, 2017; ABDEL-HAMID et al., 2017).

As proteínas do leite, assim como as proteínas de outros alimentos, estão susceptíveis a sofrer hidrólise, seja por via enzimática ou ácida, através de fermentação ou adição de ácidos. Essa hidrólise libera peptídeos bioativos que atuam na promoção à saúde, desempenhando diversas funções que dependem da composição e sequência de aminoácidos, fazendo com que cada peptídeo tenha uma atividade específica (PLÉ et al., 2015; ESPEJO-CARPIO et al., 2016; MORENO-MONTORO et al., 2017).

As propriedades funcionais e biológicas dos hidrolisados de proteínas possuem relação com o seu grau de hidrólise, sendo assim, é importante controlar a extensão da reação de hidrólise, para obter hidrolisados com características específicas (ESPEJO-CARPIO et al., 2018). Uma das bioatividades mais relevantes dos peptídeos de proteína do leite de cabra é a ação anti-hipertensiva, pois a hipertensão é o principal fator de risco para doenças cardiovasculares, e essa ação anti-hipertensiva se deve a capacidade dos hidrolisados proteicos de leite de cabra em inibir a enzima conversora da angiotensina (ESPEJO-CARPIO et al., 2016).

Vários estudos envolvendo a produção de concentrados de caseína e proteínas do soro, a partir de hidrólise enzimática, demonstram que esses concentrados possuem alto poder

antioxidante, sendo que a caseína do leite de cabra possui mais peptídeos antioxidantes de alto valor biológico do que as proteínas do soro (ULUKO et al., 2015; AHMED et al., 2015).

Os peptídeos e proteínas são os principais compostos antioxidantes presentes no leite, capazes de reduzir os radicais livres, agindo como doadores de elétrons, transformando os radicais livres em moléculas estáveis (ÇEKIÇ et al., 2015; AHMED et al., 2015).

Zhang et al. (2016) afirmam que é evidente para a comunidade científica o potencial da caseína do leite de cabra e seus peptídeos na inibição do dipeptidil peptidase IV, enzima que degrada os hormônios que promovem a secreção da insulina. Quando comparado com o hidrolisado de caseína do leite bovino, o hidrolisado de caseína de leite de cabra possui maior potencial de inibição sobre o dipeptidil peptidase IV (ZHANG et al., 2015b).

Além de seu valor nutricional e funcional que podem trazer benefícios ao consumidor, a proteína do leite também apresenta propriedades tecnológicas (KUKOVICS, 2018). O teor de proteína total é um fator determinante nas características de qualidade de leites fermentados, uma vez que os peptídeos e aminoácidos liberados durante a ação proteolítica causam alterações na estrutura do leite fermentado (GURSEL et al., 2016). Diferenças nas frações proteicas de leite de cabra e de vaca interferem diretamente nos processos de coagulação, apresentando os coágulos de leite de cabra menor viscosidade (ZHANG et al., 2015a).

As proteínas do leite são geralmente adicionadas na fabricação de leite de cabra fermentado, com o intuito de melhorar as características sensoriais e reológicas desses produtos, tendo em vista a capacidade dessas proteínas de atuar como hidrocolóides (GURSEL et al., 2016; MORENO-MONTORO et al., 2015). Os concentrados proteicos de soro também constituem um agente espessante promissor para aplicação em produtos lácteos fermentados (WANG et al., 2017).

2.2 DERIVADOS LÁCTEOS

A produção de derivados lácteos se caracteriza pela transformação do leite em produtos lácteos, a partir de uma série de etapas de processamento, que podem envolver à diminuição da atividade de água, a alteração do pH, à adição de insumos que aprimoram as características do produto e prolongam o tempo de validade e à seleção de microrganismos que promovam o controle da microbiota contaminante, por competição. Aliado a isso, a industrialização do leite gera produtos com características sensoriais diferenciadas, com

aumento no período de conservação e na preferência do consumidor, agregando valor ao produto (NESPOLO et al., 2015).

Os produtos lácteos fermentados se constituem pela fermentação do leite por bactérias ácido-láticas. Esses produtos podem conter uma microbiota diversa que consomem a lactose e produzem ácido láctico, elevando a acidez dos produtos, dificultando o crescimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes (FERNÁNDEZ et al., 2015).

Os queijos possuem uma tecnologia de fabricação bastante diversificada, e diferenças nas etapas de produção dão origem a distintos produtos. Assim, os queijos se diversificam quanto ao tipo de leite utilizado, à forma de coagulação, à adição ou não de culturas lácteas, bem como a cultura láctea utilizada, ao cozimento ou não da massa, ao tempo de maturação, entre outros fatores. Essas diferenças deram origem a 900 variedades de queijos produzidos no mundo. Desses, 400 são produzidos na França, país que mais se dedicou à arte de fabricação de queijos (CRUZ et al., 2017).

O primeiro produto lácteo produzido no Brasil foi o queijo, introduzido pelos colonizadores portugueses logo nos primeiros anos do Brasil Colônia. As primeiras indústrias possuíam instalações rudimentares, sendo possível fabricar basicamente queijos frescos ou de maturação rápida, como os queijos Minas Frescal e Padrão. No início do século XX, com a instalação de usinas de beneficiamento de leite, deu-se início a fabricação de creme de leite e manteiga. Embora a produção industrial de iogurtes no Brasil tenha se iniciado na mesma época, foi somente após a introdução dos iogurtes com sabor, nos anos de 1970, que a produção industrial de iogurtes começou a crescer, impulsionando o surgimento de outros tipos de leites fermentados. Mais recentemente, no início dos anos 2000, houve a incorporação de probióticos aos leites fermentados, o que possibilitou um avanço considerável na oferta de novos produtos lácteos com efeitos benéficos à saúde, além de sua riqueza nutricional (CRUZ et al., 2017).

Em 2015, o consumo de lácteos no Brasil alcançou o equivalente a 174 litros per capita, sendo que 39% desse consumo foi na forma de queijo, 19% na forma de leite UHT, 19% na forma de leite em pó e 23% na forma de outros produtos lácteos, entre eles os leites fermentados (ABLV, 2016). De acordo com a CONAB (2017), estima-se que até 2026 a produção de queijos no Brasil aumente em 20,5% em comparação ao ano de 2017, para o leite em pó integral estima-se um aumento de 49,1%, para o leite em pó desnatado 16,7% e para a manteiga um aumento de 14,7%.

Mudanças na logística de transporte de produtos lácteos, nas formulações de produtos, mercado de exportação e expectativas do consumidor resultaram em uma maior demanda por

produtos lácteos que atendem a altos padrões de qualidade e longo tempo de validade. Para fabricar produtos lácteos de alta qualidade, os processadores precisam de matéria-prima de alta qualidade, para isso, o leite deve possuir características físico-químicas de acordo com o regulamento técnico de identidade e qualidade, ser livre de aromas e odores desagradáveis, de resíduos de antibióticos, não deve ser adicionado de água ou outros adulterantes e ter baixas contagens de bactérias totais e células somáticas. Para garantir essa qualidade, o monitoramento do leite precisa ser realizado rotineiramente quando é recebido na unidade de beneficiamento de leite (MURPHY et al., 2016).

Os produtos lácteos representam uma parte importante da dieta humana em todo o mundo (BENKERROUM, 2016). Eles contribuem com nutrição de alta qualidade, através de altas concentrações de micro e macronutrientes com quantidades significativas de proteínas de alto valor biológico, cálcio, magnésio, selênio, riboflavina, zinco, iodo, vitamina B₁₂ e ácido pantotênico (RAZZA; KIM, 2018; SCHWINGSHACKL et al., 2016). Além disso, o consumo de produtos lácteos está associado à redução de doenças cardiovasculares e câncer, devido à presença de compostos antioxidantes, oligossacarídeos, bactérias probióticas, ácido linoleico conjugado, vitaminas e outros compostos bioativos (YOUSEFI; JAFARI, 2019; BALTHAZAR et al., 2018; DANTAS, et al. 2016).

2.2.1 Iogurte grego

O iogurte é um dos alimentos mais consumidos e comercializados do mundo. Do ponto de vista nutricional, é reconhecidamente um alimento saudável, pois é fonte de nutrientes essenciais como proteínas, vitamina B₂, B₆, B₁₂ e cálcio, por isso, vem sendo muito utilizado como um alimento funcional e nutracêutico (O'SULLIVAN et al., 2016).

Nos últimos anos, o iogurte tem sido um dos produtos lácteos que mais tem se destacado em relação ao seu consumo, devido seus benefícios nutricionais, que são maiores que os do próprio leite, o que o torna um produto de importância econômica (JRAD et al., 2018; ARYANA; OLSON, 2017). Diversos estudos estão sendo desenvolvidos com o iogurte grego, devido essa crescente popularidade que fez esse produto ocupar mais espaço nas prateleiras dos supermercados (ESMERINO et al., 2017).

Entretanto, a falta de padronização e definição de identidade através de legislações para a produção de iogurte tipo grego culminou no surgimento de diversas metodologias para obtenção desse produto comercialmente (GYAWALI; IBRAHIM, 2018). Em comparação com o iogurte natural, o iogurte grego possui maior valor nutritivo, também é mais saboroso e

cremoso, o que agrada os consumidores e agrega valor ao produto (UDUWERELLA; CHANDRAPALA; VASILJEVIC, 2017).

De acordo com a Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), que traça o padrão de identidade e qualidade de leites fermentados, entende-se por leites fermentados como sendo os produtos elaborados a partir de leite fluido, adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidos por coagulação e diminuição do pH do leite, ou leite reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de microrganismos específicos. Estes microrganismos específicos devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final durante seu prazo de validade (BRASIL, 2007).

A mesma Instrução Normativa também define iogurte como sendo o produto que atenda os padrões para leites fermentados, e que se caracteriza pela fermentação com cultivos protosimbóticos de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, aos quais se podem acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final (BRASIL, 2007).

A produção industrial de iogurte quando se iniciou, por volta de 1919, consistia na fervura do leite até que reduzisse a uma concentração entre 50 e 25% de seu volume inicial, seguido de resfriamento a 50 °C e inoculado de uma porção de iogurte fabricado anteriormente e deixado em repouso por 10 horas até ficar pronto. Já nos métodos atuais, com a modernização da indústria, o iogurte é preparado a partir de leite pasteurizado a 90° C pelo tempo de 5 minutos, seguido de resfriamento a 45 °C e inoculado com fermento biológico liofilizado composto pelos microrganismos *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, então o leite é fermentado até que atinja o pH 4.5, sendo em seguida resfriado a 20 °C, podendo ser saborizado ou não, e então envazado e armazenado sob refrigeração (ARYANA; OLSON, 2017).

A formação do gel é um fenômeno resultante da fabricação do iogurte. A coagulação do leite durante a produção do iogurte ocorre com a redução do pH, devido a produção de ácido pelos microrganismos *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, até atingir o ponto isoelétrico das caseínas, provocando a desestabilização das micelas de caseína e agregação das mesmas (SAH et al., 2016).

No processamento de iogurte, o pH reduz durante o período de fermentação, isso contribui para a conservação do produto, uma vez que parte da cultura microbiana patogênica e deteriorante não suportam a acidez e têm o seu desenvolvimento inibido. O fato de o iogurte

ser um produto em que há a adição de uma cultura *starter*, também contribui para a inibição do desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, pois, o fermento utilizado cresce em níveis elevados, competindo por substrato com a microbiota contaminante, afetando a sobrevivência destes (HERVERT et al., 2017).

O iogurte grego é um produto lácteo fermentado originalmente elaborado a partir do coágulo do iogurte com posterior drenagem do soro ácido, até que se alcance o teor de sólidos desejado na coalhada, podendo também o teor de sólidos ser alcançado com a adição de hidrocolóides ao leite (BUEHLER et al., 2018; GYAWALI; BRAHIM, 2016). Em indústrias mais modernas, o processo de drenagem (também conhecido como dessoragem) é realizado em um equipamento chamado centrífuga quark (MELETHARAYIL; METZGER; PATEL, 2016).

Esse produto é caracterizado pelo alto teor de proteína, geralmente em torno de 9 a 10%, podendo esse teor de proteína ser alcançado através da concentração que ocorre durante a dessoragem, como também pela adição de ingredientes lácteos, como concentrados proteicos (MOINEAU-JEAN et al., 2017).

Tecnologicamente, a adição de ingredientes lácteos secos, tais como leite em pó, soro de leite em pó e concentrados de caseína, são algumas das técnicas adotadas para se obter uma consistência mais espessa na elaboração do iogurte grego e diminuir a dessoragem, uma vez que a produção de soro ácido, além de diminuir o rendimento dos produtos, gera custos adicionais para a indústria de laticínios, dessa forma, alternativas que reduzem a geração de soro ácido, beneficiam diretamente a indústria (PHADUNGATH, 2015; MELETHARAYIL; METZGER; PATEL, 2016; GYAWALI; BRAHIM, 2016).

2.3 INHAME (*Dioscorea cayennensis*)

O inhame é um tubérculo do gênero *Dioscorea* que possui cerca de 600 espécies, das quais, entre as mais importantes e comestíveis está a *Dioscorea cayennensis* (AIGHEWI et al., 2015). Considerada um tubérculo resistente, é pouco susceptível ao ataque de pragas, o que reduz o uso de defensivos químicos nessa cultura (BERNARDO et al., 2018).

A cultura do inhame iniciou-se no extremo oriente mundial e com o passar do tempo se espalhou para o oeste (FERRARO et al., 2016). Esse tubérculo é bastante cultivado na África, Ásia e América Latina, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, sendo o

continente africano responsável por mais de 90% da produção mundial de inhame (HU et al., 2018; MAO et al., 2018; HORNUNG et al., 2018a).

De acordo com dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), estima-se que foram colhidos em 2017 aproximadamente 73 milhões de toneladas de inhame em 8,5 milhões de hectares no mundo. Nesse mesmo ano a Nigéria foi o país que mais produziu inhame, com uma produção de mais de 47 milhões de toneladas. Em 2017, no Brasil, 250.400 toneladas de inhame foram produzidas numa área de 25.800 hectares (FAOSTAT, 2017).

Apesar da Nigéria ser um grande produtor de inhame, seu processamento nesse país ainda é escasso, limitando à comercialização em sua forma *in natura*, devido à falta de melhorias na matéria-prima, utilização de tecnologias pós-colheita e falta de exploração dos potenciais desse tubérculo (OTEGBAYO et al., 2018).

O inhame é um vegetal comestível de alto valor nutricional, sendo uma excelente fonte de energia, é composto por proteínas, lipídeos, vitaminas, minerais sendo uma boa fonte de carboidratos, devido sua elevada concentração de amido. Para indivíduos de baixa renda, o inhame é considerado a segunda fonte de nutrientes mais importantes (BHATTACHARJEE et al., 2018; OLADEJI et al., 2016). Por ser um alimento nutritivo, a sua importância e popularidade precisam ser difundidas através de informações que evidenciem os compostos nutricionais presentes nele. O teor de antinutrientes no inhame é baixo, o que faz com que não haja interferência na absorção de nutrientes pelo organismo, e estudos mostram que quando submetido ao processamento, há uma redução no conteúdo desses antinutrientes, o que auxilia ainda mais na absorção de nutrientes (ADEPOJU; BOYEJO; ADENIJI, 2018).

Além de ter baixo teor de antinutrientes o inhame tem baixo teor de sódio e gordura e é rico em minerais, por isso é recomendado para o consumo independente de faixa etária ou sexo (ADEPOJU; BOYEJO; ADENIJI, 2018). É uma boa fonte de potássio, manganês, vitamina B₁, vitamina B₆, vitamina C e fibra dietética, sendo um dos alimentos mais populares e amplamente consumido no mundo e inclusive utilizado como alimento funcional (FERRARO et al., 2016; JU et al., 2016).

Devido seu auto teor de carboidrato, o inhame é considerado uma matéria-prima potencial para a obtenção de amido, com aplicação tanto em escala doméstica quanto industrial, pois, esse tubérculo possui em sua base seca 70% de amido (FALADE; AYETIGBO, 2017; HORNUNG et al., 2018b).

Os amidos são utilizados pela indústria de alimentos para melhorar a viscosidade, textura, aparência, solubilidade, prolongar a vida de prateleira e formar emulsificação. Nesse

sentido, vários estudos relacionados às propriedades físico-químicas e funcionais do amido e farinha de inhame vêm sendo realizados nos últimos anos (FALADE; AYETIGBO, 2015).

O inhame pode ser utilizado como uma fonte alternativa de amido, em substituição ao amido de milho, amido de batata e amido de mandioca, que são amidos convencionalmente comercializados e utilizados pela indústria de alimentos. Devido à demanda crescente da indústria de alimentos por amidos que apresentem aspectos tecnológicos específicos, a fim de melhorar as características dos produtos e oferecer alimentos com benefícios à saúde, uma vez que amidos de diferentes fontes de origem vegetal podem apresentar propriedades funcionais (OYEYINKA et al., 2018).

Outro fator que torna o amido natural de inhame uma alternativa potencial de exploração comercial é o alto custo associado ao processamento de amidos de outras fontes de origem vegetais atualmente disponíveis no mercado, por outro lado, ainda são escassas as informações disponíveis na literatura, relativas com os aspectos tecnológicos, como por exemplo, a retrogradação, do amido natural de inhame (MAO et al., 2018).

Estudos tem mostrado que o inhame possui compostos nutritivos e não nutritivos, e que esses compostos não nutritivos possuem propriedades bioativas. Portanto, o inhame é consumido tanto com fins nutricionais como medicinais, desde a pré-história, por possuir polissacarídeos, flavonoides, polifenóis, outros compostos bioativos e nutrientes dietéticos essenciais (YANG et al., 2015; FERRARO et al., 2016).

Na China, além de ser uma fonte de nutrientes, o inhame é utilizado como planta medicinal pela medicina tradicional chinesa, com efeitos fitoterápicos capaz de tratar diversos distúrbios (HUANG et al., 2016; NIU et al., 2017). O consumo de inhame está relacionado com efeitos benéficos ao pulmão, baço, estômago, rim e coração (LI et al., 2015; CHEN et al., 2017).

Esse vegetal pode ser consumido de diferentes formas, mesmo assim, a preparação caseira como a decocção é a mais comum, entretanto, mostra ter grande potencial para utilização na indústria de alimentos como já ocorre com outros tubérculos, que muitas vezes são processados gerando produtos secos (SHI et al., 2017; ADEPOJU; BOYEJO; ADENIJI, 2018). Dessa forma, o inhame pode ser utilizado na fabricação de farinha, flocos, batata frita, chips e amido, podendo esses produtos serem fabricados em escala doméstica ou industrial (WU et al., 2016; FERRARO et al., 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DA PESQUISA

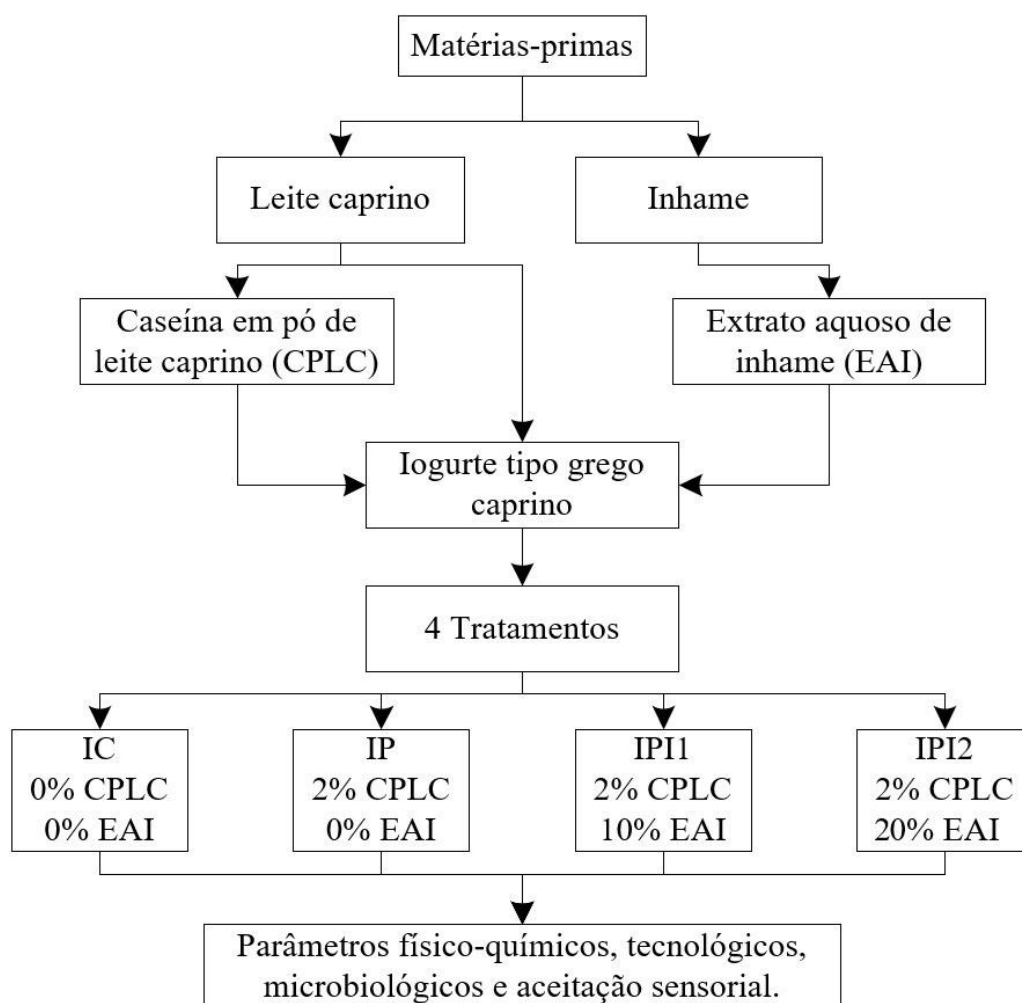
Os experimentos foram realizados no laboratório de Bioquímica, Genética e Radiobiologia – BioGeR, do Departamento de Biologia Molecular (DBM), Centro de Ciências Exatas e Naturais – CCEN, Universidade Federal da Paraíba (UFPB) – *Campus I* e no Centro Tecnológico do Queijo do Seridó (CTq) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) – *Campus Currais Novos*.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A pesquisa envolveu o desenvolvimento de quatro diferentes formulações de iogurte tipo grego caprino (Figura 1). As variáveis e as formulações são denominadas como:

- * **EAI** – extrato aquoso de inhame;
- * **CPLC** – caseína em pó de leite caprino.
- * **IC** – 100% de leite caprino.
- * **IP** – 100% de leite caprino e 2% de caseína em pó de leite caprino.
- * **IPI1** – 90% de leite caprino, 10% de extrato aquoso de inhame e 2% de caseína em pó de leite caprino.
- * **IPI2** – 80% de leite caprino, 20% de extrato aquoso de inhame e 2% de caseína em pó de leite caprino.

Para avaliar a influência do extrato aquoso de inhame e da caseína em pó de leite caprino nas características do iogurte tipo grego caprino, os quatro iogurtes tipo grego desenvolvidos (IC, IP, IPI1 e IPI2) foram submetidos a análises físico-químicas, tecnológicas, microbiológicas e sensoriais.

Figura 1: Delineamento experimental.

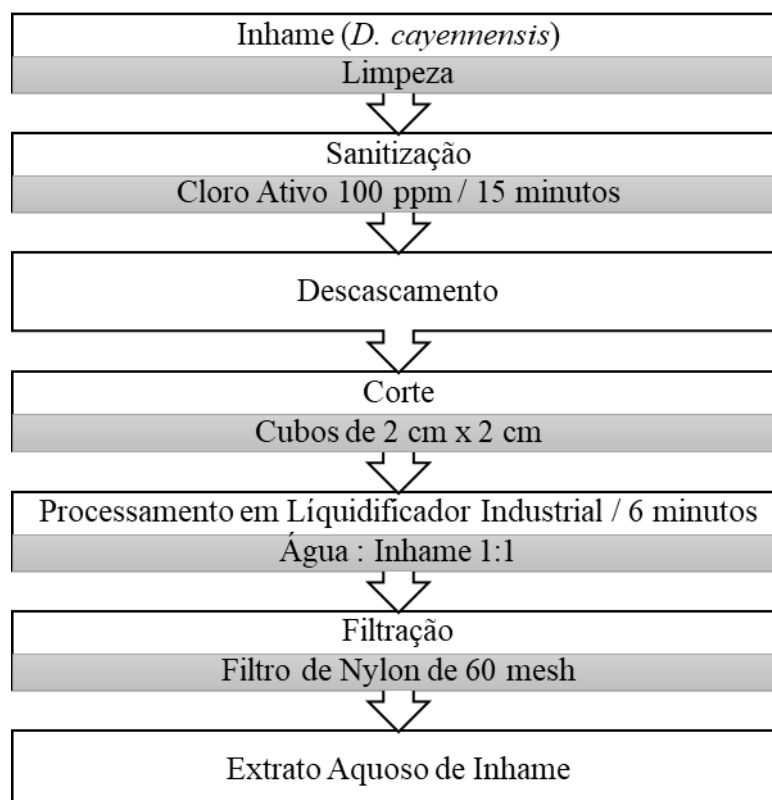
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

3.4 EXTRATO AQUOSO DE INHAME (*D. cayennensis*)

Os tubérculos do inhame *D. cayennensis*, foram adquiridos da estação experimental do Campus UFPB/Areia e encaminhados para o IFRN – Campus Currais Novos onde foram processados no Laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal.

Os tubérculos, previamente higienizados e descascados, passaram por um processo de trituração em liquidificador industrial, em uma relação inhame:água de 1:1 e um tempo de 6 minutos, seguido de separação por filtração, utilizando um filtro de nylon, conforme descrito por Sousa (2017), modificando o tempo de trituração, a concentração de água utilizada e a forma de separação. O material filtrado (extrato aquoso de inhame) foi utilizado para a produção do iogurte tipo grego caprino.

O processo de obtenção do extrato aquoso de inhame está descrito no Fluxograma 1.

Fluxograma 1: Extrato aquoso de inhame (*D. cayennensis*)

Fonte: Adaptado de Sousa (2017).

3.5 CASEÍNA EM PÓ DE LEITE CAPRINO

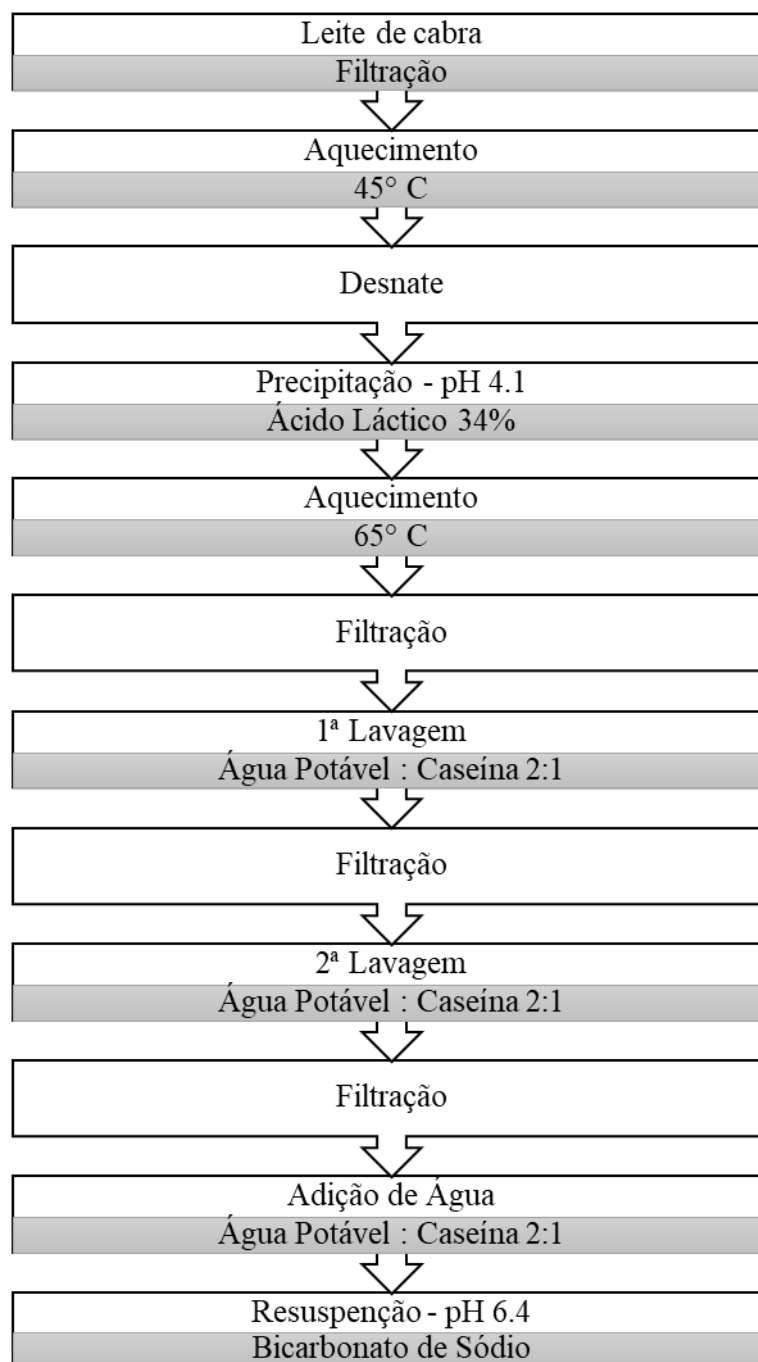
O leite de cabra utilizado na preparação da caseína em pó de leite caprino foi adquirido de produtores do município de Currais Novos e encaminhado para o IFRN – *Campus* Currais Novos, onde foi elaborada na Unidade Industrial-Escola de beneficiamento de leite.

3.5.1 Concentrado de caseína

O leite filtrado e desnatado foi adicionado de ácido láctico na concentração de 34% até que atingisse o pH 4,1, quando ocorre a precipitação da caseína do leite de cabra, seguido de aquecimento até 65 °C e filtração em filtro de nylon com abertura dos fios de 80 mesh, para separação da caseína e do soro. A fração caseínica foi lavada duas vezes com água para eliminação do resíduo de soro e filtrada, utilizando 2:1 (água: fração caseínica), em seguida a caseína foi diluída em água na proporção de 1:2, respectivamente, e ressuspensa com bicarbonato de sódio até atingir o pH 6,4, formando o concentrado de caseína.

O processo pode ser visualizado de forma dinâmica conforme o Fluxograma 2.

Fluxograma 2: Concentrado de caseína



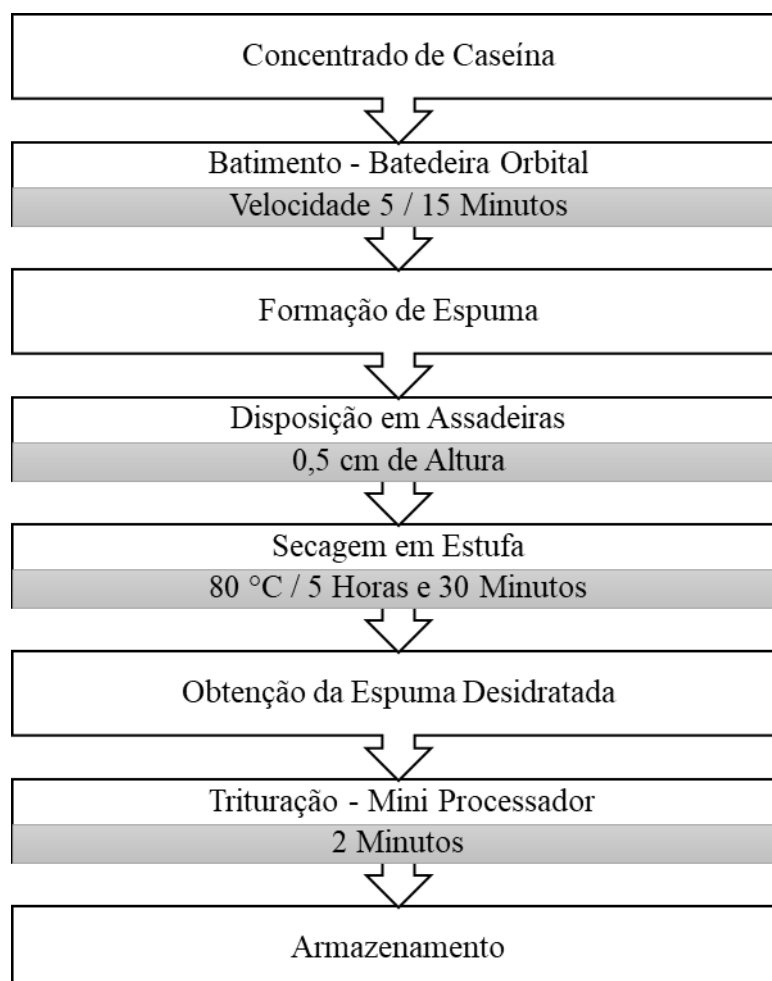
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

3.5.2 Secagem *foam-mat* do concentrado de caseína.

O concentrado de caseína produzido (seção 3.5.1) foi submetido à secagem *foam-mat*. O processo iniciou com o batimento do concentrado de caseína em batedeira orbital, utilizando o batedor para massas leves na velocidade 5 durante 15 minutos, até a formação de uma espuma espessa, que foi disposta em assadeiras de 0,5 cm de altura e postas em estufa de secagem regulada para 80 °C até desidratação do material. A espuma desidratada foi triturada em multiprocessador, utilizando a lâmina de triturar na velocidade turbo pelo tempo de 2 minutos, formando a caseína em pó de leite caprino, e armazenada em potes hermeticamente fechados até a utilização no iogurte tipo grego caprino. A metodologia utilizada foi de acordo com o descrito por Silva (2015), modificando o tempo de batimento, a altura das assadeiras e o tipo de batedeira utilizada.

O processo pode ser visualizado conforme o Fluxograma 3.

Fluxograma 3: Secagem *foam-mat* de concentrado de caseína.



Fonte: Adaptado de Silva (2015).

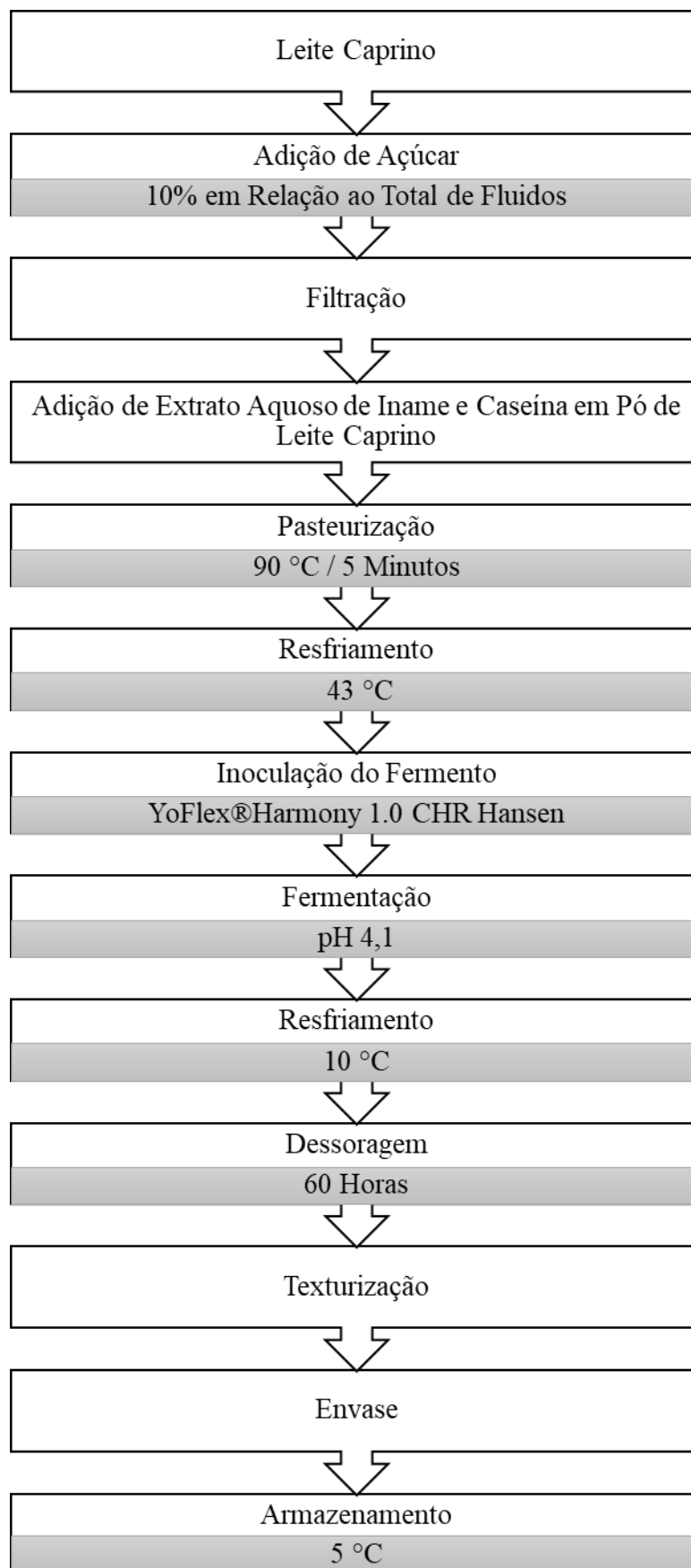
3.6 IOGURTE TIPO GREGO CAPRINO

Para a elaboração do iogurte tipo grego caprino foi utilizado leite caprino obtido de produtores do município de Currais Novos, extrato aquoso de inhame (seção 3.4), caseína em pó de leite caprino (seção 3.5) e açúcar, além do fermento YoFlex®Harmony 1.0 da CHR Hansen composto pelos microrganismos *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* e *Lactobacillus fermentum*.

O produto foi elaborado na Unidade Industrial-Escola de beneficiamento de leite no Centro Tecnológico do Queijo do Seridó (CTq) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) – *Campus* Currais Novos.

A metodologia de fabricação utilizada foi a descrita por Kilara e Chandan (2013), modificando o tempo e a temperatura de pasteurização, o tempo de dessoragem, a texturização e a temperatura de armazenamento do produto final. No processo produtivo, o leite foi adicionado de açúcar na quantidade de 10% em relação ao total de fluidos (leite e extrato aquoso de inhame), em seguida filtrado para retenção das impurezas contidas no açúcar e no leite, após isso, o leite com açúcar foi adicionado de extrato aquoso de inhame e caseína em pó de leite caprino, em seguida o leite contendo todos os insumos foi pasteurizado a 90 °C por 5 minutos com a finalidade de reduzir a carga microbiana patogênica e deteriorante e desnaturar os compostos antinutricionais presentes no extrato aquoso de inhame, em seguida o leite foi resfriado a 43 °C e o fermento inoculado para que ocorresse a acidificação do leite, até o iogurte atingir o pH 4,5, o fermento utilizado é composto pelos microrganismos *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* e *Lactobacillus fermentum*, logo após a fermentação o iogurte foi transferido para sacos de morim onde foi filtrado por 60 horas em câmara fria regulada para 10 °C, decorrido esse tempo o iogurte foi texturizado em batedeira orbital, utilizando o batedor para massas médias, na velocidade 3, durante 2 minutos, a fim de obter uma textura lisa, envazado em potes de 250 e 500 g e armazenados em câmara fria regulada para 5 °C, onde ficaram acondicionados até as avaliações físico-químicas, tecnológicas, microbiológicas e sensoriais.

A metodologia de fabricação pode ser visualizada conforme o fluxograma 4.

Fluxograma 4: Produção de iogurte tipo grego caprino.

Fonte: Adaptado de Kilara e Chandan (2013).

No desenvolvimento do iogurte tipo grego caprino, foram elaboradas 4 formulações que estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Formulações de iogurte tipo grego caprino.

IC	100% de leite caprino.
IP	100% de leite caprino e 2% de caseína em pó de leite caprino.
IPI1	90% de leite caprino, 10% de extrato aquoso de inhame e 2% de caseína em pó de leite caprino.
IPI2	80% de leite caprino, 20% de extrato aquoso de inhame e 2% de caseína em pó de leite caprino.

Fonte: Elaborado pelo autor

As formulações 2, 3 e 4 são as formulações alvo da pesquisa, já a formulação 1 serviu de controle para investigar a influência do extrato aquoso de inhame e da caseína em pó de leite caprino nas características dos produtos elaborados.

3.7 AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS E SENSORIAIS

Nas avaliações físico-químicas, as quatro formulações elaboradas foram submetidas aos testes descritos na seção 3.4.2, com o intuito de verificar como a adição do extrato aquoso de inhame e da caseína em pó de leite caprino afeta as características físico-químicas e tecnológicas dos produtos obtidos.

As avaliações microbiológicas e sensoriais foram aplicadas nas quatro formulações. As análises sensoriais foram realizadas após os testes microbiológicos para garantir a sua inocuidade, dessa forma, os padrões microbiológicos determinados pela Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007 - MAPA foram adotados. Após a análise foram novamente realizados os testes microbiológicos para verificar a inocuidade das amostras.

3.7.1 Amostragem

Na elaboração das formulações, foram produzidos 16 potes de 250 g e 12 potes de 500 g de iogurte tipo grego, para cada formulação. Os potes de 500 g foram destinados para realização de análise sensorial, sendo o seu conteúdo fracionado em copos descartáveis de 50 g no momento da análise sensorial, já os potes de 250 g foram destinados para realização das análises físico-químicas, tecnológicas e microbiológicas. Os potes destinados às análises físico-químicas, tecnológicas e microbiológicas foram selecionados aleatoriamente utilizando a planilha eletrônica *MS Excel*[®] 2013.

3.7.2 Análises físico-químicas

As amostras acondicionadas a 5 °C na Unidade Industrial-Escola do IFRN *Campus* Currais Novos, foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Alimentos do mesmo *Campus* e para o laboratório de Bioquímica, Genética e Radiobiologia do Departamento de Biologia Molecular (DBM) da UFPB – *Campus* I, onde foram realizadas as análises de pH (potencial hidrogeniônico), acidez em ácido láctico, sólidos totais, proteína, gordura e minerais. Todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata.

A análise de pH foi realizada em peagâmetro digital Thermo Scientific™ Orion Star™ A215, previamente calibrado e seguindo o manual de operação do fabricante. As análises de acidez em ácido láctico, sólidos totais, proteína, gordura e minerais foram realizadas com base nas metodologias descritas no livro *Official Methods of Analysis*, da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2016). A determinação de acidez em ácido láctico foi realizada por titulação e o resultado expresso em gramas de ácido láctico por cento m/m, segundo o método 920.124. A análise de sólidos totais foi feita por método gravimétrico em estufa com circulação de ar forçada, regulada a $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$, por 3 horas e 30 minutos, conforme o método 941.08. A análise de proteína foi realizada pelo método de micro Kjeldahl, descrito no método 930.33. A determinação de gordura foi realizada em butirômetro de Gerber, conforme o método 2000.18. O resultado foi expresso em percentual de gordura m/m. O teor de minerais foi determinado por incineração da amostra em mufla, com a formação de cinzas, a análise foi realizada de acordo com o método 935.42. O resultado foi expresso em percentual de cinzas m/m.

3.7.3 Análises tecnológicas

As amostras acondicionadas a 5 °C na Unidade Industrial-Escola do IFRN *Campus* Currais Novos, foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Alimentos do mesmo *Campus* e para o laboratório de Bioquímica, Genética e Radiobiologia do Departamento de Biologia Molecular (DBM) da UFPB – *Campus* I, onde foram realizadas as análises de rendimento, sinérese, capacidade de retenção de água, grãos e viscosidade. Todas as análises tecnológicas foram realizadas em triplicata.

A análise de rendimento foi baseada no peso inicial e peso final de cada formulação. O resultado foi expresso em percentual de rendimento m/m. A suscetibilidade a sinérese foi determinada pelo método de drenagem em funil e filtro de 120 mesh com coleta do drenado em proveta por 2 horas a 6 °C, conforme descrito por Hassan et al. (1996). O resultado foi expresso em percentual de sinérese v/m. A capacidade de retenção de água foi realizada a partir da centrifugação da amostra a 2268 G por 15 minutos a temperatura ambiente, de acordo com o método descrito por Harte et al. (2003). O resultado foi expresso em percentual de capacidade de retenção de água m/m. A análise de grãos foi realizada a partir da diluição da amostra e disposição em placa de petri, seguindo a metodologia descrita por Remeuf et al. (2003). Imagens dos conteúdos das placas de petri foram capturadas com auxílio de câmera digital e tratadas pelo software ImageJ. Os grãos com perímetro > 1 mm foram contabilizados. A análise de viscosidade foi realizada utilizando o viscosímetro digital DV-II Brookfield®, seguindo o manual de operação do fabricante, e o resultado foi expresso em cP a 25° C.

3.7.4 Avaliação microbiológica

Amostras das formulações acondicionadas a 5 °C na Unidade Industrial-Escola do IFRN *Campus* Currais Novos, foram encaminhadas para o Laboratório de Análise Microbiológica do mesmo *Campus*. As amostras foram submetidas às análises de Coliformes a 30 °C, Coliformes a 45 °C e bolores e leveduras, como determina a Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007 – MAPA.

A análise de coliformes a 30 °C e a 45 °C foi realizada com base no método 7.030 do Número Mais Provável (NMP), e a análise de bolores e leveduras com base no método 8.114, descritos no livro *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*, da American Public Health Association (APHA, 2004).

3.7.5 Análise sensorial

Amostras de 500 g das quatro formulações acondicionadas sob refrigeração na Unidade Industrial-Escola do IFRN *Campus* Currais Novos, foram encaminhadas para o Laboratório de Análise Sensorial do mesmo *Campus*, fracionadas em copos descartáveis de 50 g, e dessa forma foram oferecidos aos julgadores. As amostras foram submetidas a testes afetivos, recrutando-se 98 julgadores não treinados. As amostras passaram pelo teste de aceitação, teste de intenção de compra e teste de preferência. Antes da realização das análises o projeto foi submetido na Plataforma Brasil, sendo avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da UFPB sob o nº CAAE 12872519.4.0000.5188, com a finalidade de garantir que as normas éticas, resoluções e diretrizes regulamentadoras envolvendo pesquisa com seres humanos fossem respeitadas, garantindo os direitos, a dignidade, a segurança e o bem-estar dos participantes da pesquisa.

O teste de aceitação foi realizado por escala hedônica de 9 pontos, variando de “gostei muitíssimo” a “desgostei muitíssimo” com intermediário “nem gostei, nem desgostei”, onde foi avaliado a textura, cor, odor, sabor e avaliação global (VILLANUEVA; SILVA, 2009). O teste de intenção de compra foi avaliado em uma escala de 5 pontos, variando de “certamente compraria” a “certamente não compraria” com intermediário “talvez comprasse, talvez não comprasse” (CUNHA; VIOTTO; VIOTTO, 2006). O teste de preferência foi baseado na ordenação preferência, uma vez que se tratava de quatro amostras (IC, IP, IPI1 e IPI2), onde o julgador manifestou e ordenou a sua preferência entre as mesmas (VENTURINI et al., 2011).

3.7.6 Análises estatísticas

Os resultados das análises foram tratados estatisticamente aplicando-se o desvio padrão, ANOVA e Teste de Tukey, para confiabilidade e comparação dos resultados. Para isso foi utilizada a planilha eletrônica *MS Excel*® 2013 e o *software* Action Stat. Para a análise de ordenação preferência o tratamento estatístico foi realizado através do teste de Friedman utilizando a tabela de Newell e MacFarlane para verificar se há ou não diferença significativa entre as amostras

Os resultados também foram avaliados por meio de análise multivariada, na qual os resultados dos parâmetros físico-químicos e tecnológicos foram submetidos a análise de componentes principais (ACP). Os dois primeiros componentes principais foram definidos a partir dos *loadings* (cargas) da ACP. Essa análise foi realizada utilizando o *software* PAST.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-HAMID, M.; OTTE, J.; GOBBA, C.; HAMED, E. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity and antioxidant capacity of bioactive peptides derived from enzymatic hydrolysis of buffalo milk proteins. **International Dairy Journal**, v. 66, p. 91-98, 2017.
- ABLV. **Produção, Destinação, Disponibilidade e Consumo de Leite – Brasil – 2015**. 2016. Disponível em: <<http://www.terraaviva.com.br/site/estat/panorama/Pconsbra.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2019.
- ADEPOJU, O. T.; BOYEJO, O.; ADENIJI, P. O. Effects of processing methods on nutrient and antinutrient composition of yellow yam products. **Food Chemistry**, 2018.
- AHMED, A. S.; EL-BASSIONY, T.; ELMALT, L. M.; IBRAHIM, H. R. Identification of potent antioxidant bioactive peptides from goat milk proteins. **Food Research International**, v. 74, p. 80-88, 2015.
- AIGHEWI, B. A.; ASIEDU, R.; MAROYA, N.; BALOGUN, M. Improved propagation methods to raise the productivity of yam. **Food Security**, v. 7, n. 4, p. 823-834, 2015.
- ALMEIDA JÚNIOR, W. L. G.; FERRARI, I. S.; SOUZA, J. V.; SILVA, C. D. A.; COSTA, M. M.; DIAS, F. S. Characterization and evaluation of lactic acid bacteria isolated from goat milk. **Food Control**, v. 53, p. 96-103, 2015.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. APHA. Standard Methods for the Examination of Dairy Products. 17. ed. Washington, DC. 2004.
- ARYANA, K. J.; OLSON, D. W. A 100-year review: Yogurt and other cultured dairy products. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, p. 9987-10013, 2017.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. **Official Methods of Analysis**. 20. ed. Rockville. 2016.
- BALTHAZAR, C. F.; ESMERINO, E. A.; ROCHA, R. S.; MORAES, J.; CARMO, M. A. V.; AZEVEDO, L.; CAMPS, I.; ABUD, Y. K. D.; SANT'ANNA, C.; FRANCO, R. M.; FREITAS, M. Q.; SILVA, M. C.; RAICES, R. S. L.; ESCHER, G. B.; GRANATO, D.; RANADHEERA, C. S.; NAZARRO, F.; CRUZ, A. G. The addition of inulin and *Lactobacillus casei* 01 in sheep milk ice cream. **Food Chemistry**, v. 246, p. 464-472, 2018.
- BELTRÁN, M. C.; BERRUGA, M. I.; MOLINA, A.; ALTHAUS, R. L.; MOLINA, M. P. Performance of current microbial tests for screening antibiotics in sheep and goat milk. **International Dairy Journal**, v. 41, p. 13-15, 2015.
- BENKERROUM, N. Biogenic amines in dairy products: origin, incidence, and control means. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 15, n. 4, p. 801-826, 2016.
- BERNARDO, C. O.; ASCHERI, J. L. R.; CHÁVEZ, D. W. H.; CARVALHO, C. W. P. Ultrasound Assisted Extraction of Yam Starch: Effect on Morphology and Functional Properties. **Starch**, v. 70, n. 5-6, p. 1700185, 2018.

BHATTACHARJEE, R.; NWADILI, C. O.; SASKI, C. A.; PATERNE, A.; SCHEFFLER, B. E.; AUGUSTO, J.; LOPEZ-MONTES, A.; ONYEKA, J. T.; KUMAR, P. L.; BANDYOPADHYAY, R. An EST-SSR based genetic linkage map and identification of QTLs for anthracnose disease resistance in water yam. **PloS One**, v. 13, n. 10, p. e0197717, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados**. Instrução Normativa n. 46 de 23 de outubro de 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite de Cabra**. Instrução Normativa n. 37 de 31 de outubro de 2000.

BUEHLER, A. J.; MARTIN, N. H.; BOOR, K. J.; WIEDMANN, M. Evaluation of biopreservatives in greek yogurt to inhibit yeast and mold spoilage and development of a yogurt spoilage predictive model. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 12, p. 10759-10774, 2018.

CHEN, C. T.; WANG, Z. H.; HSU, C. C.; LIN, H. H.; CHEN, J. H. Taiwanese and Japanese yam extracts attenuate doxorubicin-induced cardiotoxicity in mice. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 25, n. 4, p. 872-880, 2017.

CHEN, D.; ZHAO, X.; LI, X.; WANG, J.; WANG, C. Milk compositional changes of Laoshan goat milk from partum up to 261 days postpartum. **Animal Science Journal**, v. 89, n. 9, p. 1355-1363, 2018.

CHIU, C. S.; DENG, J. S.; CHANG, H. Y.; CHEN, Y. C.; LEE, M. M.; HOU, W. C.; LEE, C. Y.; HUANG, S. S.; HUANG, G. J. Antioxidant and anti-inflammatory properties of Taiwanese yam and its reference compounds. **Food Chemistry**, v. 141, n. 2, p. 1087-1096, 2013.

CLARK, S.; GARCÍA, M. B. M. A 100-Year Review: Advances in goat milk research. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, p. 10026-10044, 2017.

CONAB. **Perspectivas para a agropecuária**: safra 2017/2018. 5. ed. Brasília: 2017. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/perspectivas-para-a-agropecuaria>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

CRUZ, A. G.; ZACARCHENCO, P. B.; OLIVAEIRA, C. A. F.; CORASSIN, C. H. **Processamento de Produtos Lácteos**: Queijos, Leites Fermentados, Bebidas Lácteas, Sorvete, Manteiga, Creme de Leite, Doce de Leite, Soro em Pó e Lácteos Funcionais. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

CUNHA, C. R.; VIOTTO, W. H.; VIOTTO, L. A. Use of low concentration factor ultrafiltration retentates in reduced fat “Minas Frescal” cheese manufacture: Effect on composition, proteolysis, viscoelastic properties and sensory acceptance. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 3, p. 215-224, 2006.

ÇEKİÇ, S. D.; DEMİR, A.; BASKAN, K. S.; TÜTEM, E.; APAK, R. Determination of total antioxidant capacity of milk by CUPRAC and ABTS methods with separate characterisation of milk protein fractions. **Journal of Dairy Research**, v. 82, n. 2, p. 177-184, 2015.

DANTAS, A. B.; JESUS, V. F.; SILVA, R.; ALMADA, C. N.; ESMERINO, E. A.; CAPPATO, L. P.; SILVA, M. C.; RAICES, R. S. L.; CAVALCANTI, R. N.; CARVALHO, C. C.; SANT'ANA, A. S.; BOLINI, H. M. A.; FREITAS, M. Q.; CRUZ, A. G. Manufacture of probiotic Minas Frescal cheese with *Lactobacillus casei* Zhang. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 1, p. 18-30, 2016.

DUFIE, W. M. F.; ODURO, I.; ELLIS, W. O.; ASIEDU, R.; DIXON, B. M. Potential health benefits of water yam. **Food & Function**, v. 4, n. 10, p. 1496-1501, 2013.

ESMERINO, E. A.; TAVARES FILHO, E. R.; CARR, B. T.; FERRAZ, J. P.; SILVA, H. L. A.; PINTO, L. P. F.; FREITAS, M. Q.; CRUZ, A. G.; BOLINI, H. M. A. Consumer-based product characterization using Pivot Profile, Projective Mapping and Check-all-that-apply (CATA): A comparative case with Greek yogurt samples. **Food Research International**, v. 99, p. 375-384, 2017.

ESPEJO-CARPIO, F. J.; PÉREZ-GÁLVEZ, R.; GUADIX, A.; GUADIX, E. M. Artificial neuronal networks (ANN) to model the hydrolysis of goat milk protein by subtilisin and trypsin. **Journal of Dairy Research**, v. 85, n. 3, p. 339-346, 2018.

ESPEJO-CARPIO, F. J.; GARCÍA-MORENO, P. J.; PÉREZ-GÁLVEZ, R.; MORALES-MEDINA, R.; GUADIX, A.; GUADIX, E. M. Effect of digestive enzymes on the bioactive properties of goat milk protein hydrolysates. **International Dairy Journal**, v. 54, p. 21-28, 2016.

FALADE, K. O.; AYETIGBO, O. E. Effects of annealing, acid hydrolysis and citric acid modifications on physical and functional properties of starches from four yam cultivars. **Food Hydrocolloids**, v. 43, p. 529-539, 2015.

FALADE, K. O.; AYETIGBO, O. E. Effects of tempering (annealing), acid hydrolysis, low-citric acid substitution on chemical and physicochemical properties of starches of four yam cultivars. **Journal of Food Science and Technology**, p. 1-12, 2017.

FERNÁNDEZ, M.; HUDSON, J. A.; KORPELA, R.; REYES-GAVILÁN, C. G. Impact on human health of microorganisms present in fermented dairy products: an overview. **BioMed Research International**, 2015.

FERRARO, V.; PICCIRILLO, C.; TOMLINS, K.; PINTADO, M. E. Cassava and yam crops and their derived foodstuffs: safety, security and nutritional value. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 16, p. 2714-2727, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT. **Data**. Production: Crops. 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 26 abr. 2019.

GALITSOPOULOU, A.; MICHAELIDOU, A. M.; MENEXES, G.; ALICHANIDIS, E. Polyamine profile in ovine and caprine colostrum and milk. **Food Chemistry**, v. 173, p. 80-85, 2015.

GURSEL, A.; GUROSY, 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, n. 4, p. 2694-2703, 2016.

GYAWALI, R.; IBRAHIM, S. A. Addition of pectin and whey protein concentrate minimises the generation of acid whey in greek-style yogurt. **Journal of Dairy Research**, v. 85, n. 2, p. 238-242, 2018.

GYAWALI, R.; IBRAHIM, S. A. Effects of hydrocolloids and processing conditions on acid whey production with reference to greek yogurt. **Trends in Food Science & Technology**, v. 56, p. 61-76, 2016.

HARTE, F.; LUEDECKE, L.; SWANSON, B.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Low-fat set yogurt made from milk subjected to combinations of high hydrostatic pressure and thermal processing. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 4, p. 1074-1082, 2003.

HASSAN, A. N.; FRANK, J. F.; SCHMIDT, K. A.; SHALABI, S. I. Textural properties of yogurt made with encapsulated nonropy lactic cultures. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 12, p. 2098-2103, 1996.

HERVERT, C. J.; MARTIN, N. H.; BOOR, K. J.; WIEDMANN, M. Survival and detection of coliforms, enterobacteriaceae, and gram-negative bacteria in greek yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 2, p. 950-960, 2017.

HODGKINSON, A. J.; WALLACE, O. A. M.; BOGGS, I.; BROADHURST, M.; PROSSER, C. G. Gastric digestion of cow and goat milk: Impact of infant and young child in vitro digestion conditions. **Food Chemistry**, v. 245, p. 275-281, 2018.

HORNUNG, P. S.; BARBI, R. C. T.; TEIXEIRA, G. L.; ÁVILA, S.; SILVA, F. L. A.; LAZZAROTTO, M.; SILVEIRA, J. L. M.; BETA, T.; RIBANI, R. H. Brazilian Amazon white yam starch. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 134, n. 3, p. 2075-2088, 2018a.

HORNUNG, P. S.; ÁVILA, S.; MASISI, K.; MALUNGA, L. N.; LAZZAROTTO, M.; SCHNITZLER, E.; RIBANI, R. H.; BETA, T. Green development of biodegradable films based on native yam starch mixtures. **Starch**, v. 70, n. 5-6, 2018b.

HSU, C. L.; CHEN, W.; WENG, Y. M.; TSENG, C. Y. Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. **Food Chemistry**, v. 83, n. 1, p. 85-92, 2003.

HU, G. J.; ZHAO, Y.; GAO, O.; WANG, X. W.; ZHANG, J. W.; PENG, X.; TANOKURA, M.; XUE, Y. L. Functional properties of Chinese yam soluble protein. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 381-388, 2018.

HUANG, H.; JIANG, Q.; CHEN, Y.; LI, X.; MAO, X.; CHEN, X.; HUANG, L.; GAO, W. Preparation, physico-chemical characterization and biological activities of two modified starches from yam. **Food Hydrocolloids**, v. 55, p. 244-253, 2016.

INGLINGSTAD, R. A.; EKNAES, M.; BRUNBORG, L.; MESTAWET, T.; DEVOLD, T. G.; VEGARUD, G. E.; SKEIE, S. B. Norwegian goat milk composition and cheese quality: The influence of lipid supplemented concentrate and lactation stage. **International Dairy Journal**, v. 56, p. 13-21, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Nossos Sites**. Sidra. Censo Agropecuário 2017: Número de estabelecimentos agropecuários com caprinos, Efetivos, Venda e Produção de leite, por direção dos trabalhos do estabelecimento agropecuário, origem da orientação técnica recebida e grupos de área total - resultados preliminares 2017. 2018. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6719>>. Acesso em: 12 mar. 2019

JENNESS, R. Composition and characteristics of goat milk: review 1968– 1979. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 10, p. 1605-1630, 1980.

JIA, R.; CHEN, H.; CHEN, H.; DING, W. Effects of fermentation with *Lactobacillus rhamnosus* GG on product quality and fatty acids of goat milk yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 1, p. 221-227, 2016.

JRAD, Z.; OUSSAIEF, O.; BOUHEMDA, T.; KHORCHANI, T.; EL-HATMI, H. Potential effects of ultrafiltration process and date powder on textural, sensory, bacterial viability, antioxidant properties and phenolic profile of dromedary greek yogurt. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 54, n. 3, p. 854-861, 2018.

JU, H. Y.; LAW, C. L.; FANG, X. M.; XIAO, H. W.; LIU, Y. H.; GAO, Z. J. Drying kinetics and evolution of the sample's core temperature and moisture distribution of yam slices during convective hot-air drying. **Drying Technology**, v. 34, n. 11, p. 1297-1306, 2016.

JU, Y.; XUE, Y.; HUANG, J.; ZHAI, Q.; WANG, X. H. Antioxidant Chinese yam polysaccharides and its pro-proliferative effect on endometrial epithelial cells. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 66, p. 81-85, 2014.

KILARA, A.; CHANDAN, R. C. Greek-style yogurt and related products. **Manufacturing Yogurt and Fermented Milks**, p. 297-318, 2013.

KONDYLI, E.; PAPPA, E. C.; SVARNAS, C. Ripening changes of the chemical composition, proteolysis, volatile fraction and organoleptic characteristics of a white-brined goat milk cheese. **Small Ruminant Research**, v. 145, p. 1-6, 2016.

KUKOVICS, S. **Goat Science**. 1. ed. Londres: IntechOpen, 2018.

LEITNER, G.; LAVON, Y.; MATZRAFI Z.; BENUN, O.; BEZMAN, D.; MERIN, U. Somatic cell counts, chemical composition and coagulation properties of goat and sheep bulk tank milk. **International Dairy Journal**, v. 58, p. 9-13, 2016.

LIU, Y.; LI, H.; FAN, Y.; MAN, S.; LIU, Z.; GAO, W.; WANG, T. Antioxidant and antitumor activities of the extracts from Chinese yam flesh and peel and the effective compounds. **Journal of Food Science**, v. 81, n. 6, p. H1553-H1564, 2016.

LI, Q.; ZHANG, L.; YE, Y.; GAO, Q. Effect of salts on the gelatinization process of Chinese yam starch with digital image analysis method. **Food Hydrocolloids**, v. 51, p. 468-475, 2015.

MAGALHAES, A. U.; TORRE, A. C. G. D. Chemical composition and sensory analysis of greek yogurt traded in the south of the state of Minas Gerais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 73, n. 1, p. 10-18, 2018.

MAL, G.; SINGH, B.; MANE, B. G.; SHARMA, V.; SHARMA, R.; BHAR, R.; DHAR, J. B. Milk composition, antioxidant activities and protein profile of Gaddi goat milk. **Journal of Food Biochemistry**, v. 42, n. 6, 2018.

MAO, X.; LU, J.; HUANG, H.; GAO, X.; ZHENG, H.; CHEN, Y.; LI, X.; GAO, W. Four types of winged yam resistant starches and their effects on ethanol-induced gastric injury in vivo. **Food Hydrocolloids**, v. 85, p. 21-29, 2018.

MELETHARAYIL, G. H.; METZGER, L. E.; PATEL, H. A. Influence of hydrodynamic cavitation on the rheological properties and microstructure of formulated greek-style yogurts. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 11, p. 8537-8548, 2016.

MOINEAU-JEAN, A.; GUÉVREMONT, E.; CHAMPAGNE, C. P.; ROY, D.; RAYMOND, Y.; LAPOINT, G. Fate of escherichia coli and kluyveromyces marxianus contaminants during storage of greek-style yogurt produced by centrifugation or ultrafiltration. **International Dairy Journal**, v. 72, p. 36-43, 2017.

MONTALBANO, M.; SEGRETO, R.; GERLANDO, R. D.; MASTRANGELO, S.; SARDINA, M. T. Quantitative determination of casein genetic variants in goat milk: application in girgentana dairy goat breed. **Food Chemistry**, v. 192, p. 760-764, 2016.

MORENO-MONTORO, M.; OLALLA-HERRERA, M.; RUFIÁN-HENARES, J. A.; MARTÍNEZ, R. G.; MIRALLES, B.; BERGILLOS, T.; NAVARRO-ALARCÓN, M.; JAUREGI, P. Antioxidant, ACE-inhibitory and antimicrobial activity of fermented goat milk: activity and physicochemical property relationship of the peptide components. **Food & Function**, v. 8, n. 8, p. 2783-2791, 2017.

MORENO-MONTORO, M.; OLALLA, M.; GIRMÉNEZ-MARTÍNEZ, R.; BERGILLOS-MECA, T.; RUIZ-LÓPEZ, M. D.; CABRERA-VIQUE, C.; ARTACHO, R.; NAVARRO-ALARCÓN, M. Ultrafiltration of skimmed goat milk increases its nutritional value by concentrating nonfat solids such as proteins, Ca, P, Mg, and Zn. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 11, p. 7628-7634, 2015.

MURPHY, S. C.; MARTIN, N. H.; BARBANO, D. M.; WIEDMANN, M. Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield?. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 12, p. 10128-10149, 2016.

NESPOLO C. R.; OLIVEIRA, F. A.; PINTO, F. S. T.; OLIVEIRA, F. C. **Práticas em Tecnologia de Alimentos**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

NIU, X.; HE, Z.; LI, W.; WANG, X.; ZHI, W.; LIU, W.; QI, L. Immunomodulatory activity of the glycoprotein isolated from the Chinese yam. **Phytotherapy Research**, v. 31, n. 10, p. 1557-1563, 2017.

NÚÑEZ-SÁNCHEZ, N.; MARTÍNEZ-MARÍN, A. L.; POLVILHO, O.; VERNÁNDEZ-CABANÁS, V. M.; CARRIZOSA, J. URRUTIA, B.; SERRADILLA, J. M. Near infrared spectroscopy (NIRS) for the determination of the milk fat fatty acid profile of goats. **Food Chemistry**, v. 190, p. 244-252, 2016.

OLADEJI, A. E.; BUSSIE, M. D.; ROMAN, F. M.; IBIRONKE, P.; ROBERT, A.; THERESE, G. Characterization and classification of the provitamin A carotenoids of deep yellow-fleshed bitter yam varieties. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 4, n. 10, p. 640-645, 2016.

O'SULLIVAN, A. M.; O'GRADY, M. N.; O'CALLAGHAN, Y. C.; SMYTH, T. J.; O'BRIEN, N. M.; KERRY, J. P. Seaweed extracts as potential functional ingredients in yogurt. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 37, p. 293-299, 2016.

OTEGBAYO, B. O.; OGUNNIYAN, D. J.; OLUNLADE, B. A.; ORONIRAN, O. O.; ATOBATELE, O. E. Characterizing genotypic variation in biochemical composition, anti-nutritional and mineral bioavailability of some Nigerian yam land races. **Journal of food science and technology**, v. 55, n. 1, p. 205-216, 2018.

OYEYINKA, S. A.; ADELEKE, O. F.; DAUDA, A. O.; ABIODUN, O. A.; KAYODE, R. M. O.; ADEIJUVITAN, J. A. Flour composition and physicochemical properties of white and yellow bitter yam starches. **Industrial Crops and Products**, v. 120, p. 135-139, 2018.

PARK, Y. W. Goat milk—chemistry and nutrition. **Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals**, p. 42-83, 2017.

PARK, Y. W.; HAENLEIN, G. F. W. Goat milk, its products and nutrition. **Handbook of Food Products Manufacturing**, p. 449-488, 2007.

PERNA, A.; SOMINETTI, A.; GRASSI, G.; GAMBACORTA, E. Effect of α S1-casein genotype on phenolic compounds and antioxidant activity in goat milk yogurt fortified with rhus coriaria leaf powder. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 9, p. 7691-7701, 2018.

PHADUNGATH, C. Greek-style yogurt and its application in cheesecake. **International Journal of Food Engineering**, v. 1, n. 1, p. 13-17, 2015.

PICON, A.; GARDE, S.; ÁVILA, M.; NUÑEZ, M. Microbiota dynamics and lactic acid bacteria biodiversity in raw goat milk cheeses. **International Dairy Journal**, v. 58, p. 14-22, 2016.

PLÉ, C.; BRETON, J.; DANIEL, C.; FOLIGNÉ, B. Maintaining gut ecosystems for health: Are transitory food bugs stowaways or part of the crew?. **International Journal of Food Microbiology**, v. 213, p. 139-143, 2015.

POUTZALIS, S.; ANASTASIADOU, A.; NASOPOULOU, C.; MEGALEMOU, K.; SIORIKI, E.; ZABETAKIS, I. Evaluation of the in vitro anti-atherogenic activities of goat milk and goat dairy products. **Dairy Science & Technology**, v. 96, n. 3, p. 317-327, 2016.

RAMOS FILHO, M. M.; RAMOS, M. I. L.; HIANE, P. A.. Chemical evaluation of taro cultivated in the flood plains of Mato Grosso do Sul Pantanal Region (Brazil). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 15, n. 2, 1997.

RANI, S.; POOJA, K.; PAL, G. K. Exploration of potential angiotensin converting enzyme inhibitory peptides generated from enzymatic hydrolysis of goat milk proteins. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 11, p. 83-88, 2017.

RAZA, N.; KIM, K. H.. Quantification techniques for important environmental contaminants in milk and dairy products. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 98, p. 79-94, 2018.

REMEUF, F.; MOHAMMED, S.; SODINI, I.; TISSIER, J. P. Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yogurt. **International Dairy Journal**, v. 13, n. 9, p. 773-782, 2003.

RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, S. D. A. Specialty products made from goat milk. **Small Ruminant Research**, v. 89, n. 2-3, p. 225-233, 2010.

SAH, B. N. P.; VASILJEVIC, T.; MCKECHNIE, S.; DONKOR, O. N. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. **LWT-Food Science and Technology**, v. 65, p. 978-986, 2016.

SCHWINGSHACKL, L.; HOFFMANN, G.; SCHWEDHELM, C.; KALLE-UHLMANN, T.; MISSBACH, B.; KNÜPPEL, S.; BOEING, H. Consumption of dairy products in relation to changes in anthropometric variables in adult populations: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. **PLoS One**, v. 11, n. 6, p. e0157461, 2016.

SHI, K.; WU, X.; MA, J.; ZHANG, J.; ZHOU, L.; WANG, H.; LI, L. Effects of planting and processing modes on the degradation of dithianon and pyraclostrobin in Chinese yam. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, n. 48, p. 10439-10444, 2017.

SILVA, C. S. Azevedo. **Desidratação de molho de tomate caseiro pelo método foam-mat**. 2015. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Currais Novos, 2015.

SILVA, F. F. P.; BISCOLA, V.; LEBLANC, J. G.; FRANCO, B. D. G. M. Effect of indigenous lactic acid bacteria isolated from goat milk and cheeses on folate and riboflavin content of fermented goat milk. **LWT-Food Science and Technology**, v. 71, p. 155-161, 2016.

SOUSA, A.; ARAÚJO, F.; SÁ, G. S.; SILVA, N. G.; BEZERRA, K.; GADELHA, C. Phytochemical characterization of the protein fraction dioscorine, obtained from tubers of *Dioscorea cayennensis*. In: MOL2NET 2016, International Conference on Multidisciplinary Sciences, 2., 2016.

- SOUSA, A. P. **Obtenção da fração proteica dioscorina de inhame (*Dioscorea cayennensis*): caracterização bioquímica e atividades biológicas.** 2017. 59f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.
- UDUWERELLA, G.; CHANDRAPALA, J.; VASILJEVIC, T. Minimising generation of acid whey during greek yoghurt manufacturing. **Journal of Dairy Research**, v. 84, n. 3, p. 346-354, 2017.
- ULUKO, H.; ZHANG, S.; LIU, L.; TSAKAMA, M.; LU, J.; LV, J. Effects of thermal, microwave, and ultrasound pretreatments on antioxidative capacity of enzymatic milk protein concentrate hydrolysates. **Journal of Functional Foods**, v. 18, p. 1138-1146, 2015.
- VENTURINI, A. C.; CAVENAGHI, A. D.; CASTILLO, C. J. C.; QUIÑONES, E. M. Sensory and microbiological evaluation of uncured fresh chicken sausage with reduced fat content. **Food Science and Technology**, v. 31, n. 3, p. 629-634, 2011.
- VERRUCK, S.; DANTAS, A.; PRUDENCIO, E. S. Functionality of the components from goat's milk, recent advances for functional dairy products development and its implications on human health. **Journal of Functional Foods**, v. 52, p. 243-257, 2019.
- VILLANUEVA, N. D. M.; SILVA, M. A. A. P. Comparative performance of the nine-point hedonic, hybrid and self-adjusting scales in the generation of internal preference maps. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 1, p. 1-12, 2009.
- XING, X.; ZHANG, Y.; WU, Q.; WANG, X.; GE, W.; WU, C. Prevalence and characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from goat milk powder processing plants. **Food Control**, v. 59, p. 644-650, 2016.
- XU, M.; WEI, L.; DAI, Z.; ZHANG, Y.; LI, Y.; WANG, J. Effects of goat milk-based formula on development in weaned rats. **Food & Nutrition Research**, v. 59, n. 1, p. 28610, 2015.
- WANG, H.; WANG, C.; WANG, M.; GUO, M. Chemical, physiochemical, and microstructural properties, and probiotic survivability of fermented goat milk using polymerized whey protein and starter culture Kefir Mild 01. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 11, p. 2650-2658, 2017.
- WU, Z. G.; JIANG, W.; NITIN, M.; BAO, X. B.; CHEN, S. L.; TAO, Z. M. Characterizing diversity based on nutritional and bioactive compositions of yam germplasm commonly cultivated in China. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 24, n. 2, p. 367-375, 2016.
- YANG, W.; WANG, Y.; LI, X.; YU, P. Purification and structural characterization of Chinese yam polysaccharide and its activities. **Carbohydrate Polymers**, v. 117, p. 1021-1027, 2015.
- YAO, Y.; ZHAO, G.; YAN, Y.; MU, H.; JIN, Q.; ZOU, X.; WANG, X. Milk fat globules by confocal raman microscopy: Differences in human, bovine and caprine milk. **Food Research International**, v. 80, p. 61-69, 2016.

YOUSEFI, M.; JAFARI, S. M.. Recent advances in application of different hydrocolloids in dairy products to improve their techno-functional properties. **Trends in Food Science & Technology**, 2019.

ZHANG, Y.; CHEN, R.; ZUO, F.; MA, H.; ZHANG, Y.; CHEN, S. Comparison of dipeptidyl peptidase IV-inhibitory activity of peptides from bovine and caprine milk casein by in silico and in vitro analyses. **International Dairy Journal**, v. 53, p. 37-44, 2016.

ZHANG, T.; MCCARTHY, J.; WANG, G.; LIU, Y.; GUO, M. Physiochemical properties, microstructure, and probiotic survivability of nonfat goats' milk yogurt using heat-treated whey protein concentrate as fat replacer. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 4, p. M788-M794, 2015a.

ZHANG, Y.; CHEN, R.; MA, H.; CHEN, S. Isolation and identification of dipeptidyl peptidase IV-inhibitory peptides from trypsin/chymotrypsin-treated goat milk casein hydrolysates by 2D-TLC and LC-MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 40, p. 8819-8828, 2015b.

4 RESULTADOS

A apresentação dos resultados obtidos nos experimentos foi realizada em forma de artigos, de acordo com as normas estabelecidas pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFPB (Norma Complementar nº 03/2011).

ARTIGO I: Influence of aqueous yam extract and goat milk casein powder on the characteristics of goat greek-style yogurt.

Submetido: Food Hydrocolloids; Fator de Impacto: 5.839

ARTIGO II: Goat Greek-style yogurt, added of aqueous yam extract and goat milk casein powder: microbiological evaluation and sensory acceptance.

Submetido: Journal of Food Science; Fator de Imapcto: 2.081

INFLUENCE OF AQUEOUS YAM EXTRACT AND GOAT MILK CASEIN POWDER ON THE CHARACTERISTICS OF GOAT GREEK-STYLE YOGURT

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the influence of the addition of aqueous yam extract and goat milk casein powder on the physicochemical and technological characteristics of goat Greek-style yogurt. Four formulations were elaborated, varying the concentration of goat milk casein powder (CY - 0%; YP - 2%; YPY1 - 2% and YPY2 - 2%) and aqueous yam extract (CY - 0%; YP - 0%; YPY1 - 10% and YPY2 - 20%). Of the four goat Greek-style yogurt, the best results were found in YPY1, with the highest viscosity, highest water holding capacity and highest protein content, while YPY2 showed the best results for grain number per gram and susceptibility to syneresis. Nevertheless, it showed the lowest content of protein, fat and viscosity. On the other hand, the addition of 20% aqueous yam extract and 2% goat milk casein powder makes this yogurt a potentially functional product. The YP had the highest yield, however, it showed the highest susceptibility to syneresis, and the CY had the highest fat content and unfavorable results for water holding capacity, number of grains per gram and yield. Thus, the addition of aqueous yam extract and goat milk casein powder provided the best results, contributing to the development of a new dairy product with improved physicochemical and technological characteristics when compared with CY and nutritional quality, enabling to expand goat dairy product options found on the market.

Keywords: Dairy products, *Dioscorea cayennensis*, Fermented products, Natural starch, Protein.

1. INTRODUCTION

Goat milk and dairy products are important foods in the composition of the human diet because of their beneficial effects on health and also for their nutritional value. They contain higher fat, protein and mineral content than the milk of other species, in addition to their hypoallergenic characteristic (HAENLEIN, 2004; PARK, 2017). These aspects, combined with the increase in the human population, and the growing interest of the industry in the manufacturing of dairy products, increased the demand for goat milk (RIBEIRO; RIBEIRO, 2010). Due to these factors, goat milk is a promising raw material for the development of new products capable of meeting consumers' needs regarding quality, practicality and high biological value.

Milk proteins are widely studied because of their relevance to the food and pharmaceutical industry as they are a source of essential amino acids and bioactive peptides that perform several biological activities as well as stabilizing action (SELVAGGI et al., 2014; RANI; POOJA; PAL, 2017; MORENO-MONTORO et al., 2015). Among them, casein is a precursor of bioactive peptides and essential amino acids that have diverse cellular functions such as strengthening the immune system, helping the growth and development of organs, acting as an antihypertensive as it inhibits angiotensin-converting enzyme, antioxidants and control insulin secretion (KUKOVICS, 2018; RANI; POOJA; PAL, 2017; ESPEJO-CARPIO et al., 2016; ZHANG et al., 2016).

Milk protein isolates, whey protein concentrates and dairy compounds are widely used in the formulation of stabilizers. Such property is due to the amphiphilic structure that most milk proteins have, forming a stable emulsion (LIVNEY, 2010). In addition, the composition of milk protein and micellar structure also determine, for example, the rheological properties of the fermented after coagulation (SELVAGGI et al., 2014) due to

reduced milk pH during fermentation, which destabilizes the casein micelle, releasing peptides that bound to available calcium, therefore, forming a net that gives rise to the gel known as the clot.

Yogurt is a fermented milk product obtained from the consumption of lactose and production of lactic acid by the microorganisms *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, which destabilizes milk proteins, giving yogurt its typical texture and flavor (SERAFEIMIDOU et al., 2012). Greek yogurt is a concentrated product obtained from the syneresis of yogurt, with an increase in the total solids content and product viscosity (DESAI; SHEPARD; DRAKE, 2013).

Fermented milks generally provide beneficial physiological effects to consumers due to the presence of probiotic dairy bacteria, fermentation products and the high acidity that contributes to better nutrient absorption. When subjected to fermentation, goat milk releases peptides and amino acids that have beneficial physiological effects (GOBBA et al., 2014). A study carried out by Kullisaar et al. (2003), demonstrated that the consumption of fermented goat milk, when compared to the consumption of the unfermented, has a higher antioxidant action, delays lipoprotein oxidation and reduces LDL cholesterol. However, due to the over-acidification during goat milk fermentation and lower casein concentration when compared to other milks, associated with unsatisfactory viscosity as its clot is considered semi-liquid, it is necessary to add non-fat solids that have thickener and/or stabilizing function to the fermented (MARTIN-DIANA, 2003).

Yam (*Dioscorea cayennensis*) is a vegetable of high nutritional value and is an excellent source of energy. It consists of proteins, lipids, vitamins, minerals, rich in potassium, phosphorus, calcium and magnesium (KONÉ et al., 2014; OLADEJI et al., 2016; BHANDARI; KASAI; KAWABATA, 2003). In addition, it is a good source of carbohydrates, containing around 70 to 85% of starch in its dry base, and out of this total, 60 to 75% is in the form of amylopectin. Those concentrations vary according to cultivar (HUANG; LIN; WANG, 2006). The potential of yam as a source of starch has been little explored by researchers. Besides, starch is widely used in formulations by the food industry, as a thickening agent, increasing the viscosity of the food (AMANI et al., 2004; MALI et al., 2003).

This tuber has beneficial health effects, therefore it is used to prevent and suppress several diseases such as arthritis, cancer, high cholesterol, inflammation and gastrointestinal disorders (DUFIE et al., 2013; HSU et al., 2003). Chiu et al. (2013) investigated the use of alcoholic yam extract in mice, and found that it has antioxidant and anti-inflammatory action. A study developed by Liu et al. (2016) demonstrated that the aqueous yam extract has antioxidant action with elimination of reactive oxygen species (ROS) and antitumor with inhibition rate of 27.41%. Because yam is an excellent source of fiber in addition to its high amylopectin content, low sodium and high potassium levels, it can be used in the treatment of diabetes besides its use as potential food for the fight against chronic diseases (JU et al., 2014 ; DUFIE et al., 2013).

Due to the biological and functional properties of yam and goat casein, the objective of this work was to verify the influence of the addition of aqueous yam extract and goat milk casein powder on the physicochemical and technological characteristics of elaborated goat Greek-style yogurt.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Raw material

Tubers of yam (*D. cayennensis*) used in the preparation of the aqueous yam extract were

acquired from the experimental station of the Federal University of Paraíba (Areia, Paraíba, Brazil) and sent to the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte (Currais Novos, Rio Grande do Norte, Brazil) where they were kept at a temperature of -18°C in the Vegetable Products Processing Laboratory. The water used in the preparation of the aqueous yam extract as well as in the production of goat milk casein powder (GMCP) was Natal® natural mineral water (Hidromineração Natal Eireli, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil). The goat milk used to obtain casein and to manufacture Greek-style yogurt was obtained from a small farmer in the city of Currais Novos (Currais Novos, Rio Grande do Norte, Brazil) and sent under refrigeration to IFRN, where they were immediately processed at the Cheese Technological Center (CTq Centro Tecnológico do Queijo do Seridó). The lactic acid used in the production of casein was purchased from ©Rica Nata Indústria e Comércio Ltda. (Piracema, Minas Gerais, Brazil), at a concentration of 85%, the sodium bicarbonate was produced and marketed by © Química Geral do Nordeste S.A. (Camaçari, Bahia, Brazil) at a concentration of 99.0%. The sugar used in the manufacturing of goat Greek-style yogurt was Alegre® granulated sugar (Usina Monte Alegre S.A., Mamanguape, Paraíba, Brazil); the yeast was CHR Hansen YoFlex®Harmony 1.0 composed of the microorganisms *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* and *Lactobacillus fermentum*. All inputs used in the study are food-graded.

2.2. Preparation of aqueous yam extract (AYE)

The tubers, which were previously cleaned and peeled, were crushed in a Colombo®BR19L low-speed industrial blender (Metalúrgica JL Colombo LTDA, Itajobi, São Paulo, Brazil) with water for 6 minutes, followed by separation through filtration, using a 60-mesh nylon filter as described by Sousa (2017), modifying the crushing time, the concentration of water used in the experiment and the form of separation. Two treatments were performed: in the first one, a 1:2 yam:water ratio and in the second one, it was used a 1:1 concentration. The filtered materials (aqueous yam extracts) obtained in both treatments were submitted to total solids analysis. Also, the formulation that had the total solids content closest to the total solids content of goat milk was used in the goat Greek-style yogurt formulations.

2.3. Preparation of goat milk casein powder (GMCP)

Lactic acid was added to the filtered and skimmed milk until reaching pH 4.1 for casein precipitation, followed by heating up to 65°C and filtration through a 80-mesh nylon filter. The casein was washed twice in water (1:2, m/v) and filtered. Next, water was added at a concentration of 1:2 and re-suspended with sodium bicarbonate to pH 6.4, forming the casein concentrate, which was foam-mat dried and added to goat Greek-style yogurt.

The foam-mat drying process began by beating the casein concentrate with the aid of the Deluxe® Planetária Mixer, model SX80 from ©ARNO (SEB do Brasil Produtos Domésticos Ltda., São Paulo, Brazil) using the light-dough mixer at speed 5 for 15 minutes until a thick foam is formed, placed in 0.5 cm high baking sheets and placed in a ©Lucadema forced-air drying oven (São José do Rio Preto, São Paulo Brazil), until dehydration of the material. Temperatures of 70°C, a period of 8 hours (T70), 80°C for 5 hours and 30 minutes (T80) and 90°C for 4 hours (T90) were used to dry the casein concentrate. The dehydrated foam was ground in a ©Philips Walita mini-mixer, model RI1364/0 at turbo mode for two minutes to form goat milk casein powder (GMCP), which was stored at ± 25°C in tightly sealed jars until use in goat Greek-style yogurt. The foam-mat drying methodology was performed as described by Silva (2015), modifying the mixing time, the height of the baking sheets and the type of the mixer used in the study.

2.4. Goat Greek-style yogurt production

The production methodology used in this study was based on that described by Kilara and Chadan (2013). In the process, it was added to the milk an amount of 10% of sugar in relation to total fluids (goat milk and AYE), filtered, and added to the sample (milk/sugar) AYE (10% and 20%) and GMCP (2%). The milk containing GMCP/AYE was pasteurized at 90°C for 5 minutes, cooled to 43°C and the yeast inoculated, which was composed of microorganisms *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* and *Lactobacillus fermentum*, to acidify the milk to make the yogurt. After fermentation, the yogurt was transferred to morim bags where it was filtered for 60 hours in a cold chamber set at 10°C. After that time, the yogurt was textured in ©ARNO's Deluxe Planetaria® Mixer, model SX80 (SEB do Brasil Household Products Ltda., Sao Paulo, Brazil), using the mixer for medium-dough at speed 3 for 2 minutes to obtain a smooth texture, packed in 250-g pots and stored in a 5°C cold chamber, where they were placed until they were sent for analysis.

Four formulations were elaborated over the development of goat Greek-style yogurt: The CY composed only of goat milk, which is the control; YP consisted of goat milk and 2% GMCP; YPY1 consisted of 90% goat milk, 10% AYE and 2% GMCP; YPY2 consisted of 80% goat milk, 20% AYE and 2% GMCP.

2.5. Physicochemical analyses of AYE, GMCP and goat Greek-style yogurt

The two aqueous yam extracts (1:1; 1:2) obtained in the experiment were subjected to total solids analysis (method 930.04) as described in the Official Methods of Analysis (A.O.A.C., 2016).

Solubility analysis performed at GMCP was carried out according to Dantas (2010).

The physicochemical analyzes performed on the four goat Greek-style yogurt formulations followed the methodologies described in the Official Methods of Analysis (AOAC, 2016), which consisted of the determination of acidity in lactic acid (method 920.124), total solids (method 941.08), protein (method 930.33), fat (method 2000.18) and ash (method 935.42). The pH was determined in a previously calibrated Thermo Scientific™ Orion Star™ A215 digital potentiometer following the equipment user manual.

2.6. Evaluation of technological characteristics of goat Greek-style yogurt

Analyses of the water holding capacity, susceptibility to syneresis, grain, viscosity and yield were carried out for evaluation of the technological characteristics of goat Greek-style yogurt formulations. Susceptibility to syneresis was determined by the funnel drainage method and 120-mesh filter with collection of drainage in a beaker for 2 hours at 6°C, as described by Hassan et al. (1996). Water holding capacity was performed by centrifuging the sample at 2268 G for 15 minutes at room temperature, according to the method described by Harte et al. (2003). Grain analysis was performed by diluting the sample and placing it on petri dish (REMEUF et. Al., 2003). Images of the petri dish contents were captured with the aid of a digital camera and processed through ImageJ software. Grains with perimeter > 1 mm were counted. Viscosity analysis was performed using the Brookfield® DV-II digital viscometer following the equipment user manual. The yield analysis was based on the initial weight and the final weight of each formulation.

2.7. Statistical analysis

The results of the analyses were statistically treated by applying the standard deviation, ANOVA and test of Tukey ($p \leq 0.05$), for reliability and comparison of results. Hence, MS Excel® 2013 spreadsheet and the Action Stat software were used. The results

were also evaluated through multivariate analysis, in which the results of the physicochemical and technological parameters were submitted to the principal component analysis (PCA). The first two main components were defined from the PCA loadings. This analysis was performed using the PAST software.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Results of the physicochemical analyses of AYE, GMCP and goat Greek-style yogurt.

Concentration of the aqueous yam extract and goat milk casein powder used in the formulation of goat Greek-style yogurt formulations were determined in laboratory pre-tests combined with literature data. The four goat Greek-style yogurt formulations were standardized so that the total solids contents were close to the total solids content of the goat milk to avoid significant differences in moisture content, thus preventing this factor from influencing the physicochemical and technological characteristics of the developed goat Greek-style yogurt.

According to the literature (MACHADO et al., 2017; COSTA et al., 2014; SILVA et al., 2017), goat milk from the Northeastern Brazil has a total solids content ranging from 9.07 to 11.61%, therefore, the AYE formulation selected for use in goat Greek-style yogurt was the 1: 1 formulation which had a total solids content of 11.12% (± 0.05), excluding the 1: 2 dilution that had values of 7.58% (± 0.06), which was different from the means described in the literature and denote statistical difference between the formulations, based on ANOVA and the test of Tukey ($p \leq 0.05$).

The results for solubility obtained for the different GMCP foam-mat drying treatments showed that temperature and time had no statistically influence, based on ANOVA and the test of Tukey ($p \leq 0.05$), which was 98.81 (± 1.18) for T70 treatment; 99.91 (± 1.85) in T80 treatment and 98.75 (± 2.09) in T90 treatment. However, it was found that the temperature and time were inversely proportional to obtain the GMCP, where the temperature of 70 °C for 8 hours of drying, 80 °C for 5 hours and 30 minutes and 90 °C for 4 hours. Abbasi and Azizpour (2016) conducted research applying foam-mat drying on cherries, and found that solubility ranged from 42.2 to 48.4%. Franco et al. (2016) studied the effects of foam-mat drying on yacon juice, reaching solubility ranging from 80.49 to 84.16%. Wilson et al. (2014) evaluated the physical and chemical properties of mango pulp powder obtained through foam-mat drying method and reached solubility from 51.82 to 78.15%. based on those results, it is observed that the solubility achieved in GMCP is higher than that found in the literature, which is a positive result, because the high solubility provides the formation of a homogeneous product, with protein percentage similar to the concentrate. The GMCP obtained from the T80 treatment was used for the formulation of goat Greek-style yogurt formulations taking into account the time factor and the maintenance of milk protein properties, as according to Wang et al. (2015), the increase in temperature alters the stability of milk and consequently its constituents. In addition, solubility is required for GMCP proteins to become available to chemically react with calcium in milk after acidification to give rise to the clot known as yogurt. As well as soluble proteins now have the stabilizing action necessary to maintain the characteristics of the product throughout storage.

The means of the results of the physico-chemical analyzes performed on the four goat Greek-style yogurt formulations are shown in Table 1.

It is observed from the results that the goat Greek-style yogurt CY has a higher pH than the other goat Greek-style yogurt formulations (YP, YPY1 and YPY2) ($p \leq 0.05$). Goat Greek-style yoghurt YP and YPY1 showed no significant difference ($p \leq 0.05$) in pH and acidity change even after the addition of 10% AYE. However, YPY2 goat Greek-style yogurt (20% AYE and 2% GMCP) and CY (goat milk) showed a statistical difference ($p \leq 0.05$) in pH

when compared with each other and with goat Greek-style yogurts YP and YPY1. However, in relation to acidity, yogurts CY and YPY2 also showed statistical difference among themselves ($p \leq 0.05$), but do not differ from goat Greek-style yogurt YP and YPY1 ($p \leq 0.05$). acidity and pH and acidity are inversely proportional parameters. In addition, acidity depends on the concentration of soluble protein. The reduction in pH in the goat Greek-style yogurt YP and YPY1 when compared to the CY is justified by the addition and metabolization of GMCP with increased content of lactic acid causing the precipitation of goat milk casein. The goat Greek-style yogurt YPY2 showed the lowest pH and the highest acidity ($p \leq 0.05$). This difference is likely to be related to the presence of carbohydrates from the AYE higher than the YPY1, which caused a higher availability of the substrate, therefore increasing the production of lactic acid by the microorganisms that make up the yeast, resulting in the precipitation of the protein.

Regarding the total solids content, a statistical difference was observed between all samples ($p \leq 0.05$) ranging from 29.46 to 26.89%. The lowest total solids concentration was found in YPY2 ($p \leq 0.05$), which is justified by the water binding capacity of caseins in the GMCP and the percentage of AYE, when compared with the CY ($p \leq 0.05$). According to Ramos et al. (2009), the final solids content of Greek yogurt is around 24%, and according to Atamian et al. (2014), the dessorage period of Greek yogurt developed by them in a study ranged from 18 to 50 hours to reach a total solids content around 26%. That time variation is defined by the type of milk (cattle, goat or sheep) and the fat content of the milk.

Protein levels in the YP and YPY1 formulations did not show statistical difference ($p \leq 0.05$), but higher than the averages found for the CY and YPY2 formulations ($p \leq 0.05$), which also did not show statistical difference between them ($p \leq 0.05$). For CY, the increase in protein content is associated with higher drained serum content and low product yield. However, for the goat Greek-style yogurt YP and YPY1, the addition of GMCP contributed to the increase in the final protein content ($p \leq 0.05$), statistically differing from the goat Greek-style yogurt obtained from the formulations CY and YPY2. The addition of GMCP in YPY2 yogurt showed no statistical difference ($p \leq 0.05$) in protein content when compared to CY yogurt. The low yield of yogurt CY associated with the higher volume of drained whey caused the concentration of solid compounds, consequently of proteins, more than in the formulations YP, YPY1 and YPY2.

The CY yogurt had the highest fat content ($p \leq 0.05$). however, YPY2 yogurt had the lowest fat content ($p \leq 0.05$), and YP and YPY1 yogurt showed no statistical difference between them ($p \leq 0.05$) for this parameter. As for protein content, the high fat content for CY yogurt was influenced by the high dessorage, when compared to the average fat content of other goat Greek-style yogurt ($p \leq 0.05$). In relation to YPY2 yogurt, the low fat content ($p \leq 0.05$) is explained by the fact that the yam is low in lipids, so the addition of 20% AYE in the formulation of this goat Greek-style yogurt culminated in obtaining a lower fat yogurt.

Statistically, there was no difference ($p \leq 0.05$) in ash content of any goat Greek-style yogurt formulation. For commercially available goat Greek yogurt, Serafeimidou et al. (2012) found results for ash ranging from 0.87 to 1.03%. Pinto et al. (2017) studied the effect of incorporation of *Bifidobacterium* BB-12 microencapsulated with whey and inulin on the properties of Greek yogurt. For three different formulations, the authors found ash results ranging from 0.71 to 0.88%. In these two works, the results were similar to those found in this study.

3.2. Results of the evaluation of technological characteristics of four goat Greek-style yogurts

The mean of the results from the evaluation of technological characteristics of the four goat Greek-style yogurt formulations are described in Table 2.

3.2.1. Yield

The increment in the yield of goat Greek-style yogurt in the formulations YP, YPY1 and YPY2 is related to the addition of GMCP, AYE and low pH. Due to the protein/calcium association that occurs in clot formation, as well as the water/starch binding capacity present in AYE, the gel formed after coagulation showed more firmness in the YP, YPY1 and YPY2 yogurts than the gel formed in the yogurt CY.

The yield of goat Greek-style yoghurt varied from 35.52 to 49.07% due to a 60-hour desorption, at a time close to those found by Bonatto and Canteri (2017) for concentrated “labneh” yogurt, that showed an yield of 26.92% after 55 hours of desorption. However, the time was longer than that reported by Atamian et al (2014), which was between 18 and 50 hours for Greek yogurt, and 4 hours and 30 minutes with 62.30% yield with total solids content of 18.74% and 4.24% protein content reported by Monteiro (2019).

3.2.2. Susceptibility to syneresis

Syneresis is the process in which whey is expelled from the dairy base without force application (RAMIREZ-SANTIAGO, 2010). In addition, whey separation is related to casein precipitation (ORDÓÑEZ, 2005). From the results obtained for the susceptibility to syneresis, a significant difference ($p \leq 0.05$) is observed between the samples YP and YPY2, where yogurt YP had higher susceptibility to the syneresis. The CY and YPY1 yogurts did not present statistical difference ($p \leq 0.05$) when compared with each other and with the YP and YPY2 yogurts. From these results, it can be seen that the addition of 20% AYE in the YPY2 yogurt formulation was probably the factor responsible for the reduction of the susceptibility to syneresis ($p \leq 0.05$). According to Tamine and Robinson (1999), several studies involving the application of hydrocolloids in yogurt demonstrate that they minimize susceptibility to syneresis. Moreover, because starch is a hydrocolloid, when it is added to a heated aqueous matrix, it is capable of forming a complex system that depends on the amount of available water, the nature of the protein and the lipids in the matrix even without the addition of other hydrocolloids (BEMILLER, 2011). For minimizing the generation of acid whey during Greek yogurt manufacturing, Uduwerella, Chandrapala and Vasiljevic (2017) increased the total solids content of the milk used in yogurt manufacturing by adding sour cream and protein concentrate and reducing the drained whey content during the syneresis process. The results of the syneresis of the different Greek yogurt formulations obtained in this study ranged from 13.68 to 29.52%. This high susceptibility rate to syneresis is due to the large amount of whey retained in the Greek yogurt mass developed by these authors. Silva (2016) developed lactose-free prebiotic Greek yogurt added with whey protein concentrate, with the results for syneresis ranging from 0.00 to 2.07%, values close to those obtained in this work.

3.2.3. Water holding capacity

Based on the results obtained in this study, it was observed that the goat Greek-style yogurt added with GMCP (YP, YPY1 and YPY2) had a higher water holding capacity ranging from 72.16 in YPY2 yogurt to 79.94% in yogurt YPY1 in comparison to yogurt CY, which showed 68.45%, which was significantly lower and statistically different ($p \leq 0.05$) from the other yogurts. When compared to YP and YPY1 yogurt, YPY2 yogurt showed lower water holding capacity ($p \leq 0.05$), possibly due to the lower protein content of the formulation, due to the addition of 20% AYE, since yam has low protein content. According to Li and Guo

(2006), when enriched with protein, the yogurt clot has a strong water holding capacity due to the greater immobilization capacity of the aqueous phase in the clot net. Bong and Moraru (2014) evaluated the use of micellar casein concentrate in the manufacturing of Greek yogurt and found that the water holding capacity parameter ranged from 59 to 80%. Such results were similar to those found in the present study. Li (2013) tested the effects of adding micellar casein concentrate to Greek-style yogurt with results ranging from 48 to 66%, lower than those found in this study.

3.2.4. Grains

By using the comparison of the results of the grain analysis, it was possible to observe a statistical difference between all yogurts for this parameter ($p \leq 0.05$) and that the grain concentration in the goat Greek-style yogurt is directly proportional to the total solid concentration. The goat Greek-style yogurt CY, which had the highest grain concentration ($p \leq 0.05$) is also the one with the highest contents of total solids and fat ($p \leq 0.05$). Also, the goat Greek-style yogurt YPY2 had the lowest grain concentration. ($p \leq 0.05$), due to the low fat and total solids ($p \leq 0.05$) contents, which was probably caused by the higher precipitation of casein due to lower pH than the other samples. Grains are defined as particles with a perimeter > 1 mm (MELETHARAYIL; METZGER; PATEL, 2016). The accounting of these particles is justified since the presence of grains with a perimeter > 1 mm in yogurt may be sensorially unpleasant and affects the rheological characteristics of the yogurts. Meletharayil, Metzger and Patel (2016) investigated the influence of hydrodynamic cavitation on the rheological properties and microstructure of Greek-style yogurt. In the Greek-style yogurts obtained by these authors, the number of grains per gram ranged from 13 to 2,436. Figure 1 below represents the results of grain analysis on the four goat Greek-style yogurt formulations.

3.2.5. Viscosity

The viscosity of goat Greek-style yogurt is directly related to the protein content. All yogurts showed statistical difference ($p \leq 0.05$) for this parameter. The formulation with the highest viscosity was YPY1 with protein content of 8.32 g/100 g, and the formulation with the lowest viscosity was YPY2 with protein content of 7.06 g/100 g. The lowest fat content in this sample (3.87 g / 100 g) also influenced the viscosity. Fat and protein content are the factors that most affect the viscosity of yogurt, where viscosity is an essential aspect of yogurt quality and determining for acceptance by the consumer. However, goat fermented milks have low viscosity when compared to fermented milk of cow. One manner that the dairy industry finds to increase the viscosity of fermented milks is to add milk compounds or milk protein concentrates before pasteurization (MERIN, 2000; SAINT-EVE, 2006). Jrad et al. (2019) found the potential effects of ultrafiltration and addition of dairy compounds on the texture of Greek yogurt obtained from dromedary milk. The viscosity results at 20°C in this survey ranged from 249 to 950 cP. Silva (2016) during the development of lactose-free prebiotic Greek yogurt added with whey protein concentrate, obtained results for viscosity ranging from 352 to 886 cP at 25°C.

3.3 Principal Component Analysis (PCA)

Principal component analysis (PCA) is a multivariate statistical technique with covariance structure modeling. The purpose of the PCA is to transform a set of variables, which are initially correlated into a substantially smaller set of uncorrelated variables that

contain most of the information of the original set. These uncorrelated variables of the same dimension are named principal components (HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JÚNIOR, 2016).

The results of the physico-chemical and technological parameters described in Tables 1 and 2 were used in the PCA. Table 3 and Figures 2 and 3 illustrate the results of PCA applied to the following variables: pH, acidity, total solids, protein, fat, ash, yield, syneresis, water holding capacity (WhC), grain and viscosity.

Based on the results obtained in the PCA, of the eleven principal components, the first two accounted for 82.07% of the total variation on the physico-chemical and technological characteristics of the developed goat Greek-style yogurt, in which the first principal component accounted for 51.39% and the second by 30.68% of the data variations. According to the results of Table 3, the first principal component (PC1) was attributed to grains, pH, fat, yield and total solids, while the second principal component (PC2) was assigned to viscosity and protein.

The analysis in Figure 3 showed that the yogurt CY was the one that was most influenced by the results that form PC1. Also, PC2 shows that the yogurts YPY1 and YP were the most influenced by the results that make up this main component. On the other hand, YPY2 yogurt was less influenced by the results than the other goat Greek-style yogurt by the parameters that make up PC1 and PC2.

4. CONCLUSION

The addition of aqueous yam extract into goat Greek-style yogurt reduced the susceptibility to syneresis, pH, fat content and total solids, and increased the yield and acidity of the yogurt. The addition of goat milk casein powder increased water holding capacity, yield, protein content and acidity, reducing the total solids content and pH of yogurts. Goat Greek-style yogurt YPY1 was the formulation that showed the best physico-chemical and technological parameters. The addition of aqueous yam extract and goat milk casein powder as hydrocolloids in the preparation of goat Greek-style yogurt yields a new goat dairy product with desirable characteristics and nutritional quality, as well as the possibility to expand the options of goat dairy products found in the market. Nevertheless, the formulations showed results that demonstrated that besides milk constituents, the addition of these hydrocolloids are important in the physico-chemical and technological characteristics, but the GMCP and AYE percentages need to be added in the correct measure to return in satisfactory results in these characteristics.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was carried out with the support of CAPES (Higher Education Personnel Improvement Coordination – Brazil) - Financing Code 001, the UFPB Development Institute of Paraíba (IDEP) and the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte (IFRN) – Currais Novos Campus.

REFERENCES

Abbasi, E., & Azizpour, M. (2016). Evaluation of physicochemical properties of foam mat dried sour cherry powder. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 105-110.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.004>

Amani, N., Buléon, A., Kamenan, A., & Colonna, P. (2004). Variability in starch physicochemical and functional properties of yam cultivated in Ivory Coast. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(15), 2085-2096. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1834>

A.O.A.C. (2016) Official Methods of Analysis. (20th ed.). Rockville: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS.

Atamian, S., Olabi, A., Baghdadi, O. K., & Toufeili, I. (2014). The characterization of the physicochemical and sensory properties of full-fat, reduced-fat and low-fat bovine, caprine, and ovine Greek yogurt (Labneh). *Food Science & Nutrition*, 2(2), 164-173. <https://doi.org/10.1002/fsn3.89>

BeMiller, J. N. (2011). Pasting, paste, and gel properties of starch–hydrocolloid combinations. *Carbohydrate Polymers*, 86(2), 386-423. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.05.064>

Bhandari, M. R., Kasai, T., & Kawabata, J. (2003). Nutritional evaluation of wild yam tubers of Nepal. *Food Chemistry*, 82(4), 619-623. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00019-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00019-0)

Bonatto, F., & Canteri, M. H. G. (2017). Caracterização do iogurte concentrado" tipo labneh". *Revista Stricto Sensu*, 2(1). DOI: 10.24222/2525-3395.2017v2n1p011

Bong, D. D., & Moraru, C. I. (2014). Use of micellar casein concentrate for Greek-style yogurt manufacturing: Effects on processing and product properties. *Journal of Dairy Science*, 97(3), 1259-1269. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7488>

Carvalho, A. J. (2008). Starch: major sources, properties and applications as thermoplastic materials. In *Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources* (pp. 321-342). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-045316-3.00015-6>

Chiu, C. S. et al. (2013). Antioxidant and anti-inflammatory properties of Taiwanese yam and its reference compounds. *Food Chemistry*, 141(2), 1087-1096. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.04.031>

Copeland, L., Blazek, J., Salman, H., & Tang, M. C. (2009). Form and functionality of starch. *Food Hydrocolloids*, 23(6), 1527-1534. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.09.016>

Costa, W. K. A. et al. (2014). Comparative protein composition analysis of goat milk produced by the Alpine and Saanen breeds in northeastern Brazil and related antibacterial activities. *PLoS One*, 9(3), e93361. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093361>

Dantas, S. C. D. M. (2010). *Desidratação de polpas de frutas pelo método foam-mat* (Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

Daouda, K., Fankroma, K. M., Martin, D. K., Soumaila, D., & Patrice, K. L. (2014). Effect of Cooking Time on Biochemical and Functional Properties of Flours from Yam Tubers. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 3402-3418. <https://doi.org/10.9734/BJAST/2014/10414>

- Desai, N. T., Shepard, L., & Drake, M. A. (2013). Sensory properties and drivers of liking for Greek yogurts. *Journal of Dairy Science*, 96(12), 7454-7466. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6973>
- Dufie, W. M. F., Oduro, I., Ellis, W. O., Asiedu, R., & Maziya-Dixon, B. (2013). Potential health benefits of water yam. *Food & Function*, 4(10), 1496-1501. <https://dx.doi.org/10.1039/C3FO60064E>
- Espejo-Carpio, F. J., et al. (2016). Effect of digestive enzymes on the bioactive properties of goat milk protein hydrolysates. *International Dairy Journal*, 54, 21-28. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.10.006>
- Franco, T. S., Perussello, C. A., Ellendersen, L. N., & Masson, M. L. (2016). Effects of foam mat drying on physicochemical and microstructural properties of yacon juice powder. *LWT-Food Science and Technology*, 66, 503-513. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.11.009>
- Gobba, C., Espejo-Carpio, F. J., Skibsted, L. H., & Otte, J. (2014). Antioxidant peptides from goat milk protein fractions hydrolysed by two commercial proteases. *International Dairy Journal*, 39(1), 28-40. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.03.015>
- Haenlein, G. F. W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51(2), 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.010>
- Harte, F., Luedecke, L., Swanson, B., & Barbosa-Canovas, G. V. (2003). Low-fat set yogurt made from milk subjected to combinations of high hydrostatic pressure and thermal processing. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 1074-1082. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73690-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73690-X)
- Hassan, A. N., Frank, J. F., Schmidt, K. A., & Shalabi, S. I. (1996). Textural properties of yogurt made with encapsulated nonropy lactic cultures. *Journal of Dairy Science*, 79(12), 2098-2103. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76583-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76583-9)
- Hongyu, K., Sandanielo, V. L. M., & de Oliveira Junior, G. J. (2016). Análise de componentes principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. *E&S Engineering and Science*, 5(1), 83-90.
- Hsu, C. L., Chen, W., Weng, Y. M., & Tseng, C. Y. (2003). Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. *Food Chemistry*, 83(1), 85-92. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00053-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00053-0)
- Huang, C. C., Lin, M. C., & Wang, C. C. (2006). Changes in morphological, thermal and pasting properties of yam starch during growth. *Carbohydrate Polymers*, 64(4), 524-531. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2005.11.009>
- Jrad, Z., Oussaief, O., Bouhemda, T., Khorchani, T., & EL-Hatmi, H. (2019). Potential effects of ultrafiltration process and date powder on textural, sensory, bacterial viability, antioxidant properties and phenolic profile of dromedary Greek yogurt. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(3), 854-861. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14005>

- Ju, Y., Xue, Y., Huang, J., Zhai, Q., & Wang, X. H. (2014). Antioxidant Chinese yam polysaccharides and its pro-proliferative effect on endometrial epithelial cells. *International Journal of Biological Macromolecules*, 66, 81-85. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.01.070>
- Kilara, A., & Chandan, R. C. (2013). 13 Greek-style yogurt and related products. *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*, 297.
- Kukovics, S. (2018) Goat Science. (1th ed.). Londres: IntechOpen.
- Kullisaar, T. et al. (2003). Antioxidative probiotic fermented goats' milk decreases oxidative stress-mediated atherogenicity in human subjects. *British Journal of Nutrition*, 90(2), 449-456. <https://doi.org/10.1079/BJN2003896>
- Liu, Y., et al. (2016). Antioxidant and antitumor activities of the extracts from Chinese yam flesh and peel and the effective compounds. *Journal of Food Science*, 81(6), H1553-H1564. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13322>
- Livney, Y. D. (2010). Milk proteins as vehicles for bioactives. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 15(1-2), 73-83. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2009.11.002>
- Li, J., & Guo, M. (2006). Effects of polymerized whey proteins on consistency and water-holding properties of goat's milk yogurt. *Journal of Food Science*, 71(1), C34-C38. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.tb12385.x>
- Li, W. (2013). *Effect of Micellar Casein Concentrate Fortification on Physical and Chemical Properties of Greek Style Yogurt* (Doctoral dissertation, Cornell University).
- Machado, T. A. D. G., et al. (2017). Impact of honey on quality characteristics of goat yogurt containing probiotic *Lactobacillus acidophilus*. *LWT-Food Science and Technology*, 80, 221-229. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.013>
- Mali, S., et al. (2003). Influence of pH and hydrocolloids addition on yam starch pastes stability. *LWT-Food Science and Technology*, 36(5), 475-481. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(03\)00043-4](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(03)00043-4)
- Martín-Diana, A. B., Janer, C., Pelaez, C., & Requena, T. (2003). Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. *International Dairy Journal*, 13(10), 827-833. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00117-1](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00117-1)
- Meletharayil, G. H., Metzger, L. E., & Patel, H. A. (2016). Influence of hydrodynamic cavitation on the rheological properties and microstructure of formulated Greek-style yogurts. *Journal of Dairy Science*, 99(11), 8537-8548. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10774>
- Merin, U. (2000). Influence of breed and husbandry on viscosity of Israeli goat milk yogurt. *Small Ruminant Research*, 35(2), 175-179. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00090-5](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00090-5)
- Monteiro, C. L. (2019). Desenvolvimento e caracterização de iogurte concentrado tipo grego de leite bubalino adicionado de calda de frutas amazônicas. (Completion of course work,

Universidade Federal Rural da Amazônia).

Moreno-Montoro, M., et al. (2015). Ultrafiltration of skimmed goat milk increases its nutritional value by concentrating nonfat solids such as proteins, Ca, P, Mg, and Zn. *Journal of Dairy Science*, 98(11), 7628-7634. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9939>

Oladeji, A. E., et al. (2016) Characterization and classification of the provitamin A carotenoids of deep yellow-fleshed bitter yam varieties. *Journal of Food and Nutrition Research*, (4)10, 640 – 645. <https://dx.doi.org/10.12691/jfnr-4-10-2>

Ordóñez, J. A. (2005). *Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal*. (1th ed.). Porto Alegre: Artmed.

Park, Young W. (2017) *Goat Milk—Chemistry and Nutrition. Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*, 42-83.

Pinto, S. S., et al. (2017). Effect of the incorporation of Bifidobacterium BB-12 microencapsulated with sweet whey and inulin on the properties of Greek-style yogurt. *Journal of Food Science and Technology*, 54(9), 2804-2813. DOI 10.1007/s13197-017-2717-2

Ramirez-Santiago, C., et al. (2010). Enrichment of stirred yogurt with soluble dietary fiber from *Pachyrhizus erosus* L. Urban: Effect on syneresis, microstructure and rheological properties. *Journal of Food Engineering*, 101(3), 229-235. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.06.023>

Ramos, T. M., Gajo, A. A., Pinto, S. M., Abreu, L. R., & Pinheiro, A. C. (2009). Perfil de textura de labneh (iogurte grego). *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 64(369), 8-12.

Rani, S., Pooja, K., & Pal, G. K. (2017). Exploration of potential angiotensin converting enzyme inhibitory peptides generated from enzymatic hydrolysis of goat milk proteins. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 11, 83-88. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.06.008>

Remeuf, F., Mohammed, S., Sodini, I., & Tissier, J. P. (2003). Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yogurt. *International Dairy Journal*, 13(9), 773-782. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00092-X](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00092-X)

Ribeiro, A. C., & Ribeiro, S. D. A. (2010). Specialty products made from goat milk. *Small Ruminant Research*, 89(2-3), 225-233. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.12.048>

Saint-Eve, A., Juteau, A., Atlan, S., Martin, N., & Souchon, I. (2006). Complex viscosity induced by protein composition variation influences the aroma release of flavored stirred yogurt. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(11), 3997-4004. <https://doi.org/10.1021/jf0600206>

Selvaggi, M., Laudadio, V., Dario, C., & Tufarelli, V. (2014). Major proteins in goat milk: an updated overview on genetic variability. *Molecular Biology Reports*, 41(2), 1035-1048. DOI 10.1007/s11033-013-2949-9

Serafeimidou, A., Zlatanov, S., Laskaridis, K., & Sagredos, A. (2012). Chemical characteristics, fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content of traditional Greek yogurts. *Food Chemistry*, 134(4), 1839-1846. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.102>

Silva, Á.T. (2016). Iogurte grego prebiótico isento de lactose adicionado de concentrado proteico de soro de leite, fonte de cálcio e rico em vitamina. (Dissertation of Master, Universidade Federal do Paraná).

Silva, C. S. A. (2015). Desidratação de molho de tomate caseiro pelo método *foam-mat*. (Completion of course work, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte).

Silva, F. A., et al. (2017). The effect of Isabel grape addition on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of probiotic goat milk yogurt. *Food & Function*, 8(6), 2121-2132. <https://doi.org/10.1039/c6fo01795a>

Sousa, A. P. (2017). Obtenção da fração proteica dioscorina de inhame: caracterização bioquímica e atividades biológicas. (Dissertation of Master, Universidade Federal da Paraíba).

Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (1999). *Yoghurt: Science and Technology*. (2th ed.). Woodhead Publishing.

Uduwerella, G., Chandrapala, J., & Vasiljevic, T. (2017). Minimising generation of acid whey during Greek yoghurt manufacturing. *Journal of Dairy Research*, 84(3), 346-354. <https://doi.org/10.1017/S0022029917000279>

Wang, C., Zhu, Y., & Wang, J. (2016). Comparative study on the heat stability of goat milk and cow milk. *Indian J. Anim. Res*, 50(4), 610-613. DOI: 10.18805/ijar.5961

Wilson, R. A., Kadam, D. M., Chadha, S., Grewal, M. K., & Sharma, M. (2014). Evaluation of Physical and Chemical Properties of Foam-Mat Dried Mango (*Mangifera indica*) Powder during Storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(4), 1866-1874. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12158>

Zhang, Y., et al. (2016). Comparison of dipeptidyl peptidase IV-inhibitory activity of peptides from bovine and caprine milk casein by in silico and in vitro analyses. *International Dairy Journal*, 53, 37-44. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.10.001>

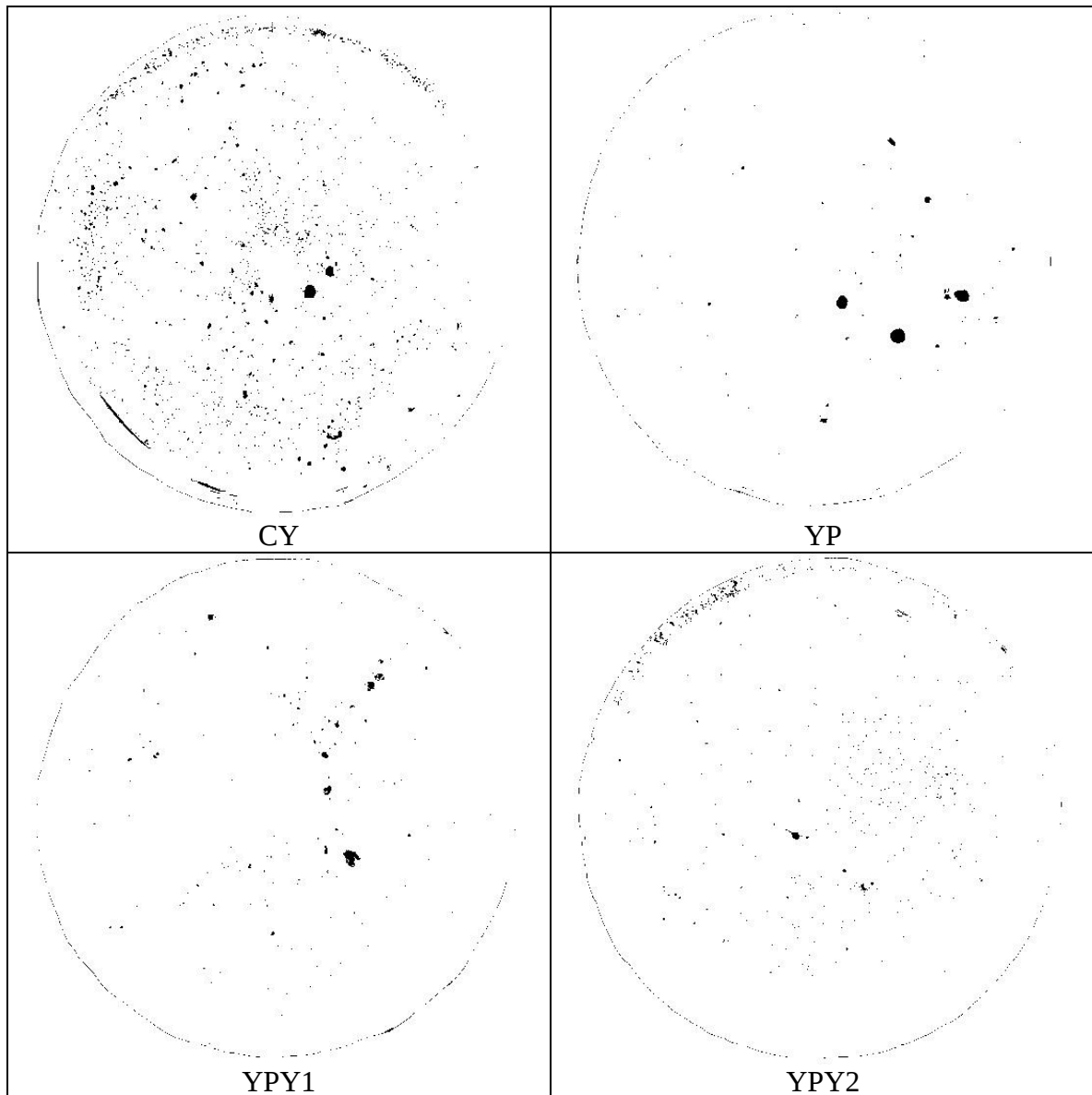


Figure 1: Dispersion on petri dish of grain of goat Greek-style yogurt formulations. Images were captured and the grains appear as dark objects that were edited and later analyzed using ImageJ software.

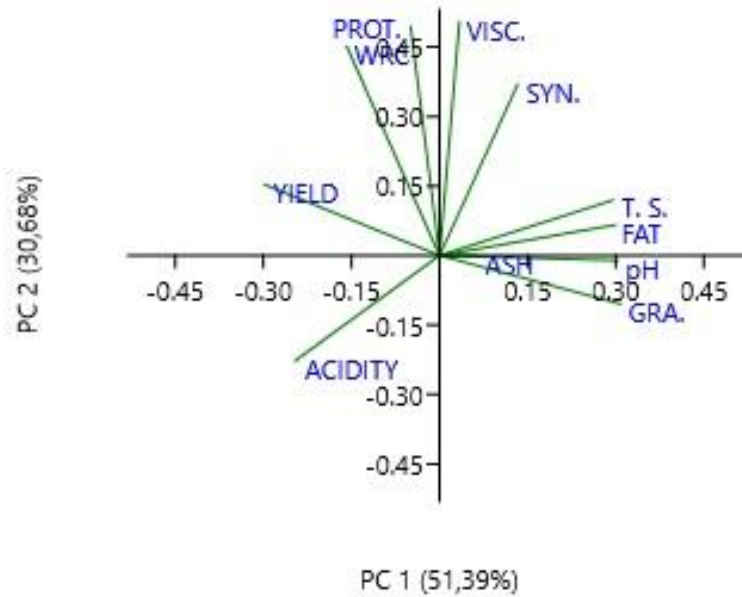


Figure 2: Spatial projection of vector ordering of physico-chemical and technological variables in the first two principal components for the four goat Greek-style yogurt formulations through the PCA.

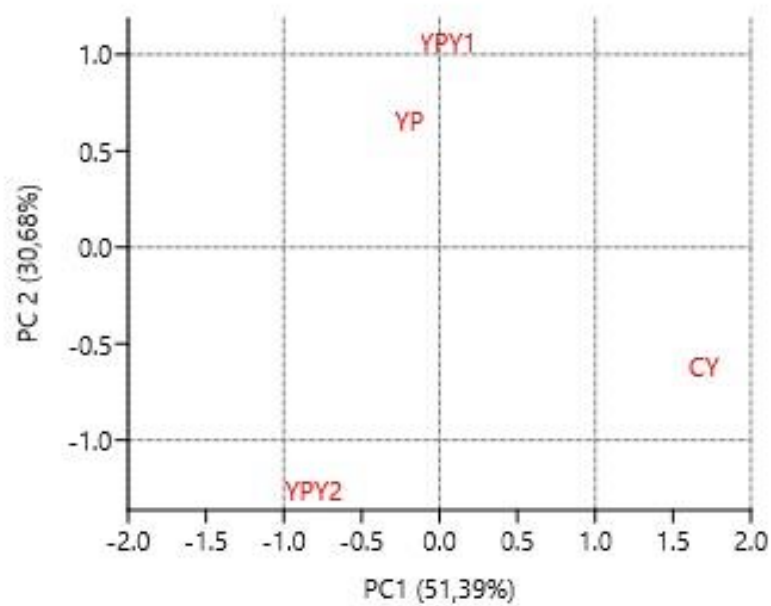


Figure 3: Spatial projection of the ordering of the four goat Greek-style yogurts on the physico-chemical and technological parameters through the PCA.

SUBTITLE FIGURE

Figure 1: Dispersion on petri dish of grain of goat Greek-style yogurt formulations. Images were captured and the grains appear as dark objects that were edited and later analyzed using ImageJ software.

Figure 2: Spatial projection of vector ordering of physico-chemical and technological variables in the first two principal components for the four goat Greek-style yogurt formulations through the PCA.

Figure 3: Spatial projection of the ordering of the four goat Greek-style yogurts on the physico-chemical and technological parameters through the PCA.

TABLES

Table 1

<i>Parameter</i>	Formulation			
	CY	YP	YPY1	YPY2
<i>*pH</i>	4.50 (± 0.00) ^a	4.33 (± 0.01) ^b	4.30 (± 0.01) ^b	4.22 (± 0.05) ^c
<i>*Acidity (g/100g)</i>	0.95 (± 0.03) ^b	1.03 (± 0.09) ^{ab}	1.01 (± 0.05) ^{ab}	1.13 (± 0.02) ^a
<i>*Total Solids (g/100g)</i>	29.46 (± 0.35) ^a	27.66 (± 0.09) ^c	28.47 (± 0.07) ^b	26.89 (± 0.13) ^d
<i>*Proteins (g/100g)</i>	7.19 (± 0.06) ^b	7.95 (± 0.13) ^a	8.32 (± 0.10) ^a	7.06 (± 0.28) ^b
<i>*Fat (g/100g)</i>	6.84 (± 0.21) ^a	5.38 (± 0.20) ^b	5.00 (± 0.06) ^b	3.87 (± 0.23) ^c
<i>*Ash (g/100g)</i>	0.84 (± 0.04) ^a	0.89 (± 0.04) ^a	0.92 (± 0.06) ^a	0.88 (± 0.01) ^a

CY – Goat Greek-style yogurt formulated from goat milk; YP - Goat Greek-style yogurt formulated from goat milk and 2% GMCP; YPY1 - Goat Greek-style yogurt formulated from 90% goat milk, 10% AYE and 2% GMCP; YPY2 - Goat Greek-style yogurt formulated from 80% goat milk, 20% AYE and 2% GMCP.

* Means $\pm$ standard deviation with different lower-case letter in the same line denote statistical difference between formulations based on ANOVA and test of Tukey ($p \leq 0.05$).

Table 2

<i>Parameter</i>	Formulation			
	CY	YP	YPY1	YPY2
<i>*Yield (%)</i>	35.52	49.07	46.62	48.46
<i>* Syneresis (%)</i>	2.34 (± 0.14) ^{ab}	2.47 (± 0.24) ^a	2.34 (± 0.17) ^{ab}	1.96 (± 0.16) ^b
<i>* Water Holding Capacity (%)</i>	68.45(± 1.50) ^c	79.15 (± 1.86) ^a	79.94 (± 0.49) ^a	72.16 (± 0.19) ^b
<i>* Grains (grains/ g)</i>	711 (± 16.29) ^a	155 (± 12.00) ^c	211 (± 19.05) ^b	94 (± 16.50) ^d
<i>* Viscosity (cP at 25°C)</i>	987.9(± 14.15) ^c	1239.0(± 15.72) ^b	1559.7(± 18.88) ^a	683.3(± 18.47) ^d

CY – Goat Greek-style yogurt formulated from goat milk; YP - Goat Greek-style yogurt formulated from goat milk and 2% GMCP; YPY1 - Goat Greek-style yogurt formulated from 90% goat milk, 10% AYE and 2% GMCP; YPY2 - Goat Greek-style yogurt formulated from 80% goat milk, 20% AYE and 2% GMCP.

* Means $\pm$ standard deviation with different lower-case letter in the same line denote statistical difference between formulations based on ANOVA and test of Tukey ($p \leq 0.05$).

Table 3

<i>Parameter</i>	Loads of the principal components	
	Component 1	Component 2
<i>pH</i>	0.40400000	-0.01116100
<i>Acidity</i>	-0.32764000	-0.23393000
<i>Total Solids</i>	0.39348000	0.12318000
<i>Proteins</i>	-0.06529500	0.50850000
<i>Fat</i>	0.39804000	0.06801200
<i>Ash</i>	0.08543400	-0.00080473
<i>Yield</i>	-0.39784000	0.15816000
<i>Syneresis</i>	0.17710000	0.37998000
<i>WHC</i>	-0.21041000	0.46488000
<i>Grains</i>	0.41069000	-0.10767000
<i>Viscosity</i>	0.04488500	0.51930000
Explained variability	51.39%	30.68%
Total of the explained variability	51.39%	82.07%

SUBTITLE TABLE

Table 1. Means of the results found in the physico-chemical analysis carried out in the four goat Greek-style yogurt formulations (g/100g)

Table 2 Mean of results from the evaluation of the technological characteristics of the four goat Greek-style yogurt formulations.

Table 3. Loads of the principal components indicating the percentages of explanation for the variability of physico-chemical and technological variables in goat Greek-style yogurts.

Full title GOAT GREEK-STYLE YOGURT, ADDED OF AQUEOUS YAM EXTRACT AND GOAT MILK CASEIN POWDER: MICROBIOLOGICAL EVALUATION AND SENSORY ACCEPTANCE

Word count of text: 4,767 words

Short version of title SENSORY ACCEPTANCE OF GOAT GREEK YOGURT...

Choice of journal/topic

Journal of Food Science:

Sensory and Consumer Sciences

END PAGE 1

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the influence of the addition of aqueous yam extract and goat milk casein powder on the microbiological and sensory characteristics of goat Greek-style yogurt. Four formulations were elaborated, varying the concentration of goat milk casein powder (CY - 0%; YP - 2%; YPY1 - 2% and YPY2 - 2%) and aqueous yam extract (CY - 0%; YP - 0%; YPY1 - 10% and YPY2 - 20%). All samples met the microbiological requirements set by Brazilian legislation for fermented milks. Of the four goat Greek-style yogurts, the YP showed the most positive results, obtaining the highest averages for the attributes texture, color, odor, taste and overall evaluation, with an acceptance index of 84.22%, and the formulation with the highest mean for purchase intention and more preference, while YPY2 presented the lowest averages for all attributes, not considered accepted, with acceptance rate of 66.44% and to be considered accepted the product must have a minimum of 70%, on the other hand, the addition of 20% aqueous yam extract and 2% goat milk casein powder make this yogurt a potentially functional product. CY yogurt had an acceptance rate of 82.00% and YPY1 of 70.33%. Thus, the addition of goat milk casein powder contributed to the development of a new dairy product with nutritional quality and improved sensory characteristics when compared to CY, making it possible to expand the goat dairy product options found in the market.

END PAGE 2

1 Introduction

Goat milk and its derivatives constitute food for human subsistence, as well as have added nutritional and functional value (Park, 2017). Its consumption is indicated for the elderly, children and people suffering from cow's milk allergy, since goat milk is hypoallergenic, highly nutritious and easily digestible, some of the characteristics that have impact or market potential of goat dairy products (Ribeiro & Ribeiro, 2010). Ceballos et al. (2009) found that the composition of protein, fat and minerals in goat and cow milk were different, and goat milk had a higher content of these constituents than cow milk. In the same study, the researchers observed that despite the casein content of goat milk and affected females in relation to total protein, goat milk has the lowest α -S1 casein content and the highest α -S2 casein content, β k-casein, in relation to lipids, a higher concentration of medium and short chain fatty acids was observed, as well as a higher concentration of conjugated linoleic acid (CLA), monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, and in the mineral content, goat milk was higher in calcium, magnesium and phosphorus contents.

Goat milk is used as a precursor source of protein in many countries in Europe, Africa and Asia (Montalbano, Segreto, Di Gerlando, Mastrangelo, & Sardina, 2016). Milk proteins, especially casein, are the main components of milk, having diverse cellular functions, such as providing essential amino acids to the body, acting on hormone production or as an antimicrobial agent (Kukovics, 2018). They also exhibit other biological activities that influence digestion, strengthen the immune system, improve metabolic responses to absorbed nutrients, and assist in the growth and development of specific organs (Rani, Pooja, & Pal, 2017). Milk proteins, besides being a source of essential amino acids, are also

an important source of bioactive peptides, which act in health promotion (Abdel-Hamid, Otte, De Gobba, Osman, & Hamad, 2017; Plé, Breton, Daniel, & Foligné, 2015). One of the most relevant bioactivities of goat milk protein peptides is antihypertensive action and high antioxidant power (Espejo-Carpio et al., 2016; Uluko et al., 2015).

Despite the many benefits associated with the consumption of goat milk, its characteristic taste and aroma often do not please consumers, which is an evident fact in Brazil (Queiroga et al., 2013). Hexanoic (C 6: 0), octanoic (C 8: 0) and decanoic (C 10: 0) fatty acids, known as caproic, caprylic and capric acid, are the main culprits in the characteristic aroma and taste of goat milk. They tend to intensify in fermented products due to the formation of free fatty acids (Poveda & Cabezas, 2006). Thus, the aqueous yam extract and the goat milk casein powder added to the goat Greek-style yogurt elaborated in this work had the purpose of nutritionally enriching the product, as well as improving the technological and sensorial characteristics of yogurts, mainly in the aspects of texture, appearance, taste and odor.

Greek yogurt is defined as the product obtained from the filtration of yogurt that results in the formation of whey as the drained material and concentrated yogurt (Greek yogurt) as the retained material (Desai, Shepard, & Drake, 2013). Compared to natural yogurt, Greek yogurt has higher nutritional value, is also more tasty and creamy, which pleases consumers and adds value to the product (Uduwerella, Chandrapala, & Vasiljevic, 2017). Yogurt is one of the most consumed and marketed foods in the world, and from a nutritional point of view, yogurt is known to be a healthy food as it is a source of essential nutrients such as protein, vitamin B2, B6, B12 and calcium, and has been very popular. Used as a functional and nutraceutical food (O'Sullivan et al., 2016).

Yam (*Dioscorea cayennensis*) is an edible vegetable of high nutritional value, being an excellent source of energy. It is composed of proteins, lipids, vitamins, minerals and a good source of carbohydrates due to its high starch concentration (Bhattacharjee et al., 2018; Oladeji et al., 2016). Yam is rich in nutrients, as well as non-nutritional compounds, which mostly have bioactive properties, among these compounds are organic acids and polyphenols (Bhandari & Kawabata, 2004). Yam consumption has several health benefits, being related to the improvement of the functioning of various organs of the human body, such as stomach, spleen, kidney, lung, among others (Shujun et al., 2006).(Shujun et al., 2006).(Shujun et al., 2006).(Shujun et al., 2006).

Considering the above, this study aims to verify the influence of the addition of aqueous yam extract and goat milk casein powder on the microbiological characteristics and sensory acceptance of prepared goat Greek-style yogurt.

2 Materials and Methods

2.1 Raw material

Tubers of yam (*D. cayennensis*) used in the preparation of the aqueous yam extract were acquired from the experimental station of the Federal University of Paraíba (Areia, Paraíba, Brazil) and sent to the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte (Currais Novos, Rio Grande do Norte, Brazil) where they were kept at a temperature of -18 °C in the Vegetable Products Processing Laboratory. The water used in the preparation of the aqueous yam extract as well as in the production of goat milk casein

powder (GMCP) was Natal[®] natural mineral water (Hidromineração Natal Eireli, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil). The goat milk used to obtain casein and to manufacture Greek-style yogurt was obtained from a small farmer in the city of Currais Novos (Currais Novos, Rio Grande do Norte, Brazil) and sent under refrigeration to IFRN, where they were immediately processed at the Cheese Technological Center (CTq Centro Tecnológico do Queijo do Seridó). The lactic acid used in the production of casein was purchased from [©]Rica Nata Indústria e Comércio Ltda. (Piracema, Minas Gerais, Brazil), at a concentration of 85%, the sodium bicarbonate was produced and marketed by [©] Química Geral do Nordeste S.A. (Camaçari, Bahia, Brazil) at a concentration of 99.0%. The sugar used in the manufacturing of goat Greek-style yogurt was Alegre[®] granulated sugar (Usina Monte Alegre S.A., Mamanguape, Paraíba, Brazil); the yeast was CHR Hansen YoFlex[®] Harmony 1.0 composed of the microorganisms *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* and *Lactobacillus fermentum*. All inputs used in the study are food-graded.

2.2. Preparation of aqueous yam extract (AYE)

The tubers, which were previously cleaned and peeled, were crushed in a Colombo[®]BR19L low-speed industrial blender (Metalúrgica JL Colombo LTDA, Itajobi, São Paulo, Brazil) with water used a 1:1 concentration (yam : water) for 6 minutes, followed by separation through filtration, using a 60-mesh nylon filter as described by Sousa (2017), modifying the crushing time, the concentration of water used in the experiment and the form of separation.

2.3. Preparation of goat milk casein powder (GMCP)

Lactic acid was added to the filtered and skimmed milk until reaching pH 4.1 for casein precipitation, followed by heating up to 65 °C and filtration through a 80-mesh nylon filter. The casein was washed twice in water (1:2, w/v) and filtered. Next, water was added at a concentration of 1:2 and re-suspended with sodium bicarbonate to pH 6.4, forming the casein concentrate, which was foam-mat dried and added to goat Greek-style yogurt.

The foam-mat drying process began by beating the casein concentrate with the aid of the Deluxe® Planetária Mixer, model SX80 from ©ARNO (SEB do Brasil Household Products Ltda., Sao Paulo, Brazil) using the light-dough mixer at speed 5 for 15 minutes until a thick foam is formed, placed in 0.5 cm high baking sheets and placed in a ©Lucadema forced-air drying oven (São José do Rio Preto, São Paulo Brazil), set at 80 °C for 5 hours and 30 minutes when material dehydration occurred. The dehydrated foam was ground in a ©Philips Walita mini-mixer, model RI1364/0 at turbo mode for two minutes to form goat milk casein powder (GMCP), which was stored at ± 25 °C in tightly sealed jars until use in goat Greek-style yogurt. The foam-mat drying methodology was performed as described by Silva (2015), modifying the mixing time, the height of the baking sheets and the type of the mixer used in the study.

2.4. Goat Greek-style yogurt production

The production methodology used in this study was based on that described by Chandan & Kilara (2013). In the process, it was added to the milk an amount of 10% of sugar in relation to total fluids (goat milk and AYE), filtered, and added to the sample (milk/sugar) AYE (10% and 20%) and GMCP (2%). The milk containing GMCP/AYE was pasteurized at 90 °C for 5

minutes, cooled to 43 °C and the yeast inoculated, which was composed of microorganisms *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* and *Lactobacillus fermentum*, to acidify the milk to make the yogurt. After fermentation, the yogurt was transferred to morim bags where it was filtered for 60 hours in a cold chamber set at 10 °C. After that time, the yogurt was textured in ©ARNO's Deluxe Planetaria® Mixer, model SX80 (SEB do Brasil Household Products Ltda.), using the mixer for medium-dough at speed 3 for 2 minutes to obtain a smooth texture, packed in 250g pots and stored in a 5 °C cold chamber, where they were placed until they were sent for analysis.

Four formulations were elaborated over the development of goat Greek-style yogurt: The CY composed only of goat milk, which is the control; YP consisted of goat milk and 2% GMCP; YPY1 consisted of 90% goat milk, 10% AYE and 2% GMCP; YPY2 consisted of 80% goat milk, 20% AYE and 2% GMCP.

2.5. Microbiological evaluation of goat Greek-style yogurt

Microbiological analyzes performed on the four caprine Greek-style yogurt formulations (CY, YP, YPY1 and YPY2) followed the methodologies described in the Standard Methods for Examination of Dairy Products (APHA, 2004), which consisted of 30 °C coliform counting and 45 °C expressed as Most Probable Number / gram (MPN / g) (method 7.030) and mold and yeast count expressed in Colony Forming Units / gram (CFU / g) (method 8.114).

2.6. Sensory Evaluation of Goat Greek-style Yogurt

Samples of the four developed goat Greek-style yogurt formulations (CY, YP, YPY1 and YPY2) were subjected to affective tests, recruiting 98 untrained judges. The samples passed the acceptance test, purchase intention test and preference test. Prior to the analysis, the project was submitted to Plataforma Brasil, and was evaluated and approved by the Research Ethics Committee of the UFPB Health Sciences Center under CAAE 12872519.4.0000.5188, in order to ensure that ethical standards, resolutions and regulatory guidelines involving research with human beings were respected, ensuring the rights, dignity, safety and well-being of the research participants. Before the analysis, the judges received a Free and Informed Concentration Term, in which they were informed about the research and its risks to participate, signing the document and concentrating their participation in the research. The acceptance test was performed by a 9-point hedonic scale, ranging from “like extremely” to “dislike extremely” with intermediate “neither like or dislike”, in which the texture, color, odor, taste and overall evaluation (Villanueva & Silva, 2009). The purchase intention test was rated on a 5-point scale, ranging from “would certainly buy” to “certainly would not buy” with intermediary “maybe buy, maybe not buy” (Cunha, Viotto, & Viotto, 2006). The preference test was based on preference ordering, as it was four samples (CY, YP, YPY1 and YPY2), where the judge expressed and ordered his preference between them (Venturini, Cavenaghi, Castillo, & Quiñones, 2011).

2.7. Statistical analysis

The results of the analyzes were statistically treated by applying the standard deviation, ANOVA and Tukey test ($p \leq 0.05$), for reliability and comparison of results. For this we used

the MS Excel® 2013 spreadsheet and the Action Stat software. For preference ordering analysis the statistical treatment was performed by Friedman test using the Newell and MacFarlane table to verify whether or not there is significant difference between the samples.

3 Results and Discussion

3.1 Results of microbiological analysis of goat Greek-style yogurt.

Microbiological analyzes applied to the four goat Greek-style yogurt formulations (CY, YP, YPY1 and YPY2) were performed before and after the sensory analysis, as a way to ascertain and ensure the microbiological safety of the product during the sensory analysis. For this, two samples were taken from each application and submitted to a microbiological analysis before the sensory analysis and another after. The microbiological criteria recommended by the Brazilian legislation for fermented milks were adopted (Normative Instruction No. 46 of October 23, 2007, from the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply). According to the legislation, fermented milks must have a coliform count of 30 °C maximum 10 MPN / g, whereas for coliforms at 45 °C maximum must be <3.0 MPN / g, and for molds and yeasts or limits is 5.0×10^1 CFU / g. (Brazil, 2007).

According to the results, goat Greek-style yogurts offered to judges during a sensory analysis, found with a microbial count according to the Brazilian fermented milk legislation, are not considered to be biohazard risks for the research participants. As the formulations CY, YP and YPY1 did not find modified microbiological results after sensory analysis. A CY had

a 9.2 MPN / g count for 30 °C coliforms, <3.0 MPN / g for 45 °C coliforms and 0.0×10^1 CFU / g for mold and yeast. As the YP and YPY1 formulations showed the same results for Coliforms at 30 °C and Coliforms at 45 °C, being <3.0 MPN / g, in relation to the count of mold and yeast, an YP applied with a result of 3.3×10^1 CFU / g, while for YPY1 or result was 0.0×10^1 CFU / g. On the other hand, an YPY2 before sensory analysis of its result for Coliforms at 30 °C was <3.0 MPN / g, and after 3.6 MPN / g. For a coliform analysis with 45 °C, YPY2 result was <3.0 MPN / g, and for molds and yeasts of 3.3×10^1 CFU / g, both before and after sensory analysis.

3.2 Results of sensory analysis of goat Greek-style yogurt.

A total of 98 judges were recruited to perform the sensory tests. 47 male judges aged 15 to 58 years, of whom 8 stated that they had the habit of consuming milk and goat dairy products, and 51 were female aged 15 to 49 years, of which 11 reported having the habit of consuming goat milk and dairy products. The panel of judges was composed by students, servants and outsourced from IFRN - Campus Currais Novos.

The averages of the acceptance test and purchase intention test results applied to the four goat Greek-style yogurt formulations are shown in Table 1.

3.2.1 Acceptance Test

Regarding texture, all samples presented statistical difference ($p \leq 0.05$). YP yogurt was the one with the highest average score, approaching the “like very much” and YPY2 yogurt the lowest, approaching the “neither like or dislike”. The average score attributed to goat Greek-

style yogurt CY, for this attribute, is close to “like moderately”, and for YPY1 yogurt to “like slightly”. Differences in textures were noted, as the protein present in GMCP associates with calcium molecules in clot formation and the starch present in AYE has the ability to bind to water molecules, thus the goat Greek-style yogurt YP, YPY1 and YPY2 showed more firmness than yogurt CY, making noticeable differences in texture.

The color of the CY and YP yogurts did not provide significant difference in the average of the scores ($p \leq 0.05$), being these the highest averages found and approaching the “like very much”. The YPY1 and YPY2 yogurts showed statistical difference among themselves and among the other samples ($p \leq 0.05$), while the YPY1 and YPY2 yogurts had the mean scores approximated to the “like moderately”, yet the YPY1 presented a higher mean than the YPY2 ($p \leq 0.05$). The perception of color difference is associated with enzymatic darkening that occurs in the yam when processed, which caused a slight darkening in the yogurt containing AYE, being sufficient to cause color difference between the samples, influencing the judges evaluation.

Goat Greek-style yogurt CY, YP and YPY1 had no statistical difference for the odor attribute ($p \leq 0.05$), approaching the “like moderately”. In relation to YPY2, this did not present statistical difference from YPY1, but differed from CY and YP ($p \leq 0.05$), but the mean of its scores was also close to the “like moderately”. Odor differences are associated with the addition of AYE at a concentration of 20% in YPY2, not pleasing to the judges.

For the taste attribute, yogurt CY and YP did not differ statistically from each other, but differed from yogurt YPY1 and YPY2 ($p \leq 0.05$), and yogurt YPY1 and YPY2 did not differ from each other ($p \leq 0.05$). The averages of the CY and YP yogurt scores close to the “like

moderately” and the YPY1 and YPY2 yogurts close to the “like slightly”. From the above, it is evident that the addition of AYE was the influencing factor in the difference in results.

Regarding the overall evaluation, the yoghurts CY and YP had no statistical difference between them, but differed from the yogurts YPY1 and YPY2 ($p \leq 0.05$), and the yogurts YPY1 and YPY2 did not differ from each other ($p \leq 0.05$). The averages of the CY and YP yogurt scores close to the “like very much” and the YPY1 and YPY2 yogurts next to the “like slightly”. The overall evaluation scores were used to calculate the acceptance index. The acceptance index is used to determine the acceptance of products, which are considered accepted when this index is at least 70% (Palermo, 2015). YP yogurt presented the highest acceptance rate of 84.22%, followed by the CY with acceptance rate of 82.00%. YPY1 yogurt had an acceptance rate of 70.33% and YPY2 66.44%. This is the only goat Greek-style yogurt considered not accepted, on the other hand, the addition of 20% aqueous yam extract and 2% of goat milk casein powder makes this yogurt a potentially functional product, which could influence the acceptance of this product if it were available on the market.

3.2.2 Purchase Intention Test

The average of the results for the purchase intention of the yogurt CY and YP showed no significant difference ($p \leq 0.05$), being these the highest averages found and approaching the “I would probably buy this product”. The YPY1 and YPY2 yogurts obtained statistical difference among themselves and among the other samples ($p \leq 0.05$), while the YPY1 and YPY2 yogurts had the mean scores approximated to “I doubt if I would buy or not this product”. YPY1 presented higher mean than YPY2 ($p \leq 0.05$).

3.2.3 Preference Test

In the preference ranking test, the goat Greek-style yogurt YP reached the highest preference among the judges, followed by the CY yogurt, but there was no statistical difference between the samples ($p \leq 0.05$). YPY1 and YPY2 yogurts showed statistical difference among themselves and among the other samples ($p \leq 0.05$), with YPY2 being the least preferred yogurt among all formulations.

4 Conclusion

The goat Greek-style yogurt formulations developed presented microbiological quality, meeting the Brazilian legislation for fermented milks. In all sensory tests the goat Greek-style YP stood out, obtaining the highest average scores for all attributes, with an acceptance index of 84.22%, besides being the formulation with the highest mean scores for purchase intention and highest preference among all samples. However, this formulation does not contain aqueous yam extract, a potentially functional ingredient rich in vitamins, minerals and polyphenols. Thus, further work will be done to improve the characteristics of yogurts YPY1 and YPY2, increasing the chances of acceptance of these yogurts by consumers, given the benefits that these yogurts can bring to those who consume them.

Acknowledgments

This work was carried out with the support of CAPES (Higher Education Personnel Improvement Coordination – Brazil) - Financing Code 001, the UFPB Development Institute of Paraíba (IDEP) and the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte (IFRN) – Currais Novos Campus.

Conflicts of Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

References

- Abdel-Hamid, M., Otte, J., De Gobba, C., Osman, A., & Hamad, E. (2017). Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity and antioxidant capacity of bioactive peptides derived from enzymatic hydrolysis of buffalo milk proteins. *International Dairy Journal*, 66, 91–98. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.006>
- APHA. (2004). *Standard Methods for the Examination of Dairy Products* (17th ed.; H. M. Wehr & J. F. Frank, Eds.). Washington, DC: AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.
- Bhandari, M. R., & Kawabata, J. (2004). Organic acid, phenolic content and antioxidant activity of wild yam (*Dioscorea* spp.) tubers of Nepal. *Food Chemistry*, 88(2), 163–168. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.12.027>
- Bhattacharjee, R., Nwadi, C. O., Saski, C. A., Paterno, A., Scheffler, B. E., Augusto, J., ... Bandyopadhyay, R. (2018). An EST-SSR based genetic linkage map and identification of QTLs for anthracnose disease resistance in water yam (*Dioscorea alata* L.). *PLOS ONE*, 13(10), e0197717. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197717>
- Brasil. (2007). Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Departamento de inspeção de produtos de origem animal. Instrução Normativa No 46 de 23 de outubro de 2007 *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados*. <http://agricultura.gov.br>
- Ceballos, L. S., Morales, E. R., de la Torre Adarve, G., Castro, J. D., Martínez, L. P., &

- Sampelayo, M. R. S. (2009). Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(4), 322–329. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.10.020>
- Chandan, R. C., & Kilara, A. (2013). *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks* (2nd ed.; J. Wiley & Sons, Eds.). <https://doi.org/10.1002/9780470277812>
- Cunha, C. R. da, Viotto, W. H., & Viotto, L. A. (2006). Use of low concentration factor ultrafiltration retentates in reduced fat “Minas Frescal” cheese manufacture: Effect on composition, proteolysis, viscoelastic properties and sensory acceptance. *International Dairy Journal*, 16(3), 215–224. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.03.004>
- Desai, N. T., Shepard, L., & Drake, M. A. (2013). Sensory properties and drivers of liking for Greek yogurts. *Journal of Dairy Science*, 96(12), 7454–7466. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6973>
- Espejo-Carpio, F. J., García-Moreno, P. J., Pérez-Gálvez, R., Morales-Medina, R., Guadix, A., & Guadix, E. M. (2016). Effect of digestive enzymes on the bioactive properties of goat milk protein hydrolysates. *International Dairy Journal*, 54, 21–28. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.10.006>
- Kukovics, S. (2018). *Goat Science* (1st ed.). <https://doi.org/10.5772/66562>
- Montalbano, M., Segreto, R., Di Gerlando, R., Mastrangelo, S., & Sardina, M. T. (2016). Quantitative determination of casein genetic variants in goat milk: Application in Girgentana dairy goat breed. *Food Chemistry*, 192, 760–764. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.075>
- O’Sullivan, A. M., O’Grady, M. N., O’Callaghan, Y. C., Smyth, T. J., O’Brien, N. M., & Kerry, J. P. (2016). Seaweed extracts as potential functional ingredients in yogurt. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 37, 293–299. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.07.031>
- Oladeji, A. E., Bussie, M.-D., Roman, F.-M., Ibironke, P., Robert, A., & Therese, G. (2016). Characterization and classification of the provitamin A carotenoids of deep yellow-fleshed bitter yam (*Dioscorea dumetorum*) varieties. *Journal of Food and Nutrition Research*, 4(10), 640–645. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.12691/jfnr-4-10-2>
- Palermo, J. R. (2015). *Análise sensorial: fundamentos e métodos* (1st ed.). Rio de Janeiro: Atheneu.
- Park, Y. W. (2017). Goat Milk - Chemistry and Nutrition. In *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals* (pp. 42–83). <https://doi.org/10.1002/9781119110316.ch2.2>
- Plé, C., Breton, J., Daniel, C., & Foligné, B. (2015). Maintaining gut ecosystems for health: Are transitory food bugs stowaways or part of the crew? *International Journal of Food Microbiology*, 213, 139–143. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.03.015>
- Poveda, J. M., & Cabezas, L. (2006). Free fatty acid composition of regionally-produced Spanish goat cheese and relationship with sensory characteristics. *Food Chemistry*, 95(2), 307–311. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.045>
- Queiroga, R. de C. R. do E., Santos, B. M., Gomes, A. M. P., Monteiro, M. J., Teixeira, S. M., de

- Souza, E. L., ... Pintado, M. M. E. (2013). Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. *LWT - Food Science and Technology*, 50(2), 538–544. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.011>
- Rani, S., Pooja, K., & Pal, G. K. (2017). Exploration of potential angiotensin converting enzyme inhibitory peptides generated from enzymatic hydrolysis of goat milk proteins. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 11, 83–88. <https://doi.org/10.1016/J.BCAB.2017.06.008>
- Ribeiro, A. C., & Ribeiro, S. D. A. (2010). Specialty products made from goat milk. *Small Ruminant Research*, 89(2–3), 225–233. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.12.048>
- Shujun, W., Hongyan, L., Wenyan, G., Haixia, C., Jiugao, Y., & Peigen, X. (2006). Characterization of new starches separated from different Chinese yam (*Dioscorea opposita* Thunb.) cultivars. *Food Chemistry*, 99(1), 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.008>
- Silva, C. S. A. (2015). *Desidratação de molho de tomate caseiro pelo método Foam-Mat* (Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte). Retrieved from <http://memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/832>
- Sousa, A. P. de. (2017). *Obtenção da fração proteica dioscorina de inhame: caracterização bioquímica e atividades biológicas* (Federal University of Paraíba). Retrieved from <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/9825>
- Uduwerella, G., Chandrapala, J., & Vasiljevic, T. (2017). Minimising generation of acid whey during Greek yoghurt manufacturing. *Journal of Dairy Research*, 84(3), 346–354. <https://doi.org/10.1017/S0022029917000279>
- Uluko, H., Zhang, S., Liu, L., Tsakama, M., Lu, J., & Lv, J. (2015). Effects of thermal, microwave, and ultrasound pretreatments on antioxidative capacity of enzymatic milk protein concentrate hydrolysates. *Journal of Functional Foods*, 18, 1138–1146. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.11.024>
- Venturini, A. C., Cavenaghi, Â. D., Castillo, C. J. C., & Quiñones, E. M. (2011). Sensory and microbiological evaluation of uncured fresh chicken sausage with reduced fat content. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(3), 629–634. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000300012>
- Villanueva, N. D. M., & Silva, M. A. A. P. da. (2009). Comparative performance of the nine-point hedonic, hybrid and self-adjusting scales in the generation of internal preference maps. *Food Quality and Preference*, 20(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.06.003>

Tables

Table 1 Average values of acceptance test and purchase intention test scores applied to the four goat Greek-style yogurt formulations

<i>Attributes</i>	<i>Formulations</i>			
	CY	YP	YPY1	YPY2
<i>*Texture</i>	7,48 (±1,36) ^b	8,06 (±1,05) ^a	6,37 (±1,70) ^c	5,49 (±2,00) ^d
<i>*Color</i>	8,03 (±1,06) ^a	8,12 (±0,90) ^a	7,40 (±1,26) ^b	6,92 (±1,62) ^c
<i>*Odor</i>	7,34 (±1,37) ^a	7,50 (±1,42) ^a	7,00 (±1,53) ^{ab}	6,74 (±1,56) ^b
<i>*Taste</i>	7,21 (±1,71) ^a	7,48 (±1,59) ^a	6,48 (±1,85) ^b	6,00 (±1,79) ^b
<i>*Overall Evaluation</i>	7,53 (±1,32) ^a	7,73 (±1,23) ^a	6,46 (±1,49) ^b	6,10 (±1,65) ^b
<i>*Purchase Intention</i>	3,95 (±1,10) ^a	4,20 (±1,00) ^a	3,08 (±1,03) ^b	2,54 (±1,09) ^c

CY – Goat Greek-style yogurt formulated from goat milk; YP - Goat Greek-style yogurt formulated from goat milk and 2% GMCP; YPY1 - Goat Greek-style yogurt formulated from 90% goat milk, 10% AYE and 2% GMCP; YPY2 - Goat Greek-style yogurt formulated from 80% goat milk, 20% AYE and 2% GMCP.

* Means ± standard deviation with different lower-case letter in the same line denote statistical difference between formulations based on ANOVA and test of Tukey ($p \leq 0.05$).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os experimentos desenvolvidos apresentaram os resultados de forma a cumprir os objetivos propostos e as hipóteses foram confirmadas. O EAI e a CPLC apresentaram ação hidrocolóide, como demonstram os resultados das análises físico-químicas e tecnológicas. Além disso, a adição de CPLC ao iogurte tipo grego caprino, proporcionou maior aceitação sensorial por parte dos consumidores. Dessa forma, a incorporação desses insumos agregou valor ao iogurte tipo grego caprino desenvolvido, sem a necessidade de utilizar aditivos espessantes, gelificantes, estabilizantes e conservantes.

A incorporação do EAI ao iogurte tipo grego caprino reduziu a susceptibilidade à sinérese, pH, teores de gordura e sólidos totais, e aumentou o rendimento e a acidez dos iogurtes. Já a adição da CPLC aumentou a capacidade de retenção de água, rendimento, teores de proteína e a acidez, com redução do teor de sólidos totais e pH dos iogurtes. O iogurte tipo grego caprino IPI1, foi a formulação que apresentou melhores parâmetros físico-químicos e tecnológicos. A adição do EAI e da CPLC, na elaboração de iogurte tipo grego caprino, geram um novo produto lácteo caprino com características desejáveis e qualidade nutricional, além de proporcionar a possibilidade de ampliar as opções de produtos lácteos caprinos encontrados no mercado.

As formulações de iogurte tipo grego caprino desenvolvidas apresentaram qualidade higiênico-sanitária, atendendo a legislação nacional para leites fermentados. Em todos os testes sensoriais o iogurte tipo grego caprino IP se destacou, obtendo as maiores médias dos escores para todos os atributos, com índice de aceitação de 84,22%, além de ser a formulação com maior média dos escores para intenção de compra e maior preferência entre todas as amostras. Apesar dessa formulação não conter em sua composição o extrato aquoso de inhame, um insumo potencialmente funcional, rico em vitaminas, minerais e polifenóis, a presença da caseína em pó de leite caprino pode trazer benefícios aos consumidores, pois, essas proteínas são precursoras de peptídeos bioativos que possuem ação antioxidante, anti-hipertensiva e antiglicêmica.

Tendo em vista os resultados alcançados para o iogurte tipo grego caprino IPI1, o grupo de pesquisa pretende desenvolver trabalhos futuros avaliando esse produto, tendo como variável o tempo de dessoragem, buscando aprimorar as características do produto e a aceitação por parte dos consumidores. Pretende-se também avaliar a ação antimicrobiana e

antioxidante dos quatro iogurtes tipo grego caprino elaborados, como também do soro resultante da etapa de dessoragem.

Os experimentos realizados e os resultados obtidos podem servir de base para outros estudos que envolvam leites fermentados caprinos, tendo em vista a baixa viscosidade desses e os resultados encontrados nessa dissertação, como também a utilização da caseína do leite de cabra e o amido do inhame (*D. cayennensis*) como potenciais hidrocolóides para indústria de alimentos.

APÊNDICE

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Nome: _____

Data: ____/____/____

Idade: ____

Sexo: M() F()

Você possui o hábito de consumir leite ou derivados lácteos caprino? Sim() Não()

Se sim, com qual frequência? _____

Você está recebendo quatro amostras de iogurte tipo grego caprino, adicionadas de extrato aquoso de inhame e proteína em pó de leite de cabra. Prove as amostras da esquerda para a direita e avalie como solicitado. Pedimos para que entre uma amostra e outra seja consumido um pouco de biscoito de água e sal e tome-se um pouco de água.

Escala Hedônica
9 gostei muitíssimo
8 gostei muito
7 gostei moderadamente
6 gostei ligeiramente
5 nem gostei/ nem desgostei
4 desgostei ligeiramente
3 desgostei moderadamente
2 desgostei muito
1 desgostei muitíssimo

Utilizando a escala hedônica acima, prove as amostras e indique sua opinião em relação à textura, cor, odor, sabor, e avaliação global.

Código da Amostra	Textura	Cor	Odor	Sabor	Avaliação Global

Escala de Atitude
5 Eu certamente compraria este produto
4 Eu provavelmente compraria este produto
3 Tenho dúvidas se compraria ou não este produto
2 Eu provavelmente não compraria este produto
1 Eu certamente não compraria este produto

Utilizando a escala acima, indique qual seria sua atitude em relação à compra do produto.

Código da Amostra	Intenção de Compra

Ordene as amostras de forma crescente de sua preferência entre as quatro oferecidas.

 (1)
 (menos preferida)

 (2)

 (3)

 (4)
 (mais preferida)

Comentários: _____

Agradecemos a sua participação!

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre a elaboração de produto lácteo caprino tipo iogurte grego, adicionado de extrato de inhame (*Dioscorea cayennensis*) e proteína em pó de leite de cabra e está sendo desenvolvida pelo pesquisador Ramon Araújo dos Santos, aluno do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, nível de mestrado, da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação da Professora Tatiane Santi Gadelha.

Os objetivos do estudo são desenvolver um produto lácteo tipo iogurte grego com adição de extrato de inhame e proteína em pó de leite caprino, avaliar as características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais do produto elaborado, analisar a interferência do extrato de inhame e da proteína em pó no rendimento do produto elaborado, verificar a influência da adição do extrato de inhame na textura do produto final e observar a atuação da proteína em pó na prevenção da sinérese do produto final.

A finalidade deste trabalho é contribuir para o desenvolvimento de um produto lácteo caprino com valor biológico agregado.

Os resultados obtidos nessa pesquisa serão de grande importância para a comunidade científica, podendo servir como base para o desenvolvimento de outros trabalhos, além disso, possibilitará a inserção de um novo produto no mercado, que proporcionará aos consumidores benefícios à saúde, devido as propriedades do inhame, do leite de cabra e da proteína do leite de cabra, uma vez que são insumos ricos em vitaminas, minerais e peptídeos bioativos de alto valor biológico.

Solicitamos a sua colaboração para preencher a ficha de avaliação dos iogurtes tipo grego caprino através de testes afetivos, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de ciências agrárias e publicar em revista científica. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informamos que essa pesquisa pode oferecer riscos para a sua saúde, entretanto, os iogurtes tipo grego caprino oferecidos foram avaliados microbiologicamente antes da realização dessa análise e os níveis microbiológicos encontram-se de acordo com a legislação para leites

fermentados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, como também serão avaliados microbiologicamente após o fim dessa análise, como forma de garantir que os produtos não oferecem riscos à saúde dos participantes. Ressaltamos que por se tratar de um produto lácteo, os iogurtes tipo grego a serem avaliados possuem lactose na sua composição, podendo oferecer riscos para intolerantes à lactose, que devem tomar os devidos cuidados após a participação nessa pesquisa, como por exemplo a ingestão de enzima lactase, para evitar que transtornos relativos a intolerância à lactose ocorram.

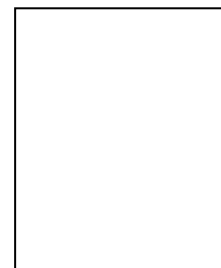
Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador. Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano.

Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados.

Assinatura do Participante da Pesquisa

OBSERVAÇÃO: (em caso de analfabeto - acrescentar)



Espaço para impressão

dactiloscópica

Assinatura da Testemunha

Contato do Pesquisador Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o pesquisador
Ramon Araújo dos Santos

Endereço: Rua Manoel Lopes Filho, nº 773. Valfredo Galvão. Currais Novos-RN. CEP:
59.380-000. IFRN – *Campus* Currais Novos.

Telefone: (84) 99993-5062

Ou

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da
Paraíba Campus I - Cidade Universitária - 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa/PB

☎ (83) 3216-7791 – E-mail: **comitedeetica@ccs.ufpb.br**

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Participante

Obs.: O sujeito da pesquisa deverá rubricar todas as folhas do TCLE apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

ANEXO

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: ELABORAÇÃO DE PRODUTO LÁCTEO CAPRINO TIPO IOGURTE GREGO, ADICIONADO DE EXTRATO DE INHAME (*Dioscorea Cayennensis*) E LIOFILIZADO PROTEICO DE LEITE DE CABRA.

Pesquisador: RAMON ARAUJO DOS SANTOS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 12872519.4.0000.5188

Instituição Proponente: Universidade Federal da Paraíba/Centro de Tecnologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.430.158

Apresentação do Projeto:

O projeto ELABORAÇÃO DE PRODUTO LÁCTEO CAPRINO TIPO IOGURTE GREGO, ADICIONADO DE EXTRATO DE INHAME (*Dioscorea Cayennensis*) E LIOFILIZADO PROTEICO DE LEITE DE CABRA, pertence ao aluno de mestrado RAMON ARAUJO DOS SANTOS do PPGCTA/CT/UFPB.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Desenvolver um produto lácteo tipo iogurte grego livre com adição de extrato de inhame e de liofilizado proteico de leite caprino.

Objetivo Secundário:

Avaliar as características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais do produto elaborado. Analisar a interferência do extrato de inhame e do liofilizado proteico no rendimento do produto elaborado. Verificar a influência da adição do extrato de inhame na textura do produto final. Observar a atuação do liofilizado proteico na prevenção da sinérese do produto final.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A participação nessa pesquisa expõe os participantes aos mesmos riscos que correm ao consumir

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

CEP: 58.051-900

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

**UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA**



Continuação do Parecer: 3.430.158

qualquer alimento. Entretanto, como forma de amenizar esses riscos, os produtos em estudo nessa pesquisa serão elaborados em uma Unidade de Beneficiamento de Leite, situada no IFRN Campus Currais Novos, que possui toda estrutura adequada para o processamento de leite, dessa forma, os iogurtes tipo grego de leite de cabra

elaborados passarão por tratamento térmico do leite e demais insumos, fermentação realizada com controle de temperatura e utilização de cultura microbiana liofilizada e acondicionamento sob refrigeração, além de adotar as Boas Práticas de Fabricação ao longo de todas as etapas de produção. Quando elaborados, os iogurtes tipo grego passarão por análise microbiológica antes e após a realização da análise sensorial, tomando como base os critérios microbiológicos adotados pela legislação nacional vigente para leites fermentados, como forma de garantir que os produtos consumidos pelos participantes da pesquisa não apresentem riscos à saúde dos mesmos. Durante a fermentação do leite, grande parte da lactose presente no mesmo é consumida pelas bactérias presentes na cultura microbiana, que por sua vez liberam ácido láctico que contribui na formação do iogurte, mesmo assim, os leites fermentados possuem lactose em sua composição, podendo esse produto oferecer riscos de distúrbios gastrointestinais para intolerantes à lactose, dependendo do nível de intolerância, dessa forma, no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), estará expresso que os produtos a serem avaliados contém lactose e que por isso podem oferecer riscos a intolerantes à lactose, como forma de evitar que transtornos dessa natureza ocorram e esclarecer os cuidados que essas pessoas precisam tomar após participar da pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto em de pesquisa agora encontra-se bem instruído, seguindo as normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde que rege as pesquisas envolvendo seres humanos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O pesquisador instrui bem no TCLE os riscos a saúde para os participantes sobre a questão da intolerância da lactose no seu produto.

Recomendações:

Recomenda-se aprovar!

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado!

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

**UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA**



Continuação do Parecer: 3.430.158

Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa. Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1347169.pdf	25/05/2019 00:04:18		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	NOVOTCLE.pdf	25/05/2019 00:01:02	RAMON ARAUJO DOS SANTOS	Aceito
Outros	cartas.pdf	01/05/2019 15:55:08	RAMON ARAUJO DOS SANTOS	Aceito
Outros	certidaodeaprovacao.pdf	01/05/2019 15:51:58	RAMON ARAUJO DOS SANTOS	Aceito
Outros	instrumentodecoleta.pdf	01/05/2019 15:50:26	RAMON ARAUJO DOS SANTOS	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	01/05/2019 15:49:13	RAMON ARAUJO DOS SANTOS	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	01/05/2019 15:48:46	RAMON ARAUJO DOS SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetofinalcompleto.pdf	01/05/2019 15:47:17	RAMON ARAUJO DOS SANTOS	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	01/05/2019 15:42:25	RAMON ARAUJO DOS SANTOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



Continuação do Parecer: 3.430.158

JOAO PESSOA, 02 de Julho de 2019

Assinado por:

Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador(a))

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br