



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL**

**AVALIAÇÃO DE ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICO-  
QUÍMICAS, ANTIOXIDANTES E SENSORIAIS DE  
IOGURTE ELABORADO COM POLPA DE NONI (*Morinda  
citrifolia* L.) E ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.)**

**ANDREZZA ASSIS CRUZ MOURA**

**MOSSORÓ / RN - BRASIL  
DEZEMBRO / 2014**

ANDREZZA ASSIS CRUZ MOURA

**AVALIAÇÃO DE ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICO-  
QUÍMICAS, ANTIOXIDANTES E SENSORIAIS DE  
IOGURTE ELABORADO COM POLPA DE NONI (*Morinda  
citrifolia* L.) E ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Sc. Edna Maria Mendes Aroucha - UFERSA

Co-orientador: Prof. Dr. Sc. Vílson Alves de Góis - UFERSA

MOSSORÓ - RN - BRASIL  
DEZEMBRO - 2014

**O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de seus autores**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)  
Setor de Informação e Referência**

M929a Moura, Andrezza Assis Cruz

Avaliação de algumas propriedades físico-químicas, antioxidantes e sensoriais de iogurte elaborado com polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.) e acerola (*Malpighia emarginata* DC.) / Andrezza Assis Cruz Moura -- Mossoró, 2015.  
65f.: il.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Edna Maria Mendes Aurocha  
Co-orientador: Prof. Dr. Vílson Alves de Góis

Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação.

1. Iogurte. 2. Frutos. 3. Análise sensorial. 4. Substâncias Antioxidantes. 5. Leite. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/086-15

CDD: 637.1476

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba  
CRB-15/452

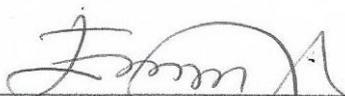
ANDREZZA ASSIS CRUZ MOURA

**AVALIAÇÃO DE ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICO-  
QUÍMICAS, ANTIOXIDANTES E SENSORIAIS DE  
IOGURTE ELABORADO COM POLPA DE NONI (*Morinda  
citrifolia* L.) E ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

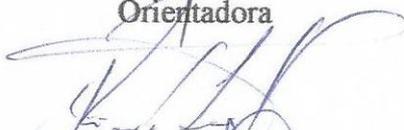
**APROVADA EM: 11 de dezembro de 2014**

BANCA EXAMINADORA:



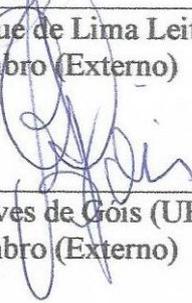
---

Prof. Dra. Sc. Edna Maria Mendes Aroucha (UFERSA)  
Orientadora



---

Prof. Dr. Sc. Ricardo Henrique de Lima Leite (UFERSA)  
Primeiro Membro (Externo)



---

Prof. Dr. Sc. Vilson Alves de Góis (UFERSA)  
Segundo Membro (Externo)

Aos meus filhos, Marco Vítor e Maria  
Fernanda, responsáveis por eu não  
desistir de continuar, de lutar e de  
vencer...

**DEDICO**

“Se não houver vento, reme.”

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por não permitir que eu desanimasse.

Aos meus pais, Nilson e Maeve, pelo apoio e incentivo para que eu chegasse até aqui.

Ao meu esposo, Felipe Barreto, pela contribuição, paciência e companheirismo durante esta caminhada.

Aos meus filhos, Marco Vítor e Maria Fernanda, pela compreensão da minha ausência.

Aos meus familiares que me ajudaram direta ou indiretamente.

À UFERSA e à UFRN, em especial ao Programa de Pós Graduação em Produção Animal – PPGPA, pela grande contribuição na minha formação profissional.

A minha orientadora Edna Maria Mendes Aroucha pela orientação e confiança para a realização deste trabalho.

À Mônica Cristina, pelos momentos de estudo e construção da nossa amizade.

Aos colegas do Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UFERSA, pelos momentos de alegria e descontração, tornando a difícil jornada mais agradável.

**AVALIAÇÃO DE ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS,  
ANTIOXIDANTES E SENSORIAIS DE IOGURTE ELABORADO COM POLPA  
DE NONI (*Morinda citrifolia* L.) E ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.)**

MOURA, Andrezza Assis Cruz. AVALIAÇÃO DE ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, ANTIOXIDANTES E SENSORIAIS DE IOGURTE ELABORADO COM POLPA DE NONI (*Morinda citrifolia* L.) E ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.). 2014. 65f. Dissertação de Mestrado em Produção Animal: Sistemas de produção sustentáveis - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

## **RESUMO**

A inovação na elaboração de produtos é uma finalidade constante na indústria de alimentos, visando agregar atributos de qualidade diferencial. Por isso, o desenvolvimento de novos sabores de iogurtes de frutas tende a ser bem recebido pelos consumidores do produto, ainda mais se possuírem alguma propriedade antioxidante. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar algumas propriedades físico-químicas, antioxidantes e sensoriais de iogurte elaborado com polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.) e acerola (*Malpighia emarginata* DC.). Para isto, foram desenvolvidas as seguintes formulações: F1- iogurte natural (controle); F2 - iogurte com polpa de acerola (2,5%); F3 - iogurte com polpa de noni (2,5%); F4 - iogurte misto com polpa de acerola (1,25%) e noni (1,25%); F5 – iogurte com polpa de acerola (5%); F6 - iogurte com polpa de noni (5%); F7 - iogurte com polpa de acerola (2,5%) e noni (2,5%). Foram realizadas análises físico-químicas (pH, acidez titulável, gordura láctea e proteínas lácteas), teor de compostos fenólicos, atividade antioxidante e análises sensoriais (consistência, aceitação e intenção de compra). Os dados foram avaliados pelo Teste de Scott-Knott e de Friedman com probabilidade de 5%. Todos os iogurtes apresentaram qualidade físico-química conforme o padrão de qualidade estabelecido pela legislação brasileira. Houve efeito de tratamento para os parâmetros físico-químicos, exceto pH. Os iogurtes formulados somente com acerola (2,5% e 5%) apresentaram maiores atividades antioxidantes (51,56% e 79,83%, respectivamente). Houve efeito de tratamento para os atributos sensoriais avaliados. As formulações F1, F2 e F4 obtiveram as maiores consistências. A formulação com 5% de noni apresentou a menor aceitação e a menor intenção de compra. As formulações com noni a 2,5% e acerola a 2,5% apresentaram menores rejeições. A aceitação dos iogurtes formulados foi semelhante ao do iogurte natural. Assim, as novas formulações apresentam grande potencialidade comercial.

**PALAVRAS-CHAVE:** leite, frutos, fenólicos, consistência.

## **PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES, ANTIOXIDANTS AND SENSORY EVALUATION OF YOGURT MANUFACTURED FROM NONI (*Morinda citrifolia* L.) AND ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.) PULP**

MOURA, Andrezza Assis Cruz. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES, ANTIOXIDANTS AND SENSORY EVALUATION OF YOGURT MANUFACTURED FROM NONI (*Morinda citrifolia* L.) AND ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.) PULPS. 2014. 65f. Dissertation (MSc. in Animal Production: sustainable production systems) - Universidad Federal Rural do Semi Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

### **ABSTRACT**

Innovation in products elaboration is a constant purpose in the food industry in order to get differential quality attributes. For this, the development of new flavors fruit yogurt may be well received by consumers of the product, especially if these present some antioxidant properties. Thus, this study aimed to evaluate some physical and chemical properties, antioxidants and sensory of yogurt manufactured from noni pulp (*Morinda citrifolia* L.) and acerola (*Malpighia emarginata* DC.) pulp. For this, the following formulations were developed: F1- natural yogurt (control); F2 - yogurt with acerola pulp (2.5%); F3 - yogurt with noni pulp (2.5%); F4 - mixed yogurt with acerola pulp (1.25%) and noni pulp (1.25%); F5 - yogurt with acerola pulp (5%); F6 - yogurt with noni pulp (5%); F7 - mixed yogurt with acerola pulp (2.5%) and noni pulp (2.5%). The physical and chemical analysis (pH, titratable acidity, milk fat and protein), phenolic content, antioxidant activity and sensory analysis (consistency, acceptance and purchase intent) were carried out in yogurt. The data were evaluated by the Scott-Knott test and Friedman with probability of 5%. All yogurts showed physical and chemical quality according to the quality standard established by Brazilian legislation. There was treatment effect on physical and chemical parameters, except to pH. The yogurts manufactured with only acerola (2.5% and 5%) obtained higher antioxidant activity (51.56% and 79.83%, respectively). There was treatment effect for the sensory attributes evaluated. The formulations F1, F2 and F4 obtained higher consistency. The yogurt with 5% noni obtained lower acceptance and purchase intention. The yogurts with noni 2.5% and 2.5% acerola obtained lower rejections. The yogurt manufactured showed acceptance similar to the natural yogurt. Thus, the new yogurt formulations show great commercial potential.

**Keywords:** milk, fruits, phenolic, consistency.

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS .....	12
LISTA DE TABELAS .....	14
LISTA DE FIGURAS .....	15
LISTA DE EQUAÇÕES .....	16
APÊNDICES .....	17
1 INTRODUÇÃO .....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	20
2.1 Origem e economia do iogurte .....	20
2.2 Iogurte: conceito e classificação .....	21
2.3 Características físico-químicas de iogurte .....	23
2.4 Características sensoriais de iogurte .....	24
2.5 Radicais livres versus antioxidantes.....	25
2.6 Características funcionais de noni e de acerola.....	27
3 ARTIGO.....	31
3.1 Introdução .....	33
3.2 Material e métodos.....	35
3.2.1 <i>Processo de fabricação dos iogurtes</i> .....	35
3.2.2 <i>Elaboração dos iogurtes acrescidos das polpas</i> .....	36
3.2.3 <i>Análises físico-químicas</i> .....	36
3.2.4 <i>Análise sensorial</i> .....	40
3.2.5 <i>Análises estatísticas</i> .....	41
3.3 Resultados e discussão .....	42
3.3.1 <i>Acidez titulável</i> .....	42
3.3.2 <i>pH</i> .....	43
3.3.3 <i>Matéria gorda láctea</i> .....	43
3.3.4 <i>Proteínas lácteas</i> .....	45
3.3.5 <i>Fenólicos totais</i> .....	45
3.3.6 <i>Atividade antioxidante</i> .....	46
3.3.7 <i>Análise sensorial</i> .....	47

3.4 Conclusão.....	51
4 REFERÊNCIAS .....	53
APÊNDICE I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	64
APÊNDICE II – Tabela 4.....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

% - percentagem.

°C - Graus Celsius.

°BRIX - índice de refração (escala numérica).

AG – ácido gálico.

AT – acidez titulável.

DIC - Delineamento inteiramente casualizado.

DNA – Ácido Desoxirribonucléico.

DPPH - 2,2-difenil-1-picrilidrazil.

Ex. – exemplo.

f. – folhas.

F – fator de correção da solução.

FAOESTAT – Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas.

g – grama.

h – hora.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IC<sub>50</sub> – coeficiente de inibição.

IN – Instrução Normativa.

ISSN - Número Internacional Normalizado para Publicações Seriadas (International Standard Serial Number)

kg – quilograma.

m – massa da amostra.

MAPA - Ministério da Agricultura Pesca e Abastecimento.

mg – miligrama.

ml – mililitro.

m/v – massa por volume.

n. – número.

nm – nanometro.

p – probabilidade.

PET - Politereftalato de etileno (polímero termoplástico).

pH – potencial hidrogeniônico.

POF – Pesquisa de Orçamentos Familiares.

PPGPA - Programa de Pós-graduação em Produção Animal.

rpm – rotação por minuto.

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

UFERSA - Universidade Federal Rural Do Semi-Árido.

V – valor lido na escala.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Concentrações de frutos utilizados nas diferentes formulações de iogurtes.....	36
Tabela 2. Instrumento de coleta de dados utilizado para análise sensorial de sete formulações de iogurte .....	41
Tabela 3. Análise sensorial de sete formulações de iogurte com acerola ( <i>Malpighia emarginata</i> DC.) e noni ( <i>Morinda citrifolia</i> L.) .....	47
Tabela 4. Médias e desvios padrões das características físico-químicas de sete formulações de iogurte de acerola ( <i>Malpighia emarginata</i> DC.) e noni ( <i>Morinda citrifolia</i> L.) .....	65

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplos do fruto noni ( <i>Morinda citrifolia</i> L.) .....	28
Figura 2. Exemplos da fruta acerola ( <i>Malpighia emarginata</i> DC.) .....	29
Figura 3. Fluxograma do processo de desenvolvimento dos iogurtes produzidos com diferentes concentrações de polpas de noni e acerola.....	35
Figura 4. Acidez titulável e pH de sete formulações de iogurte.....	42
Figura 5. Matéria gorda láctea e proteínas lácteas de sete formulações de iogurte.....	44
Figura 6. Fenólicos totais e atividade antioxidante de sete formulações de iogurte.....	46
Figura 7. Consistência, aceitação e intenção de compra de sete formulações de iogurte.....	48
Figura 8. Frequência das notas obtidas no teste de intenção de compra das diferentes formulações de iogurte estudadas.....	50

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. % Matéria gorda.....	37
Equação 2. % Nitrogênio total.....	38
Equação 3. % Protídeos.....	38
Equação 4. % Inibição.....	39

## APÊNDICES

Apêndice I. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	64
Apêndice II. Tabela 4.....	65

## 1 INTRODUÇÃO

O iogurte é um leite fermentado que se destaca pelo seu valor nutritivo, digestibilidade e benefícios à saúde, e por ser considerado um alimento probiótico (THAMER & PENNA, 2006), por conter em sua formulação bactérias vivas e ativas, além disso, tem grande aceitabilidade, pois agrada a todas as faixas etárias. Devido a sua acessibilidade por todas as classes sociais e custo baixo é bastante consumido. No Brasil, o consumo de iogurte cresceu consideravelmente nos últimos anos, aumentando de 3,5% em 2007 (NIELSEN, 2007) para 13% em 2011 (NIELSEN, 2011).

Atualmente o mercado de alimentos visa atender consumidores mais exigentes, não somente por alimentos sensorialmente atrativos, mas que apresentem elevado valor nutritivo com propriedades funcionais (THAMER & PENNA, 2006), importantes para o bom funcionamento do organismo. São exemplos de substâncias bioativas ou funcionais, os compostos fenólicos (flavonóides e taninos), bem como a vitamina C (MORAES, 2007).

A procura por alimentos com qualidade, praticidade, propriedade funcionais, segurança e preços acessíveis vem crescendo e, assim, as inovações na elaboração dos produtos é objetivo constante na indústria de alimentos, que visa agregar atributos de qualidade diferencial ao produto. Nesse sentido, os produtos com formulação mista, elaborados com produto de origem animal e vegetal, como os iogurtes mistos com polpas ou geléias de frutas (GIESE et al., 2010), garantem boa comercialização no mercado.

As características físicas, químicas, microbiológicas, funcionais e sensoriais devem ser uma preocupação na elaboração de um novo produto, pois esses determinam, juntamente com o preço, a aquisição de um produto. Dentre estes, pode-se destacar os antioxidantes presentes em frutas e hortaliças que desempenham muitas funções na prevenção de doenças degenerativas, tais como as doenças cardiovasculares (KEENAN et al., 2012). Mais de 30% dos compostos fenólicos da alimentação são obtidos pela ingestão de sumos de frutas (ESCARPA & GONZÁLEZ, 2001).

Nesse contexto, frutas exóticas com algum atributo funcional, como o noni (*Morinda citrifolia* Linn), têm ganhado cada vez mais espaço, tanto pela busca dos benefícios que pode proporcionar, como pela procura por diferentes tipos de fontes alimentares. O noni apresenta compostos bioativos, como fenólicos, carotenóides e vitamina C (CANUTO et al., 2010) e tem atividade antioxidante, variando em função da porção do fruto (COSTA et al., 2013). Da mesma forma é a acerola (*Malpighia emarginata* DC.), que possui elevados teores de vitamina C (ácido ascórbico), e dependendo do estágio de maturação (ASSIS et al., 2001) e

híbrido do fruto (ARAÚJO et al., 2009), os teores podem variar de 830 a 4000 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa, representando cerca de 50 a 100 vezes o teor de vitamina C no suco de laranja ou limão (NOGUEIRA et al., 1993).

O iogurte com frutas é bem aceito, por isso, o desenvolvimento de novos sabores deste alimento tende a ser bem recebido pelos consumidores do produto (SCHMIDT et al., 2012). Entretanto, para uma nova elaboração, vários testes são necessários (LIMA et al., 2003; LOURES et al., 2010). A legislação brasileira através da Instrução Normativa nº 46, de 23/10/2007 - MAPA (BRASIL, 2007b) estabelece os parâmetros físico-químicos do iogurte. Apesar disso, a análise sensorial, outro importante instrumento, é bastante usada para avaliar as características, como cor, aroma, sabor, consistência e preferência (LOURES et al., 2010), antes de serem inseridos no mercado.

Giese et al. (2010) verificaram em seus estudos sobre caracterização físico-química e sensorial de iogurtes comerciais que os produtos com menor acidez foram os preferidos pelos consumidores. Na elaboração de iogurte com diferentes concentrações de concentrado protéico houve alteração na aparência, aroma, sabor e textura do produto (LOURES et al., 2010), assim, percebe-se que a análise sensorial é uma boa ferramenta para avaliar a aceitação do produto.

Pereira et al. (2012) avaliaram o potencial antioxidante de iogurtes com pedaços de manga, ananás, ameixa e pêssego e observaram maiores teores de tocoferóis e fenóis no iogurte de pêssego, que também obteve o menor valor de IC<sub>50</sub> nos ensaios da atividade captadora de DPPH (20,67 mg/mL), portanto maior atividade antioxidante.

Sabendo-se que a adição de compostos ao iogurte interfere na sua qualidade e aceitação, este trabalho teve por objetivo avaliar algumas propriedades físico-químicas, antioxidantes e sensoriais de iogurte elaborado com polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.) e acerola (*Malpighia emarginata* DC.).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Origem e economia do iogurte

O iogurte teve sua origem provável nas regiões próximas ao Mediterrâneo, onde povos nômades dessas regiões montanhosas atravessavam o deserto com camelos transportando leite *in natura*, acondicionado em bolsas confeccionadas com pele de cabra, para seu próprio alimento. O contato das bolsas com o corpo dos camelos oferecia ótimas condições de temperatura para o crescimento de bactérias termófilas produtoras de ácido láctico. Ao consumir o leite fermentado, os nômades perceberam um produto com sabor agradável e de conservação mais estável que o leite (MARTIN, 2002).

O leite fermentado com elevada acidez não permitia o desenvolvimento de bactérias patogênicas, e como seu consumo não causava prejuízo à saúde, logo esse alimento se tornou popular, sendo oferecido às crianças até mesmo na desmama (ORDÓÑEZ, 2005).

Em meados de 1960, a adição de frutas ao produto, teve por objetivo atenuar o seu sabor ácido, o que possibilitou uma maior aceitação, popularizando-o assim em todas as classes sociais e faixas etárias. Simultaneamente, promoveu-se uma ampla divulgação das suas qualidades nutritivas e terapêuticas, levando a um considerável aumento no seu consumo (MOREIRA et al., 1999).

Nos últimos 20 anos, a fabricação de iogurte no Brasil cresceu de maneira considerável, registrando atualmente uma produção média de 400 mil toneladas por ano, o que representa 76% do total de produtos lácteos (SANTANA, 2006), no entanto, apesar da grande variedade de sabores e marcas disponíveis no mercado, o consumo de iogurte é pequeno quando comparado a países como a França, Uruguai e Argentina, onde o consumo per capita varia de 7 a 19 kg ao ano (BOLINI & MORAES, 2004). Entretanto, no Brasil, a expansão de 6,2% do setor de alimentos no primeiro bimestre de 2014 foi impulsionada, principalmente, pelo aumento na produção de iogurte adicionado de frutas, leite em pó e farinhas e "pellets" da extração do óleo de soja (BRASIL, 2014).

Do ponto de vista econômico, o iogurte é um derivado do leite que apresenta uma das melhores margens de rentabilidade para o fabricante de produtos lácteos, devido ao fato de não passar por nenhum processo de concentração. Assim sendo, seu mercado já representa 80% do mercado de refrigerados, sendo 84% das vendas de produtos regulares (integrais), 8% de produtos "light/diet" e 8% de produtos com propriedades funcionais, no entanto, os iogurtes funcionais ultrapassaram os iogurtes "light" em faturamento (GALLINA, 2010).

Estima-se que o mercado global de iogurtes deverá superar 67 bilhões de dólares até 2015, impulsionado pelo crescente desejo dos consumidores por produtos saudáveis, nutritivos e funcionais ou, ainda, de baixo valor calórico (RIBEIRO et al., 2010; GALLINA et al., 2011).

## 2.2 Iogurte: conceito e classificação

Os iogurtes são produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, por fermentação láctica mediante ação dos *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, sendo cultivos proto-simbióticos, aos quais podem acompanhar de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final (BARBOSA et al., 2012). Estes microorganismos devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final e durante seu prazo de validade (BRASIL, 2007b).

No início da fermentação, o pH do leite favorece o desenvolvimento do *Streptococcus thermophilus*, e com o aumento do teor de ácido láctico produzido a partir da lactose, crescem os *Lactobacillus bulgaricus* (PEREIRA et al., 2012), juntamente com a produção de acetaldeído, principal responsável pelo aroma característico do iogurte (MACEDO & MORITZ, 2013).

A composição química do iogurte é composta por água, proteínas, açúcares, minerais, gorduras e vitaminas. Todos esses componentes são importantes aliados para a saúde, visto que as proteínas são necessárias para a formação e reparo do tecido muscular, as gorduras e os açúcares são fontes de energia, os minerais, especialmente o cálcio, são importantes na formação dos ossos e dentes, principalmente em crianças e mulheres grávidas (BEZERRA, 2008).

A legislação brasileira vigente (Instrução Normativa nº 46, de 23/10/2007 - MAPA) classifica os iogurtes em natural, quando não há qualquer adição de agregados, e quanto ao conteúdo de matéria gorda, classifica em integral ou tradicional (com 3,0 a 5,9%), parcialmente desnatado (com 0,6 a 2,9%) e desnatado (máximo de 0,5%) e, no caso, em que os ingredientes opcionais sejam exclusivamente açúcares e/ou substâncias aromatizantes/saborizantes, classificam como açucarados ou adoçados e/ou aromatizados/saborizados (BRASIL, 2007b).

Os ingredientes naturais mais utilizados na fabricação de iogurte são frutas e hortaliças (frescas, congeladas, em conserva, liofilizadas ou em pó), purê de frutas, polpa de frutas, compota, doce em pasta, xaropes, sucos, mel, cacau, frutos secos, coco, entre outros. As frutas usadas são variadas para agradar os gostos dos consumidores desde os tradicionais iogurtes de morango e de banana até os mais exóticos, com frutas silvestres (ORDÓÑEZ, 2005). Os frutos devem estar presentes em uma proporção máxima de 30% do produto final (BRASIL, 2007b), sendo os iogurtes de morango os mais comercializados (REIS et al., 2009).

De acordo com Ferreira (2005), os iogurtes são classificados também quanto à sua forma de fabricação, sendo: os de massa firme, os de massa batida e os de textura líquida. O de massa firme adquire essa consistência por ser incubado já na embalagem de envase. O batido tem textura menos firme que o anterior, pois ele é incubado em fermentador e depois a sua massa é quebrada, antes do envasamento. O líquido é uma variação do batido, só que ainda menos denso, e é a partir dessa matéria-prima que se produz os iogurtes dos tipos naturais, com frutas e aromatizados.

Os diferentes tipos de leites fermentados seguem fases de produção similares, como padronização do conteúdo de gordura, aumento dos sólidos não gordurosos, homogeneização, desaeração e tratamento térmico. Quando se utilizam culturas probióticas torna-se necessário determinar ainda o tipo de cultura mais adequada, a temperatura, o tempo de incubação e a quantidade de inóculo (TAMIME, 2006).

As condições de elaboração do iogurte influenciam diretamente nas suas características finais. Moretti (2009) verificou, em sua pesquisa, o efeito da suplementação do leite com proteínas de diferentes fontes (soro de leite, soja e colágeno) e do tipo de cultura láctica (culturas tradicionais e probióticas) sobre as características físico-químicas e microbiológicas de iogurtes e constatou que o aumento da concentração de suplemento protéico resultava em ampliação da capacidade de retenção de água e em redução da sinérese (expulsão gradativa do soro devido à contração do gel) dos iogurtes e, também, que os iogurtes fermentados com a cultura tradicional (*S. thermophilus* e *L. bulgaricus*) apresentaram maior acidez titulável, maior capacidade de retenção de água e menor sinérese do que os iogurtes fermentados com a cultura probiótica (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus* e *L. acidophilus*).

### 2.3 Características físico-químicas de iogurte

De acordo com a legislação vigente, os iogurtes devem cumprir os seguintes requisitos físico-químicos: a matéria gorda láctea (g/100g), se integral, deve conter entre 3,0 e 5,9%, parcialmente desnatado, entre 0,6 e 2,9% ou desnatado, de no máximo 0,5%; a acidez (g de ácido láctico/100g), de 0,6 a 1,5%, e as proteínas lácteas (g/100g), devendo ter no mínimo 2,9% (BRASIL, 2007b).

Com relação à acidez, segundo Giese et al. (2010), mesmo que certo grau desta seja desejável no iogurte, a superacidificação do produto não o é, visto que conduz à separação de soro e deterioração da sua consistência e viscosidade. De acordo com Figueredo & Porto (2002), a acidez superior à normal é proveniente da acidificação do leite pelo desdobramento da lactose, provocada por ação microbiológica. Ela tende a aumentar consideravelmente se o iogurte não for adequadamente manipulado e mantido refrigerado. Isto foi comprovado por Salinas (1986), quando ao verificar a qualidade de iogurtes, relatou que o aumento da acidez titulável é diretamente proporcional ao tempo de armazenamento.

O produto final pode sofrer uma pós-acidificação que é o decréscimo do pH durante o armazenamento refrigerado devido à atividade metabólica persistente da bactéria láctica. A pós-acidificação é mais intensa nos primeiros sete dias de fabricação do iogurte devido ao consumo de lactose, produção de ácido láctico e a alta atividade metabólica da bactéria a pH mais elevados (BEAL et al., 1999), havendo menor variação após esse período.

A acidez exerce grande influência sobre os atributos de qualidade dos produtos lácteos fermentados e é um dos fatores que limita a sua aceitação. Thamer & Penna (2006) relatam que a baixa acidez de todas as bebidas lácteas elaboradas (acidez entre 0,443% e 0,504%) favorece sua aceitabilidade pelos consumidores.

Giese et al. (2010) detectaram diferença significativa na acidez de iogurtes comercializados (entre 0,835 e 1,069 g de ácido láctico/100g), sendo que as amostras analisadas não diferiram em relação ao pH (entre 3,83 e 4,01). Já Moreira et al. (1999), ao analisarem três lotes de quatro marcas de iogurtes comerciais, verificaram que os resultados encontrados para acidez (entre 0,57 e 1,20g de ácido láctico/100g) não foram constantes nas séries de amostras, em função dos lotes de fabricação, porém se encontravam dentro dos valores estabelecidos.

Estudos comprovam que os iogurtes adicionados de frutos, até mesmo os mais exóticos, atendem os critérios da legislação, sem prejuízo a sua qualidade físico-química, e diversificam os sabores. Isto foi constatado por Quintino (2012), quando avaliou as

propriedades de iogurtes com polpa natural de maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg*), os resultados foram satisfatórios quando comparados com os requisitos estabelecidos pela legislação.

Por sua vez, Medeiros et al. (2011) verificaram em seus experimentos que os iogurtes adicionados de jaca (*Artocarpus heterophyllus*) não apresentaram diferença significativa nos teores de proteínas, lipídeos, cinzas e acidez. Da mesma forma, Mesquita et al. (2012) detectaram em iogurtes com adição de tamarindo doce (*Tamarindus indica L.*), elaborados em três concentrações de polpas (4%, 6% e 8%), que os valores atenderam padrões físico-químicos exigidos pela legislação.

De acordo com Schmidt et al. (2012), a percentagem de gordura, em três tratamentos distintos de iogurte adicionado de 2%, 4% e 6% de polpa de acerola, manteve-se dentro da faixa aceitável preconizada pela legislação (BRASIL, 2007b).

#### **2.4 Características sensoriais de iogurte**

Os testes sensoriais são incluídos como garantia de qualidade por ser uma medida multidimensional integrada, possuindo importantes vantagens na identificação da presença ou ausência de diferenças perceptíveis, na definição das características sensoriais do produto de forma rápida e na capacidade de detectar particularidades que não podem ser detectadas por outros procedimentos analíticos (OLIVEIRA & RODRIGUES, 2011).

Nos últimos anos, a análise sensorial dos alimentos deixou de ser uma atividade secundária e empírica, e enquadrou-se na categoria científica, capaz de gerar informações precisas e reproduzíveis, sobre as quais incidem importantes decisões relativas à seleção de matérias-primas, modificações e padronização de métodos e otimização de formulações para o desenvolvimento de produtos, tornando-se uma ferramenta básica para aplicação na indústria de alimentos (MINIM, 2006).

O grande consumo de iogurte está relacionado à imagem positiva de alimento saudável e nutritivo, associada às suas propriedades sensoriais (TEIXEIRA et al., 2000). Assim, o mercado de iogurtes no Brasil vem crescendo mais ainda devido à incorporação de novos ingredientes à sua formulação, incrementando e diversificando os sabores (QUINTINO, 2012), fazendo-se necessário, portanto, a avaliação sensorial criteriosa desses produtos, a fim de promover o emprego de técnicas sensoriais que ajustem as características fundamentais deste alimento, de forma que atenda às expectativas do consumidor (BOLINI & MORAES, 2004).

Segundo Schmidt et al. (2012), a qualidade sensorial de um iogurte pode ser avaliada por meio de métodos sensoriais descritivos, que ajudam a descrever as propriedades sensoriais do alimento, proporcionando informações sobre sua aparência, aroma, sabor e consistência. Nesse sentido, Lima et al. (2006) enfatizaram que a firmeza adequada, sem separação de soro, é essencial para a máxima qualidade do produto.

As propriedades sensoriais de iogurtes são bastante estudadas (GALDINO et al., 2010; GIESE et al., 2010; LOURES et al., 2010; MEDEIROS et al., 2011; MESQUITA et al., 2012; QUINTINO, 2012; SCHMIDT et al., 2012). As avaliações sensoriais são realizadas em amostras de iogurtes elaborados com diferentes frutos, como maracujá, morango, jaca, tamarindo e acerola, os *diet* ou não. Geralmente são realizados testes sensoriais de aceitabilidade e de preferência, além da intenção de compra dos provadores.

O uso da acerola na composição de iogurtes foi avaliado por Schmidt et al. (2012), estes adicionaram polpa do fruto em três concentrações diferentes, com 2%, 4% e 6 % e avaliaram a aceitabilidade dos mesmos. Todas apresentaram características semelhantes aos produtos encontrados no mercado, porém, a formulação com 2 % de polpa obteve a maior aceitabilidade e seria a mais recomendada para comercialização.

Quintino (2012) avaliou iogurtes adicionados de polpa de maracujá e verificou boa aceitabilidade (entre 85% e 94%) pelos provadores, bem como atitude positiva de compra (90%), indicando que os mesmos, possivelmente, teriam uma demanda satisfatória no mercado. Medeiros et al. (2011) elaboraram iogurtes com doce de jaca, variando a quantidade de açúcar, com 45°Brix e com 60°Brix em suas respectivas formulações, e os estudos sugeriram que fossem comercializadas as formulações com maiores Brix.

## **2.5 Radicais livres versus antioxidantes**

O termo radical livre ou espécies reativas ao oxigênio é utilizado para designar qualquer átomo ou molécula com existência independente, contendo um ou mais elétrons não pareados, nos orbitais externos, o que o leva a exercer uma alta reatividade frente aos compostos que se aproximam de sua órbita externa (CERQUEIRA et al., 2007; SOUSA et al., 2007).

Os radicais livres são produzidos continuamente durante os processos metabólicos, envolvidos na produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de substâncias biológicas importantes (BARREIROS et al., 2006), e

atuam como mediadores para a transferência de elétrons em várias reações bioquímicas, desempenhando funções importantes no metabolismo.

Estas espécies reativas podem ser geradas por fontes endógenas ou exógenas. Por fontes endógenas, originam-se de processos biológicos que normalmente ocorrem no organismo, podendo ser formadas no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana, e seu alvo celular (proteínas, lipídios, carboidratos e moléculas de DNA) está relacionado com seu sítio de formação (ANDERSON, 1996). Como fontes exógenas de radicais livres têm-se radiações gama e ultravioleta, medicamentos, nutrição inadequada, cigarro, álcool e poluentes ambientais (SOARES, 2002).

Dentre os radicais livres, estão incluídos o superóxido e a hidroxila, e dentre as espécies reativas de hidrogênio, o hidroperóxido, o óxido nítrico e o dióxido de nitrogênio, que podem causar danos às biomoléculas celulares, o que vem sendo fortemente relacionado ao surgimento de enfermidades, como o câncer, as doenças cardiovasculares, as doenças degenerativas como Alzheimer e ao processo de envelhecimento (SOUSA et al., 2007). Isto ocorre quando há um desequilíbrio entre a produção de radicais livres e os mecanismos de defesa antioxidante, o chamado “estresse oxidativo” (ROESLER et al., 2007). Portanto, como forma de prevenir algumas dessas patologias, existe a necessidade permanente de inativá- los, tornando-se essencial o estudo da relação dos radicais livres com os antioxidantes e seus mecanismos de ação.

Segundo Leite & Sarni (2003) o excesso de radicais livres no organismo é combatido por antioxidantes produzidos pelo corpo ou absorvidos da dieta. Diversos estudos têm demonstrado que o consumo diário de substâncias antioxidantes pode produzir uma ação protetora efetiva contra esses processos oxidativos, destacando-se os frutos e os vegetais, constituídos de vitamina C, vitamina E, compostos fenólicos e carotenóides (PEREIRA et al., 2009).

Evidências epidemiológicas têm mostrado que existe uma correlação inversa entre o consumo regular de frutas e hortaliças e a prevalência de algumas doenças degenerativas (TEMPLE, 2000). O efeito protetor exercido por estes alimentos tem sido atribuído à presença dos compostos antioxidantes (LIMA et al., 2004). Segundo Ratnam et al. (2006), o sistema de defesa antioxidante humano não é completo sem os antioxidantes dietéticos, o que confirma a importância da ingestão diária destes compostos. Dessa forma, o consumo de antioxidantes apresenta vários benefícios, proporcionando uma melhoria na qualidade de vida da população.

Além disso, no que se refere às polpas de frutas congeladas, estas apresentaram elevados teores de compostos fenólicos, obtendo maior destaque para as polpas de acerola (*Malpighia glabra* Linn.) e manga (*Mangifera indica* L.).

Estudos realizados com frutas do cerrado brasileiro como *Annona crassiflora* (araticum), *Solanum lycocarpum* (lobeira), *Eugenia dysenterica* (cagaita) e *Caryocar brasiliense* (pequi) evidenciaram a alta atividade antioxidante destes frutos, decorrentes dos compostos fenólicos (ROESLER et al., 2007), que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais, englobando desde moléculas simples até outras com alto grau de polimerização (SOARES, 2002).

A estrutura da vitamina C (ácido ascórbico) contém um grupo hidroxienólico, tautômero da  $\alpha$ -hidroxicetona, que lhe fornece não somente capacidade redutora, mas também um comportamento ácido, portanto considerada um antioxidante natural, por suas semelhanças com os compostos fenólicos (CERQUEIRA et al., 2007). A maior parte da vitamina C (mais de 85%) na dieta humana é suplementada por frutas e vegetais preferentemente ácidos e o conteúdo de ácido ascórbico varia de acordo com as condições sob as quais eles crescem e com o grau de maturação (LEE & KADER, 2000).

## 2.6 Características funcionais de noni e de acerola

A preocupação com a qualidade de vida da população, principalmente com a saúde, tem evidenciado os alimentos chamados funcionais (MORAES, 2007). Entre as muitas definições de alimento funcional, destaca-se a de Scott e Lee (1994), citada por Clydesdale (1997) para o Setor de Proteção à Saúde Canadense: “*alimento similar a alimento convencional em aparência, consumido como parte de uma dieta comum, e que tem demonstrado benefícios fisiológicos e/ou redução de riscos de doenças crônicas, além de funções básicas nutricionais*”.

Junto a isto, a indústria de laticínios está se adaptando à tendência do mercado de produtos funcionais, sendo bastante competitivo e exigente (THAMER & PENNA, 2006), surgindo, dessa maneira, uma nova alternativa de desenvolvimento de iogurte com características funcionais, além das nutricionais e terapêuticas já inerentes, a partir de frutas que tenham essas propriedades.

Assim a *Morinda citrifolia* L., conhecida por noni (Figura 1), pequena árvore da família Rubiaceae, originária do Sudoeste da Ásia, com cultivo na Polinésia, Índia, Caribe, regiões centro e norte da América do Sul, locais que oferecem condições adequadas ao

desenvolvimento (DIXON et al., 1999), é utilizada tradicionalmente pelos polinésios devido a sua atividade antibacteriana, antiviral, antifúngica, antitumoral, anti-helmíntica, analgésica, anti-inflamatória, hipotensora e imuno-estimulante, há mais de 2000 anos (WANG et al., 2002). Por esse motivo, tem suas folhas e, especialmente, seus frutos consumidos sob diferentes formas por diversas comunidades do mundo (CHAN-BLANCO et al., 2006).



**Figura 1.** Exemplos do fruto noni (*Morinda citrifolia* L.). Fonte: [www.dietaesaude.net](http://www.dietaesaude.net)

Nos Estados Unidos, os produtos oriundos da fruta noni são comercializados desde 1990, sendo principalmente vendidos em lojas de produtos naturais ou pela internet (POTTERAT & HAMBURGER, 2007). Os principais meios de comercialização desses frutos são por meios de cápsulas, chás e sucos (McCLATHEY, 2002). Recentemente, no Japão, o suco da fruta e o chá das folhas de noni foram lançados no mercado de alimentos funcionais e são ingeridos na expectativa de que eles possam ajudar a prevenir doenças (MASUDA et al., 2009).

O Brasil tem mais de 18.000 distribuidores cadastrados dos produtos derivados do noni, é considerado o quinto país no mercado do suco da fruta (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE VENDAS DIRETAS, 2006). Porém, segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2007a), os produtos contendo noni não devem ser comercializados no Brasil como alimento, até que os requisitos legais que exigem a comprovação de sua segurança de uso sejam atendidos.

Porto et al. (2011) em seus estudos sobre a composição centesimal da polpa do noni verificaram umidade de 89,06%, cinzas de 0,86%, lipídios de 3,31%, proteínas de 0,51% e carboidratos de 7,28%, apresentou pH de 3,98 e também obtiveram o conteúdo de sólidos solúveis totais da polpa que foi de 9,33°Brix, resultado semelhante ao verificado por Canuto et al. (2010), que foi de 9,0°Brix. A polpa do noni foi considerada, portanto, rica em água e carboidratos, com características ácidas, baixo teor de lipídios e proteínas. De acordo com

Costa et al. (2013), as distintas partes do noni, sendo casca, polpa e sementes, apresentam teores variáveis dos compostos bioativos, porém a polpa, com 23,1 mg/100g de vitamina C e 3,90 mg/10g de carotenóides totais, se destaca dentre as partes do fruto.

De acordo com González Lavaut & González Lavaut (2003), o noni contém muitos alcalóides, que ajudam o corpo humano a regenerar células danificadas, devido ao potencial antioxidante desse composto, determinado pela reatividade dele como doador de elétrons ou de hidrogênio, com capacidade de deslocar ou estabilizar um elétron desemparelhado, quer seja pela reatividade com outro antioxidante, quer seja pela reatividade com oxigênio molecular, e a incrementar as defesas deste, auxiliando o sistema imunológico. Com respeito a isto, flavonóides e fenóis têm sido reportados por possuírem esta atividade (BENAVENTE-GARCÍA et al., 1999).

Ainda, Costa et al. (2013) avaliaram em seus estudos, a atividade antioxidante do noni, ou seja, a capacidade em sequestrar os radicais DPPH (1,1-difenil-2-picrilidrazina) *in vitro*, em concentrações distintas dos extratos envolvidos, e concluíram que a polpa do noni possui elevada capacidade em combater os radicais livres, sendo considerado um alimento funcional.

A acerola (*Malpighia emarginata* DC.) (Figura 2) é outra fruta igualmente considerada funcional, é um fruto avermelhado originário da região das Antilhas, com sabor e aroma muito agradáveis e um enorme potencial para o aproveitamento industrial por meio da aplicação nos mais diversos produtos (FREITAS et al., 2006). De acordo com Cavichioli et al. (2014), o Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador de acerola do mundo.



**Figura 2.** Exemplares da fruta acerola (*Malpighia emarginata* DC.). Fonte: [www.saudedica.com.br](http://www.saudedica.com.br)

A acerola possui como principal atrativo, o alto teor de vitamina C (SCHMIDT et al., 2012), que pode atingir valor de oitenta vezes o da laranja e do limão (CAMPELO et al., 1998). Embora o conteúdo de vitamina C decresça durante o processo de maturação (NOGUEIRA et al., 2002), frutos maduros ainda apresentam significantes teores dessa

vitamina (FREITAS et al., 2006). Vendramini & Trugo (2000) constataram 1.074 mg de vitamina C/100g de polpa, enquanto Assis et al. (2001) verificaram 957 mg de vitamina C/100g de polpa, ambos os estudos em frutos maduros.

Com relação às características físico-químicas, Chitarra & Chitarra (2005) verificaram acidez titulável entre 1,08% e 1,19%, açúcares solúveis entre 4,62% e 5,05% e 7,10% de sólidos solúveis em acerolas em estádios de maturação 5 (vermelho) e 6 (vermelho-escuro).

Vieira et al. (2011) em seus estudos quantitativos sobre os fenólicos totais e a capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais (acerola, bacuri, cajá, caju, goiaba e tamarindo) detectaram que os teores de fenólicos totais encontrados nas polpas dos frutos exibiram quantidades relevantes de polifenóis, destacando-se a polpa de acerola com  $835,25 \pm 32,44$  mg/100g em extrato aquoso, sendo, portanto, a de maior quantidade, seguida pelo extrato de polpa de caju e de goiaba, havendo correlação direta entre a quantidade de fenólicos totais e a atividade antioxidante nas polpas avaliadas.

### **3 ARTIGO**

## **IOGURTES COM POLPA DE NONI E ACEROLA: AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E PERFIL SENSORIAL**

Artigo a ser submetido à revista:

**BOLETIM DO CENTRO DE PESQUISA E  
PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS.**

Página eletrônica:

<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/alimentos>

ISSN: 1983-9774

# **IOGURTES COM POLPA DE NONI E ACEROLA: AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E PERFIL SENSORIAL**

## **Resumo**

A inovação na elaboração de produtos pela indústria de alimentos visa agregar atributos de qualidade diferencial, tal como propriedades antioxidantes. Assim, no desenvolvimento de novos sabores de iogurtes de frutas a avaliação sensorial é necessária para assegurar uma boa comercialização. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi elaborar iogurtes com polpa de noni e acerola e avaliar as propriedades físico-químicas, atividade antioxidante e perfil sensorial. O iogurte natural foi utilizado como controle (F1) e os demais tratamentos foram obtidos com as proporções de polpa de noni e acerola: F2 (0:2,5); F3 (2,5:0); F4 (1,25:1,25); F5 (0:5); F6 (5:0) e F7 (2,5:2,5). A acidez titulável, gordura e proteína lácteas, diferiram com o tratamento, mas permaneceram dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação brasileira. O tratamento F5 apresentou maior teor de fenólicos e junto com o tratamento F2 apresentaram maior atividade antioxidante. Com exceção do tratamento F6, os demais iogurtes apresentaram aceitação e intenção de compra semelhante ao iogurte natural. O tratamento F3 apresentou menor rejeição pelo teste de intenção de compra. Assim, todos os iogurtes elaborados possuem grande potencialidade comercial.

**Palavras-chave:** leite, noni, fenólicos, acerola.

### 3.1 Introdução

O iogurte se destaca pelo seu valor nutritivo, digestibilidade e benefícios à saúde, e por ser considerado um alimento probiótico (THAMER & PENNA, 2006), pois contém em sua formulação bactérias vivas e ativas. Além disso, tem grande aceitabilidade, pois agrada todas as faixas etárias e possui baixo custo. No Brasil, o consumo de iogurte cresceu consideravelmente nos últimos anos, aumentando de 3,5% em 2007 (NIELSEN, 2007) para 13% em 2011 (NIELSEN, 2011).

A procura por alimentos com qualidade, praticidade, propriedade funcionais, segurança e preços acessíveis vem crescendo e, assim, as inovações na elaboração dos produtos é objetivo constante na indústria de alimentos, que visa agregar atributos de qualidade diferencial ao produto. Nesse sentido, o mercado que oferta produtos com formulação mista, ou seja, de origem animal e vegetal, tem grandes níveis de comercialização, como os iogurtes elaborados com polpas ou geléias de frutas (GIESE, 2010).

Dentre estes, podemos citar o noni, que tem ganhado cada vez mais espaço, tanto pela busca de benefícios que estas possam oferecer, devido a apresentar expressiva atividade antioxidante, em virtude da presença de fenólicos e carotenóides (CANUTO et al., 2010) como pela procura por diferentes tipos de fontes alimentares (COSTA et al., 2013). Como também, a acerola que se destaca pelo elevado teor de vitamina C (ASSIS et al., 2001). Mais de 30% dos compostos fenólicos da alimentação são obtidos pela ingestão de sumos de frutas (ESCARPA & GONZÁLEZ, 2001). Os compostos antioxidantes desempenham relevantes funções na prevenção de doenças crônico-degenerativas, tais como as doenças cardiovasculares (KEENAN et al., 2012).

Dessa maneira, o desenvolvimento de novos sabores de iogurte tende a ser bem recebido por seus consumidores (SCHMIDT et al., 2012), entretanto, para uma nova elaboração, vários testes são necessários (LIMA et al., 2003; LOURES et al., 2010).

As características físico-químicas, microbiológicas, funcionais e sensoriais devem ser uma preocupação na elaboração de um novo produto, pois esses determinam, juntamente com o preço, a sua aquisição. A legislação brasileira através da Instrução Normativa nº 46, de 23/10/2007 - MAPA (BRASIL, 2007b) estabelece os parâmetros físico-químicos do iogurte.

Apesar disso, a análise sensorial é bastante usada para avaliar as características, como cor, aroma, sabor, consistência e preferência (LOURES et al., 2010), antes mesmo de serem

inseridos no mercado. Giese et al. (2010) verificaram em seus estudos sobre caracterização físico-química e sensorial de iogurtes comerciais que os produtos com menor acidez foram os preferidos pelos consumidores.

Sabendo-se que a adição de compostos ao iogurte interfere na sua qualidade e aceitação, este trabalho teve por objetivo avaliar algumas propriedades físico-químicas, antioxidantes e sensoriais de iogurte elaborado com polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.) e acerola (*Malpighia emarginata* DC.).

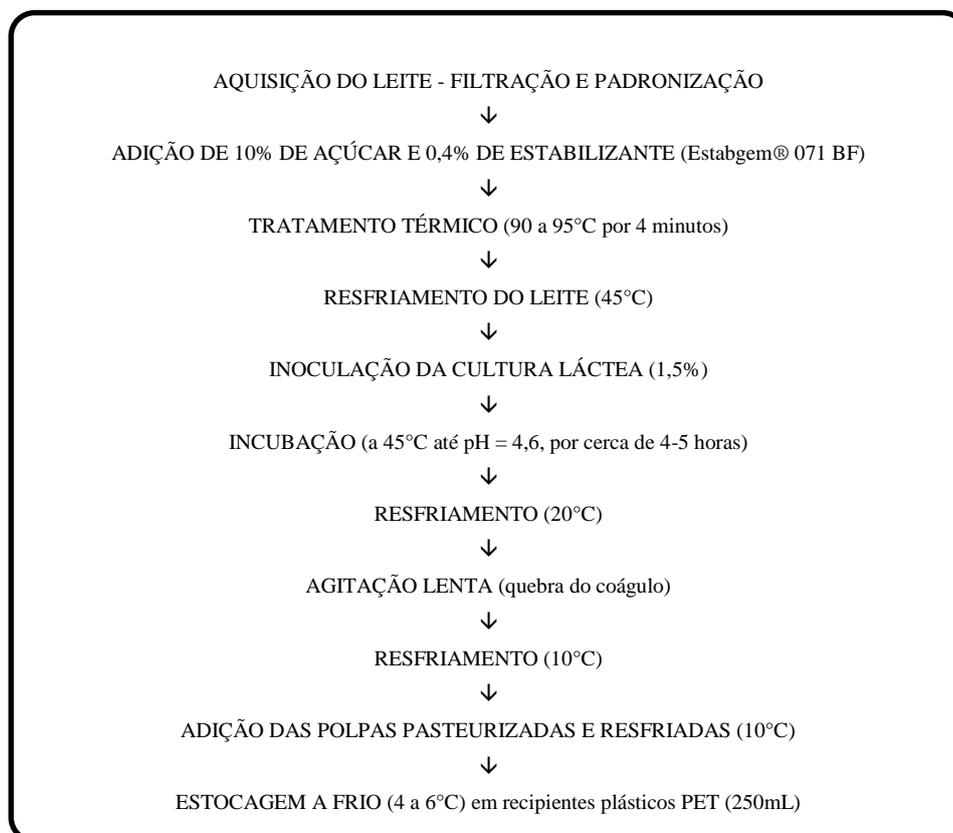
## 3.2 Material e métodos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). A pesquisa seguiu as normas vigentes conforme resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN), conforme parecer 722.498/14, sendo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice I) entregue aos julgadores no momento da análise sensorial.

O leite e os frutos utilizados foram provenientes do Setor de Bovinocultura e do pomar da UFERSA, respectivamente, já a cultura láctica e o estabilizante foram doados pelo Laticínio Leite do Sertão, localizado em Mossoró/RN.

### 3.2.1 Processo de fabricação dos iogurtes

A fabricação do iogurte bem como a introdução da polpa dos frutos foi elaborada conforme procedimento descrito por Ordóñez (2005) e apresentada na Figura 3.



**Figura 3.** Fluxograma do processo de desenvolvimento dos iogurtes produzidos com diferentes concentrações de polpas de noni e acerola.

As polpas foram extraídas de frutos na maturação fisiológica. Após lavagem e sanitização, foram processadas e acondicionadas em recipientes plásticos fechados e mantidas sob refrigeração a 8°C até o momento da elaboração dos iogurtes.

### **3.2.2 Elaboração dos iogurtes acrescidos das polpas**

As polpas de noni e acerola foram adicionadas aos iogurtes seguindo os tratamentos descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Concentrações de frutos utilizados nas diferentes formulações de iogurtes.

Formulações	Polpa de noni (%)	Polpa de acerola (%)
F1	0	0
F2	0	2,5
F3	2,5	0
F4	1,25	1,25
F5	0	5,0
F6	5,0	0
F7	2,5	2,5

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), constando dos sete tratamentos (Tabela 1). Para tanto, os iogurtes foram formulados três vezes, em semanas consecutivas, sendo cada processamento uma repetição.

### **3.2.3 Análises físico-químicas**

Após a elaboração dos iogurtes com as diferentes concentrações de polpa dos frutos, os mesmos foram avaliados quanto às propriedades físico-químicas e antioxidantes e, após sete dias de refrigeração, efetuou-se a análise sensorial. As análises descritas a seguir foram realizadas nos produtos em três repetições (lotes) e, para cada repetição, foi realizada análises em triplicatas.

#### **3.2.3.1 pH**

Foi realizado em medidor de pH Tecnal modelo Tec-3MP devidamente calibrado, utilizando duas soluções padrão de pH = 4,0 e 7,0, conforme Instituto Adolfo Lutz (2008).

De cada iogurte, foi pesado aproximadamente 10g em béquer, adicionou-se 100 mL de água destilada e homogeneizou. Em seguida, realizou a leitura adequadamente.

#### 3.2.3.2 *Acidez titulável*

Foi realizada por titulometria, conforme recomendação do Instituto Adolfo Lutz (2008). Pesou-se cerca de 10 g do iogurte em béquer de 50 mL, adicionou-se 10 mL de água destilada e quatro a cinco gotas do indicador fenolftaleína e titulou-se com solução padronizada de hidróxido de sódio  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ , sob agitação, até ponto final detectável pelo aparecimento de coloração rósea persistente por aproximadamente 30 segundos.

#### 3.2.3.3 *Matéria gorda láctea*

Foi determinada com auxílio de butirômetro, conforme recomendações do Instituto Adolfo Lutz (2008). Para isto, foi pesado exatamente 10 g do iogurte em um béquer de 100 mL, dissolvendo com 30 mL de água destilada a  $40 - 50^{\circ}\text{C}$  e transferiu-se para balão volumétrico de 100 mL. Resfriou-se e completou-se o volume com água e, em seguida, foi transferido 10 mL de ácido sulfúrico para o butirômetro. Então, adicionou-se lentamente 11 mL da amostra já diluída e acrescentou 1 mL de álcool isoamílico. Colocou-se, então, a rolha do butirômetro e, utilizando-se luvas, agitou-se até completa dissolução. Centrifugou-se a  $1200 \pm 100 \text{ rpm}$  durante 5 minutos, usando a centrífuga de Gerber, e levou-se, em seguida, para banho-maria a  $63 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , por 2 a 3 minutos, com a rolha para baixo. Manejando a rolha, colocou-se a camada amarelo-clara (gordura) dentro da escala graduada do butirômetro, cuja leitura foi feita no menisco inferior e, após, calculada a porcentagem de matéria gorda láctea segundo a equação 1.

$$\% \text{ matéria gorda láctea (m/v)} = V \times 10 \text{ (equação 1)}$$

Onde:

V = valor lido na escala do butirômetro.

#### 3.2.3.4 *Proteínas lácteas*

Foi realizada pelo método de micro-Kjeldahl, no qual a proteína bruta foi calculada em função dos teores de nitrogênio total, multiplicado pelo fator 6,38 (INSTITUTO

ADOLFO LUTZ, 2008). Para isto, foram pesados 1,5 g do iogurte e transferido para o tubo de micro-Kjeldahl. Adicionou-se 2,5 g de mistura catalítica e 7 mL de ácido sulfúrico P.A. Em bloco digestor, foram aquecidos, a princípio, lentamente, mantendo a temperatura de 50 °C por uma hora. Em seguida, elevou-se gradativamente a temperatura até atingir 400 °C. Quando o líquido se tornou límpido e transparente, de tonalidade azul- esverdeada, retirou-se do aquecimento, deixou-se esfriar e adicionou-se 10 mL de água destilada. Após, acoplou-se um erlenmeyer ao destilador contendo 20 mL de solução de ácido bórico a 4 % com 5 gotas de solução de indicador misto. Adaptou-se o tubo de micro-Kjeldahl ao destilador e adicionou-se a solução de hidróxido de sódio a 50 % até que a mesma se tornasse negra. Então, procedeu-se a destilação coletando cerca de 100 mL do destilado. A solução receptora foi mantida fria durante a destilação. Por fim, titulou-se com solução de ácido clorídrico 0,1 mol.L<sup>-1</sup> até a viragem do indicador e obteve-se a porcentagem de proteína utilizando as equações 2 e 3.

$$\% \text{ nitrogênio total} = V \times N \times f \times 0,014 \times 100 / m \text{ (equação 2)}$$

$$\% \text{ protídeos} = \% \text{ nitrogênio total} \times F \text{ (equação 3)}$$

Onde:

V = volume da solução de ácido clorídrico 0,1 mol.L<sup>-1</sup>, gasto na titulação após a correção do branco, em mL

N = normalidade teórica da solução de ácido clorídrico 0,1 mol.L<sup>-1</sup>

f = fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1 mol.L<sup>-1</sup>

m = massa da amostra, em gramas

F = fator de conversão da relação nitrogênio/proteína, F = 6,38

### 3.2.3.5 Fenólicos totais

Esta determinação foi realizada conforme método descrito por MEDA et al. (2005) utilizando-se o reagente Folin-Ciocalteau (SINGLETON & ROSSI, 1965). Para isto, 5g de iogurte foi diluído em balão volumétrico de 50 mL com água destilada até completar o volume. Da solução de iogurte (0,1g/mL) foram retiradas três alíquotas de 0,5 mL e misturadas a 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteau, após 5 minutos foram adicionados 2mL de carbonato de sódio (75 g/L). Em seguida, foram incubadas em local escuro, à temperatura ambiente e, após 2 horas, a absorbância foi medida com auxílio de um espectrofotômetro Gehaka modelo UV-340G em comprimento de onda de 760 nm contra um branco (metanol).

Para os cálculos de fenólicos totais, foi utilizada uma curva padrão de ácido gálico (20 a 200 mg/L), os resultados foram expressos em mg de ácido gálico (AG)/100g de iogurte.

### 3.2.3.6 Atividade antioxidante

A determinação da atividade antioxidante dos iogurtes foi realizada com o uso do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), conforme modificações feitas por Meda et al. (2005), em diluições seriadas. Na presença de um antioxidante, a coloração púrpura do DPPH decai, e a mudança de absorbância pode ser lida espectrofotometricamente. Aos iogurtes foram acrescentados metanol, obtendo-se misturas contendo 100, 75, 50, 25 e 10 mg/mL, com exceção para os iogurtes de acerola a 2,5 e 5%, que tiveram misturas contendo 50, 40, 30, 20 e 10mg/mL e 30, 25, 20, 15 e 10mg/mL, respectivamente, para fornecer a faixa detectável pelo método. Das soluções obtidas de cada diluição foi retirada uma alíquota de 0,75 mL e acrescentado 1,5 mL da solução de DPPH, depois de misturado foi deixado por 15 minutos à temperatura ambiente, no escuro. Todas as determinações foram realizadas em triplicatas. As leituras das soluções foram realizadas com auxílio de um espectrofotômetro Gehaka modelo UV-340G em um comprimento de onda de 517 nm. O branco utilizado foi 0,75 mL de metanol e 1,5 mL da solução de DPPH.

Dessa forma, a atividade antioxidante dos iogurtes foi expressa considerando o percentual de inibição do radical DPPH, calculado conforme equação 4.

$$\text{Inibição (\%)} = [( \text{Absorbância}_{\text{branco}} - \text{Absorbância}_{\text{amostra}} ) / \text{Absorbância}_{\text{branco}}] \times 100$$

(equação 4)

A concentração capaz de inibir a metade da inibição máxima ( $IC_{50}$ ) é a medida da eficácia de um composto na função biológica ou bioquímica de inibição, que relaciona inversamente o percentual de atividade contra a concentração da substância ensaiada. Desta forma, quanto menor o valor do  $IC_{50}$ , maior é a capacidade antioxidante dessa substância. Foram construídas curvas concentração-resposta para cada formulação de iogurte determinando-se o valor do  $IC_{50}$ . A porcentagem de inibição foi calculada e a curva de inibição foi obtida construindo um gráfico com a porcentagem de inibição versus a concentração do inibidor (iogurte). Os parâmetros de regressão linear foram traçados para cada curva e os valores de  $IC_{50}$  foram obtidos utilizando o software Microsoft Excel 2007.

### ***3.2.4 Análise sensorial***

Participaram dos testes 75 provadores não treinados, consumidores de iogurte, de ambos os sexos com faixa etária entre 18 a 60 anos, alunos e funcionários da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Os testes foram realizados no período da manhã de 9h as 11h.

Os provadores foram recrutados através da sua disponibilidade, interesse e frequência de consumo de iogurte. Antes da realização do teste, os consumidores foram advertidos sobre a possível ocorrência de desconforto gastrointestinal ou sabor desagradável devido à ingestão do produto, sendo possível a qualquer momento sua desistência em participar da pesquisa. Dessa forma, todos que concordaram em participar assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A pesquisa seguiu as normas vigentes conforme resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, conforme parecer 722.498/14.

Cada processamento (lote) de iogurte teve suas análises realizadas por 25 provadores. As amostras foram inicialmente codificadas com três dígitos (Ex.: 314, 862, 678). Para avaliação, foram servidos 20 mL de cada amostra, em copos plásticos descartáveis, com a temperatura do iogurte em torno de 10°C, acompanhados com água e biscoito para a limpeza do paladar entre as análises.

A análise sensorial foi baseada no método de estímulo simples (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), usando um Instrumento de Coleta de Dados, onde foram utilizados os testes de aceitação, consistência e intenção de compra, todos por escala hedônica, empregando escala estruturada de nove ou cinco pontos, conforme Tabela 2.

**Tabela 2.** Instrumento de coleta de dados utilizado para análise sensorial de sete formulações de iogurte.

Código do Avaliador: \_\_\_\_\_ Sexo: M ( ) F ( ) Idade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/2014  
Código da Amostra: \_\_\_\_\_

### CONSISTÊNCIA

Por favor, analise a amostra, marcando com um círculo o valor que considera mais apropriado na escala abaixo, quanto a avaliação da consistência, indicando 1 (pouquíssimo consistente) e 9 (muitíssimo consistente).

\_\_\_\_\_

1   2   3   4   5   6   7   8   9

### INTENÇÃO DE COMPRA

Por favor, indique, utilizando a escala abaixo, qual seria sua atitude se você encontrasse este produto à venda:

- 5. Certamente compraria
- 4. Provavelmente compraria
- 3. Tenho dúvida se compraria
- 2. Provavelmente não compraria
- 1. Certamente não compraria

### ACEITAÇÃO

Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para escrever o quanto você GOSTOU ou DESGOSTOU do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento:

- 9. Gostei muitíssimo
- 8. Gostei muito
- 7. Gostei moderadamente
- 6. Gostei ligeiramente
- 5. Não Gostei/ nem desgostei
- 4. Desgostei ligeiramente
- 3. Desgostei moderadamente
- 2. Desgostei muito
- 1. Desgostei muitíssimo

### 3.2.5 Análises estatísticas

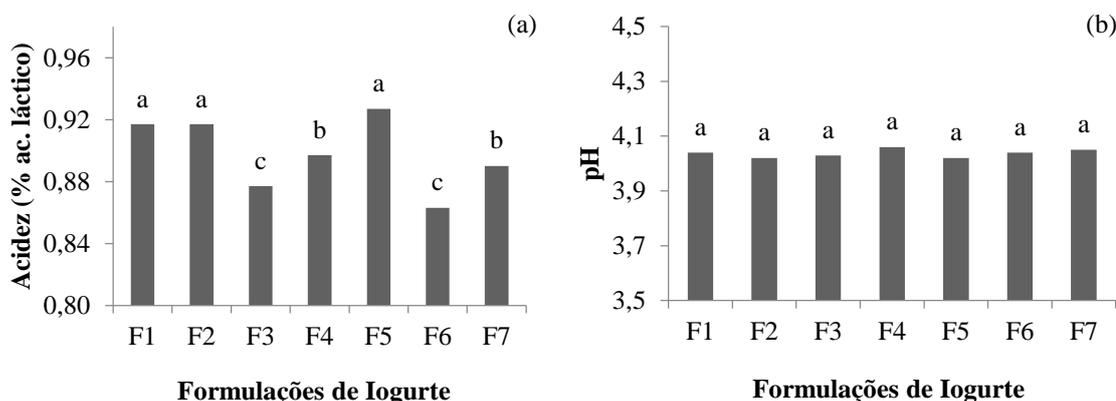
Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,01$ ) utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2003). Para a comparação de médias, utilizaram-se os testes de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) e Friedman ( $p < 0,05$ ), respectivamente, para os resultados das análises físico-químicas e sensoriais.

### 3.3 Resultados e discussão

Analisando as características da qualidade físico-química do iogurte verificou-se efeito significativo de tratamento para acidez titulável (AT), matéria gorda láctea, proteínas lácteas, teor de fenólicos e atividade antioxidante (IC<sub>50</sub>). Porém, não foi verificado efeito de tratamento para o pH (Figura 4). Para as características sensoriais, houve efeito significativo de tratamento para todos os atributos avaliados (consistência, aceitação e intenção de compra), (Tabela 3).

#### 3.3.1 Acidez titulável

Verificou-se alteração na acidez titulável do iogurte conforme as formulações (Figura 4). As maiores acidez foram detectadas nas formulações F1, F2 e F5, que não apresentaram diferenças significativas entre si, mas diferiram dos demais tratamentos. Não obstante, a acidez dos iogurtes F4 e F7 foram significativamente semelhantes, porém superiores a F3 e F6 que não apresentaram diferenças entre si (Figura 4a). Esse resultado pode ser compreensivo tendo em vista que a polpa de acerola possui acidez titulável elevada (1,65%) (MATSUURA et al., 2001) quando comparado a polpa de noni (0,63%) (CORREIA et al., 2012).



**Figura 4.** Acidez titulável (a) e pH (b) de sete formulações de iogurte. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). F1- iogurte natural (controle); F2 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%); F3 - iogurte natural com adição de polpa de noni (2,5%); F4 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (1,25%) e de noni (1,25%); F5 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (5%); F6 - iogurte natural com adição de polpa de noni (5%); F7 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%) e de noni (2,5%).

Schmidt et al. (2012) elaboraram iogurtes de polpa de acerola nas concentrações de 2; 4 e 6% e verificaram que a acidez titulável correspondia respectivamente a 0,72; 0,76 e 0,77g de ácido láctico/100g. Portanto, esses valores são inferiores aos detectados no presente estudo.

A elevada acidez em iogurte natural foi detectada também por Giese et al. (2010), que ao analisarem iogurtes comerciais, verificaram valores de acidez variando de 0,835 a 1,056g de ácido láctico/100g. Já Medeiros et al. (2011) ao elaborarem e avaliarem iogurtes de jaca constataram acidez variando de 0,62% a 0,75% de ácido láctico.

Apesar das diferenças verificadas entre os iogurtes conforme as formulações, todos apresentaram acidez titulável dentro do estabelecido pela legislação de 0,6 a 1,5g de ácido láctico/100g (BRASIL, 2007b).

### **3.3.2 pH**

O pH dos iogurtes não diferiu estatisticamente conforme as formulações utilizadas (Figura 4b). Todos os iogurtes apresentaram pH dentro da faixa (3,5 a 4,6) aceitável pela legislação brasileira vigente (BRASIL, 2007b). Isso pode ter ocorrido naturalmente, devido a formação de sistemas tamponantes das próprias proteínas presentes nas formulações, que estabilizam o meio e dificultam a alteração na concentração de íons hidrogênio, o que caracteriza a variação de pH (SIVIERI & OLIVEIRA, 2002). Dessa forma durante a formulação do iogurte, fica inviável controlar a acidificação do meio através de medidas de valor de pH, sendo mais apropriada a utilização da acidez titulável.

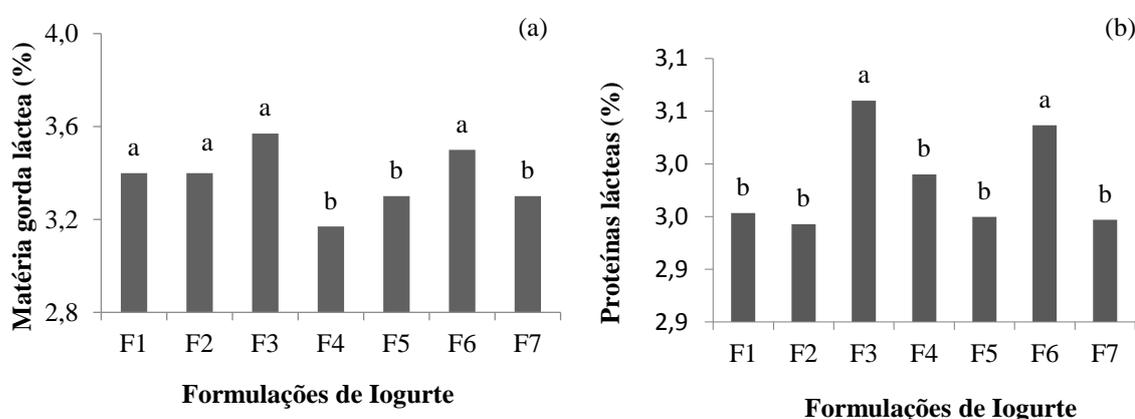
Schmidt et al. (2012) encontraram pH de 4,02 nos iogurtes com 2 e 4% de polpa de acerola e pH de 3,99 no iogurte com 6% de polpa. Giese et al. (2010), ao analisarem iogurtes comerciais observaram pH até 4,01, semelhantes aos obtidos neste estudo.

### **3.3.3 Matéria gorda láctea**

O teor de matéria gorda láctea dos iogurtes variou conforme as formulações elaboradas (Figura 5a), contudo, os valores se encontraram dentro da faixa (3,0 – 5,9 g/100g) estabelecida pela legislação (BRASIL, 2007b) para iogurte integral. As formulações F4, F5 e F7 não diferiram entre si quanto ao teor de matéria gorda e apresentaram teores inferiores quando comparado aos demais tratamentos. O iogurte com 2,5% de acerola apresentou

acréscimo de 2,9% no teor de matéria gorda quando comparado à formulação com acerola a 5,0%.

Segundo Costa et al. (2013), o fruto noni possui traços de lipídeos na polpa e nas sementes (0,37 e 0,57%, respectivamente), no entanto, o aumento da matéria gorda láctea verificado nas formulações que continham somente noni, 3,57 e 3,50% para as formulações a 2,5 e 5%, respectivamente, possivelmente não está relacionada a esse fato. Outros estudos, na literatura, com iogurtes formulados com polpa de acerola averiguaram teor de gordura láctea em torno de 2,5% (SCHMIDT et al., 2012), valor inferior quando comparado aos que foram analisados para os iogurtes com acerola a 2,5 e 5% (3,40 e 3,30%, respectivamente) neste trabalho.



**Figura 5.** Matéria gorda láctea e proteínas lácteas de sete formulações de iogurte. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). F1- iogurte natural (controle); F2 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%); F3 - iogurte natural com adição de polpa de noni (2,5%); F4 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (1,25%) e de noni (1,25%); F5 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (5%); F6 - iogurte natural com adição de polpa de noni (5%); F7 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%) e de noni (2,5%).

Medeiros et al. (2011) ao elaborarem e avaliarem iogurtes de jaca constataram que estes tinham 2,05% de lipídeos em sua composição, já no estudo de iogurtes com polpa de tamarindo doce (*Tamarindus indica*) nas proporções de 4%, 6% e 8%, os valores encontrados para as gorduras totais foram de 2,5% (MESQUITA et al., 2012), sendo os valores inferiores ao mínimo permitido para iogurtes integrais, segundo o Padrão de Identidade e Qualidade para Leites Fermentados (BRASIL, 2007b), ficando os valores de gordura compreendidos de 0,6 a 2,9% para iogurtes parcialmente desnatados.

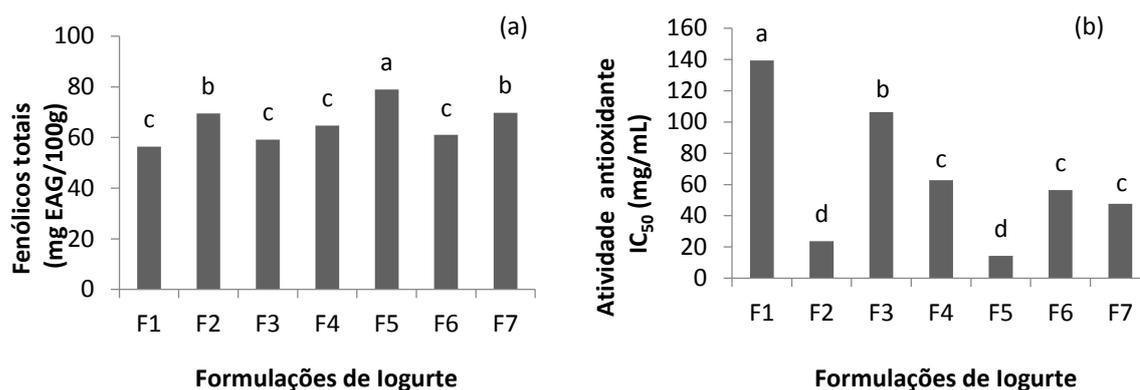
### ***3.3.4 Proteínas lácteas***

O teor de proteínas lácteas dos iogurtes modificou-se conforme as formulações desenvolvidas (Figura 5b), entretanto, os valores se encontraram dentro da faixa (no mínimo 2,9%) estabelecida pela legislação (BRASIL, 2007b). As formulações F3 e F6 não diferiram entre si quanto ao teor de proteínas lácteas e apresentaram valores superiores quando comparado aos demais tratamentos.

Isso pode ser confirmado por Costa et al. (2013) que avaliaram as características físico-químicas de polpa de noni e evidenciaram quantidades significativas de proteínas (2,64%; 2,23%; e 2,24%) nas sementes, casca e polpa, respectivamente, daí essa diferença no teor de proteínas dos iogurtes com noni em relação aos demais. Em outro estudo, realizado por Medeiros et al. (2011), com elaboração e avaliação de iogurte de jaca, esses averiguaram valores de proteínas superiores a 4,8%, atendendo aos critérios estabelecidos pela legislação brasileira, porém superior, quando comparado, aos que foram analisados neste trabalho (entre 2,94% e 3,06%).

### ***3.3.5 Fenólicos totais***

Houve diferenças significativas das substâncias fenólicas conforme as formulações dos iogurtes (Figura 6a). O iogurte de acerola a 5% apresentou teor de substâncias fenólicas superior (78,97 mg/100g) aos demais iogurtes estudados. Seguido das formulações F2 (69,47 mg/100g) e F7 (69,76 mg/100g) que, por sua vez não diferiram entre si e ainda apresentaram teores superiores às formulações F1 (56,42 mg/100g), F3 (59,13 mg/100g), F4 (64,69 mg/100g) e F6 (61,04 mg/100g). Assim, confirmou-se a pesquisa realizada por Canuto et al. (2010) sobre a polpa de noni, cujo teor de fenólicos foi inferior a polpa de acerola, o que possivelmente ocasionou, no presente estudo, diferenças relevantes nos iogurtes, visto que o formulado com 2,5% de acerola obteve teor de fenólicos semelhante à formulação F7 (acerola 2,5% e noni 2,5%), ou seja, com mesma concentração de polpa de acerola. Portanto, percebeu-se que a concentração de noni não interferiu expressivamente no teor de fenólicos do iogurte que continha as duas polpas de frutas.



**Figura 6.** Fenólicos totais e atividade antioxidante de sete formulações de iogurte. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). F1- iogurte natural (controle); F2 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%); F3 - iogurte natural com adição de polpa de noni (2,5%); F4 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (1,25%) e de noni (1,25%); F5 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (5%); F6 - iogurte natural com adição de polpa de noni (5%); F7 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%) e de noni (2,5%).

Vieira et al. (2011) averiguaram que a polpa de acerola, dentre alguns frutos tropicais, destacou-se com  $835,25 \pm 32,44$  mg/100g de fenólicos totais, sendo, portanto, a de maior quantidade, seguido pela polpa de caju e de goiaba. Isso explica a alta concentração de compostos fenólicos detectados nos iogurtes formulados com acerola.

### 3.3.6 Atividade antioxidante

Houve efeito de tratamento para a atividade antioxidante nas formulações de iogurte (Figura 6). O iogurte com acerola a 5% obteve o menor valor de IC<sub>50</sub> (14,35 mg/mL), portanto, a maior atividade antioxidante, já que são inversamente proporcionais, porém, esse não diferiu significativamente do iogurte de acerola a 2,5%. Esta atividade, expressa em IC<sub>50</sub>, é a concentração do extrato necessária para reduzir 50 % do radical DPPH, em diferentes concentrações. Tal comportamento está possivelmente relacionado às substâncias presentes na polpa de acerola, como vitamina C (ASSIS et al., 2001), já que é um antioxidante natural (KUSKOSKY et al., 2006), e polifenóis (VIEIRA et al., 2011).

No presente estudo, o iogurte natural apresentou valor de IC<sub>50</sub> igual a 139,40 mg/mL, obtendo menor atividade oxidante, seguida pelo iogurte com noni a 2,5% (106,33 mg/mL), que das formulações desenvolvidas com as diferentes concentrações de polpas de fruto foi a que obteve a menor atividade (Figura 6b), diferindo-se significativamente das demais.

Apesar disso, essa obteve valor de compostos fenólicos estatisticamente iguais às formulações F1, F4 e F6.

De maneira geral, percebeu-se que a concentração de substâncias fenólicas é diretamente proporcional a atividade antioxidante do iogurte envolvido, isto é, quanto maior a quantidade de fenólicos totais, maior a ação antioxidante. Barreto et al. (2009) estudaram 18 polpas de frutos, dentre eles buriti, banana, jaca, carambola, ameixa e nectarina, e concluíram que a atividade anti-radical livre encontrada obteve alta correlação com o teor de compostos fenólicos totais, o que se confirmou no presente estudo.

**Tabela 3.** Análise sensorial de sete formulações de iogurte de acerola (*Malpighia emarginata* DC.) e noni (*Morinda citrifolia* L.).

Formulação	Consistência	Aceitação	Intenção de compra
F1	6,40 a	7,19 a	3,93 a
F2	6,13 abc	7,13 a	3,95 a
F3	5,79 cd	7,23 a	3,97 a
F4	6,37 ab	7,07 a	3,95 a
F5	6,00 bcd	7,08 a	4,00 a
F6	5,57 d	6,22 b	3,25 b
F7	5,79 cd	6,81 a	3,65 a

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Friedman ( $p < 0,05$ ). F1 - iogurte natural (controle); F2 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%); F3 - iogurte natural com adição de polpa de noni (2,5%); F4 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (1,25%) e de noni (1,25%); F5 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (5%); F6 - iogurte natural com adição de polpa de noni (5%); F7 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%) e de noni (2,5%). Notas e descrições para aceitação: 1 = desgostei muitíssimo, 2 = desgostei muito, 3 = desgostei moderadamente, 4 = desgostei ligeiramente, 5 = não gostei nem desgostei, 6 = gostei ligeiramente, 7 = gostei moderadamente, 8 = gostei muito e 9 = gostei muitíssimo. Notas e descrições para intenção de compra: 1 = certamente não compraria, 2 = provavelmente não compraria, 3 = tenho dúvida se compraria, 4 = provavelmente compraria e 5 = certamente compraria.

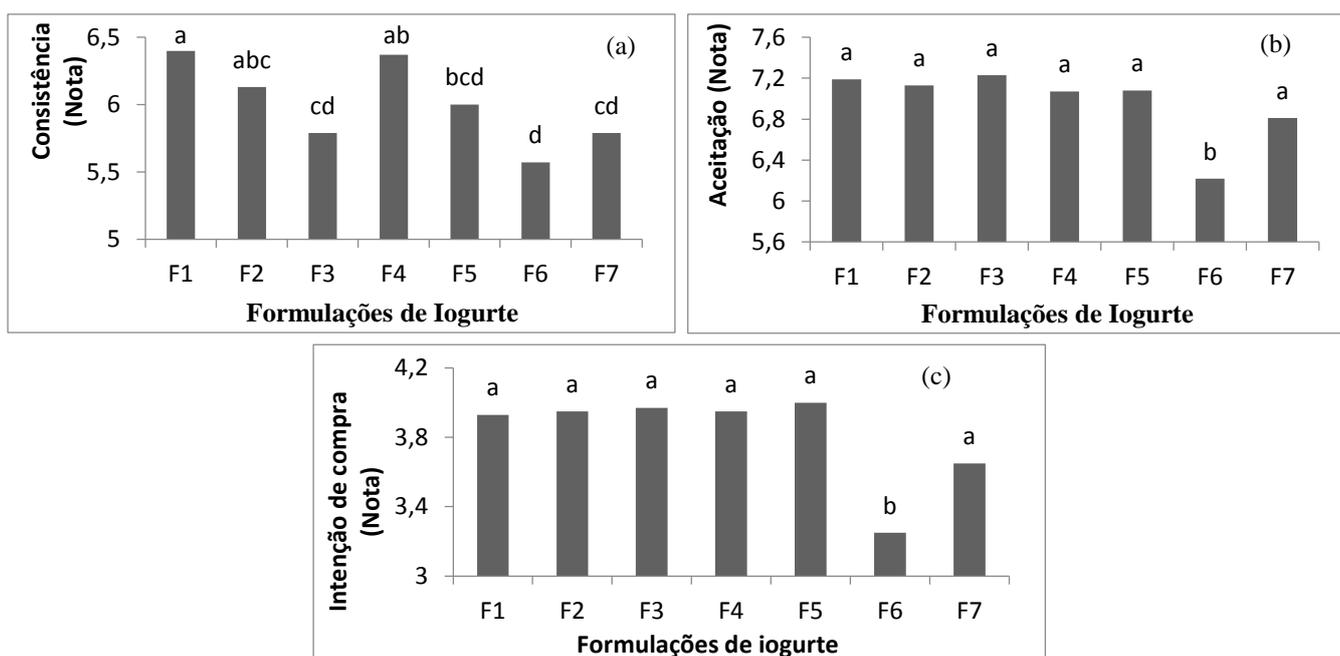
### 3.3.7 Análise sensorial

#### 3.3.7.1 Consistência

A consistência dos iogurtes variou conforme a formulação (Figura 7a). O iogurte natural obteve maior consistência, evidenciada pela maior nota (6,40), sendo semelhante estatisticamente aos iogurtes F2 (6,13) e F4 (6,37) e significativamente diferente dos demais tratamentos (Tabela 3). O iogurte com noni a 5% obteve a menor nota para a consistência (5,57), porém não diferiu estatisticamente das formulações F3 (5,79), F5 (6,00) e F7 (5,79).

Tal diferença na consistência dos iogurtes pode ser explicada pelo acréscimo de polpa no iogurte, pois quando esta não foi aplicada (iogurte natural), verificou-se a maior consistência, que foi diminuindo com os acréscimos proporcionais de polpa nos mesmos.

Schmidt et al. (2012) em seus estudos sobre a viscosidade de iogurtes com polpa de acerola a 2, 4 e 6 %, constataram esse mesmo comportamento, sendo a maior viscosidade do tratamento a 2 %.



**Figura 7.** Consistência (a), aceitação (b) e intenção de compra (c) de sete formulações de iogurte. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Friedman ( $p < 0,05$ ). F1- iogurte natural (controle); F2 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%); F3 - iogurte natural com adição de polpa de noni (2,5%); F4 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (1,25%) e de noni (1,25%); F5 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (5%); F6 - iogurte natural com adição de polpa de noni (5%); F7 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%) e de noni (2,5%).

### 3.3.7.2 Aceitação

Houve diferenças significativas nas aceitações avaliadas entre os iogurtes (Figura 7b). A formulação com noni a 5% apresentou a menor nota (6,22), na escala hedônica variando de “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”, diferindo-se significativamente das demais formulações (Tabela 3), que receberam notas próximas a 7,0, correspondendo à faixa de “gostei moderadamente” a “gostei muito”. Não obstante, as

formulações utilizadas não apresentaram notas abaixo de 5,0 (limite inferior de aceitação), o que permite afirmar que os produtos apresentaram características sensorialmente adequadas para a comercialização.

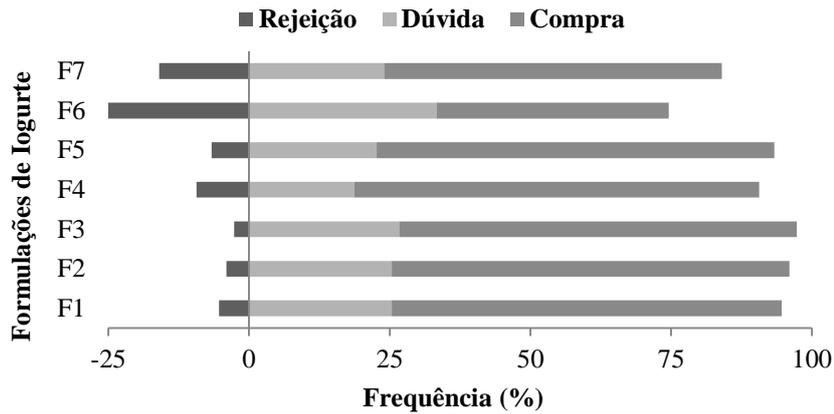
Schmidt et al. (2012), ao desenvolverem formulações de iogurtes com polpa de acerola a 2%, 4% e 6 %, averiguaram que a formulação com menor concentração de polpa (2%) obteve maior aceitabilidade (entre 80 e 96 %). No atual estudo, verificou-se tal comportamento nas formulações com noni, já as formulações com acerola obtiveram, entre si, aceitação semelhante.

### 3.3.7.3 *Intenção de compra*

Houve diferenças significativas na intenção de compra dos iogurtes conforme a formulação (Tabela 3). Observou-se que o iogurte com 5% de noni diferenciou-se significativamente dos demais, e desta maneira, correspondeu na escala hedônica a “tenho dúvida se compraria”, enquanto que as outras formulações apresentaram-se em “provavelmente compraria” (nota 4,0).

Os resultados indicados na Figura 7c sugerem que todos os iogurtes formulados apresentaram-se aptos para comercialização, com nota igual ou acima de 3,0. No entanto, as formulações F6, seguida de F7, apresentaram maiores rejeições por parte dos consumidores (Figura 8) e seriam as menos compradas. Em contra partida, as formulações F2 e F3 seriam as mais compradas (Figura 8), embora não tenham diferido estatisticamente ( $p < 0,05$ ) das demais quanto à aceitação (Figura 7b).

Apesar de não convencionais, a exemplo da acerola e do noni, outros frutos já foram utilizados na elaboração de novos iogurtes, como tamarindo doce (*Tamarindus indica*) (MESQUITA et al., 2012) e apresentaram boa aceitação quando avaliados sensorialmente, demonstrando potencial para o desenvolvimento dos mesmos, semelhantes aos produtos aqui estudados.



**Figura 8.** Frequência das notas obtidas no teste de intenção de compra das diferentes formulações de iogurte estudadas. Rejeição (soma das notas 1 e 2); dúvida (nota 3); compra (soma das notas 4 e 5). F1- iogurte natural (controle); F2 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%); F3 - iogurte natural com adição de polpa de noni (2,5%); F4 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (1,25%) e de noni (1,25%); F5 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (5%); F6 - iogurte natural com adição de polpa de noni (5%); F7 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%) e de noni (2,5%).

### **3.4 Conclusão**

As formulações dos iogurtes com noni e acerola apresentaram diferenças significativas na acidez titulável, gordura láctea e proteínas lácteas, exceto para o pH. Porém todos permaneceram dentro dos padrões de qualidade físico-química estabelecidos pela legislação brasileira.

O iogurte com 5% de acerola apresentou maior teor de fenólicos totais e junto ao iogurte com 2,5% de acerola apresentaram maior atividade antioxidante.

A consistência, aceitação e intenção de compra foram influenciadas pelos tratamentos. Com exceção do iogurte com 5% de noni, todos os demais iogurtes formulados apresentaram aceitação e intenção de compra semelhantes ao iogurte natural.

# **YOGURTS WITH NONI AND ACEROLA PULP: PHYSICAL AND CHEMICAL PROPRIETES, ANTIOXIDANT ACTIVITY AND SENSORY PROFILE EVALUATION**

## **Abstract**

The innovation in the development of products by the food industry aims to add differential quality attributes, such as antioxidant properties. Thus, during the yogurt manufacture with new flavors is necessary to do sensory evaluation to ensure a good marketing. Thus, the study aimed to manufacture yogurt from noni pulp and acerola pulp and evaluating the physical and chemical properties, antioxidant activity and sensory profile. The natural yogurt was used as control (F1) and the other treatments were obtained from noni pulp and acerola pulp proportions: F2 (0:2,5); F3 (2,5:0); F4 (1,25:1,25); F5 (0:5); F6 (5:0) and F7 (2,5:2,5). The titratable acidity, milk fat and protein differed with treatment, but remained at according to the quality standards established by the brazilian legislation. The F5 treatment obtained higher phenolic content and together with F2 treatment showed higher antioxidant activity. Except to F6 treatment, other yogurts showed acceptance and purchase intent similar to natural yogurt. The F3 treatment presented lower rejection by purchase intent test. Thus, all manufactured yogurts show great commercial potential.

**Keywords:** milk, noni, phenolics, acerola.

#### 4 REFERÊNCIAS

ANDERSON, D. Antioxidant defenses against reactive oxygen species causing genetic and other damage. **Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 350, n. 1, p. 103-108, 1996.

ARAÚJO, P.G.L.; FIGUEIREDO, R.W.; ALVES, R.E.; MAIA, G.A.; MOURA, C.F.H.; SOUSA, P.H.M. Qualidade físico-química e química de frutos de clones de aceroleira recobertos com filme de PVC e conservados por refrigeração. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 4, p. 867-880, 2009.

ASSIS, S.A.; LIMA, D.C.; OLIVEIRA, O.M.M.F. Activity of pectin methylesterase, pectin content and vitamin C in acerola fruit at various stages of fruit development. **Food Chemistry**, v. 74, p. 133-137, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE VENDAS DIRETAS (ABEVD). Cresce a venda em domicílio. 2006. Disponível em: <http://www.abevd.org.br>. Acesso em: 30 mar. 2014.

BARBOSA, F.H.F.; SILVA, A.M.; BARBOSA, L.P.J.D.L.; NICOLI, J.R. O Gênero *Bifidobacterium*: dominância à favor da vida. **Ciência Equatorial**, v. 1, n. 2, 2012.

BARREIROS, A.L.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.

BARRETO, G.P.M.; BENASSI, M.T.; MERCADANTE, A.Z. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 10, p. 1856-1861, 2009.

BEAL, C.; SKOKANOVA, J.; LATRILLE, E.; MARTIN, N.; CORRIEU, G. Combined effects of culture conditions and storage time on acidification and viscosity of stirred yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 4, p. 673-681, 1999.

BENAVENTE-GARCÍA, O.; CASTILLO, J.; LORENTE, J.; ORTUNO, A.; DEL RIO, J. A. Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. leaves. **Food Chemistry**, v.68, p. 457-462, 1999.

BEZERRA, J.R.M.V. **Tecnologia da fabricação de derivados do leite**. Editora UNICENTRO, 2008.

BOLINI, H.M.A.; MORAES, P. Tese mostra que análise sensorial incrementaria produção de iogurte. *Jornal da UNICAMP*, ed. 253, de 24-30 de maio, p. 11, 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Informe Técnico nº. 25, de 29 de maio de 2007a, atualizado em 18 de junho de 2008. Esclarecimentos sobre as avaliações de segurança realizadas de produtos contendo *Morinda Citrifolia* L. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/25\\_290507.htm](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/25_290507.htm). Acesso em: 30 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. Departamento de inspeção de produtos de origem animal. Instrução Normativa n. 46, de 23 de outubro de 2007b. *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de Leites Fermentados*. **Diário Oficial da União**, p. 5, 24/10/2007. Seção 1.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 nov. 2014.

CAMPELO, E.C.S.; MARTINS, M.H.B.; CARVALHO, I.T. Teores de vitamina “C” em polpas de acerola. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 16, n. 1, p. 107-113, 1998.

CANUTO, G.A.B.; XAVIER, A.A.O.; NEVES, L.C.; BENASSI, M.T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 32, n. 4, p. 1198-1205, 2010.

CAVICHIOLO, J.C.; GARCIA, M.J.D.M.; BRIDA, A.L.D.; WILCKEN, S.R.S. Reaction in barbados cherry (*Malpighia emarginata* DC) to *Meloidogyne enterolobii*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 156-160, 2014.

CERQUEIRA, F.; MEDEIROS, M.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 441-449, 2007.

CHAN-BLANCO, Y.; VAILLAN, F.; PEREZ, A.M.; REYNES, M.; BRILLOUET, J.; BRAT, P. The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. **Journal of Food Composition and Analysis**, London, v.19, n.6-7, p.645-654, 2006.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Fatores pré-colheita e colheita. In:\_\_\_\_\_. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. p. 203-287.

CLYDESDALE, F.M. A proposal for the establishment of scientific criteria for health claims for functional foods. **Nutrition Reviews**, v.55, n.12,p. 413-422, 1997.

CORREIA, A.A.S; GONZAGA, M.; AQUINO, A.; SOUZA, P.; FIGUEIREDO, R.; MAIA, G. Caracterização química e físico-química da polpa do noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivado no estado do Ceará. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.22, n.4, p. 609-615, 2012.

COSTA, A.B.; OLIVEIRA, A.M.C.; SILVA, A.M.O.; MANCINI FILHO, J.M.; LIMA, A. Atividade antioxidante da polpa, casca e sementes do noni (*Morinda citrifolia* Linn). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 345-354, 2013.

DIXON, A.R.; McMILLEN, H.; ETKIN, N.L. Ferment this: the transformation of noni, a traditional Polynesian medicine (*Morinda citrifolia* L., Rubiaceae). **Ecological Botony**, v.53, p. 51 – 68, 1999.

ESCARPA, A.; GONZÁLEZ, M.C. An overview of analytical chemistry of phenolic compounds in foods. **Critical Reviews in Analytical Chemistry**, v. 31, n. 2, p. 57-139, 2001.

FERREIRA, C.L.L.F. Produção de Iogurte, Bebida Láctea, Doce de Leite e Requeijão Cremoso. Viçosa - MG: CPT, 2005.

FERREIRA, D.F. Programa de análises estatísticas (statistical Analysis software) e planejamento de experimentos – SISVAR 5.0 (Build 67). Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FIGUEREDO, G.M.; PORTO, E. Avaliação do impacto da qualidade da matéria-prima no processamento industrial do iogurte natural. **Caderno fazer melhor**, São Paulo: set/out, 2002.

FREITAS, C.A.S.; MAIA, G.A.; COSTA, J.M.C.; FIGUEIREDO, R.W.; SOUZA, P.H.M. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 4, p. 395-400, out./dez. 2006.

GALDINO, P.O.; GALDINO, P.O.; FERNANDES, T.K.D.S.; OLIVEIRA, M.R.T.D.; ROCHA, A.P.T. Caracterização sensorial de iogurte enriquecido com polpa da palma forrageira (*Napolea cochenillifera*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 5, 2010.

GALLINA, D.A.; ALVES, A.T.S.; TRENTO, F.K.H.S.; CARUSI, J. Caracterização de Leites Fermentados Com e Sem Adição de Probióticos e Prebióticos e Avaliação da Viabilidade de Bactérias Lácticas e Probióticas Durante a Vida-de-Prateleira. **Revista UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 13, p. 239-244, 2011.

GALLINA, D. A. Leites fermentados funcionais: tendências e inovações. **Revista Ingredientes e Tecnologias**. Ano 3, n. 9, p. 26-30, 2010.

GIESE, S; COELHO, S.R.M; TÊO, C.R.P.A; NÓBREGA, L.H.P; CHRIST, D. Caracterização físico-química e sensorial de iogurtes comercializados na região oeste do Paraná. **Revista Varia Scientia Agrárias**, vol. 01, n. 01, p. 121-129, 2010.

GONZÁLEZ LAVAUT, N.E.; GONZÁLEZ LAVAUT, J.A. *Morinda citrifolia* Linn: potencialidades para suutilización em La salud humana. **Revista Cubana de Farmacia**, v. 37, n. 3, p. 1-1, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Técnicas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo, 2008, v.1, 1020p.

KEENAN, D.F.; RÖBLE, C.; GORMLEY, R.; BUTLER, F.; BRUNTON, N.P. Effect of high hydrostatic pressure and thermal processing on the nutritional quality and enzyme activity of fruit smoothies. **LWT – Food Science Technology**, v.45, p.50–57, 2012.

KUSKOSKI, E.; ASUERO, A.; MORALES, M.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biol. Technol.**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

LEITE, H.P.; SARNI, R.S. Radicais livres, antioxidantes e nutrição. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 18, n. 2, p. 60-5, 2003.

LIMA, G.A.L.V.; MELO, A.E.; MACEL, S.I.M.; LIMA, S.E.D. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de fruto de 12 diferentes aceroleiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 23, n. 1, p. 101-103, 2003.

LIMA, S. C. G; ALMEIDA, T. CA; GIGANTE, M. L. Efeito da adição de diferentes tipos e concentrações de sólidos nas características sensoriais do iogurte tipo firme. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 8, n. 2, p. 147-156, 2006.

LIMA, V.; MELO, E.; MACIEL, M.; SILVA, G.; LIMA, D. Fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato aquoso de broto de feijão-mungo (*Vignara diata* L.). **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 1, p. 53-57, 2004.

LOURES, M.M.R.; MINIM, V.P.R.; CERESINO, E.B.; CARNEIRO, R.C.; MINIM, L.A. Análise descritiva por ordenação na caracterização sensorial de iogurte diet sabor morango enriquecido com concentrado protéico de soro. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.3, p.661-668, 2010.

MACEDO, A.B.; MORITZ, D.E. Desenvolvimento de uma formulação de derivados lácteos com propriedades funcionais em pó (iogurte e leite fermentado) corado com biopigmento *Monascus*. **Cadernos Acadêmicos**, v. 4, n. 2, p. 237-240, 2013.

MARTIN, A.F. **Armazenamento do iogurte comercial e o efeito na proporção das bactérias lácticas**. 2002. 49f. Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MASUDA, M.; MURATA, K.; FUKUHAMA, A.; NARUTO, S.; FUJITA, T.; UWAYA, A.; ISAMI, F.; MATSUDA, H. Inhibitory effects of constituents of *Morinda citrifolia* seeds on elastase and tyrosinase. **Journal Natural of Medicine**, v. 63, p. 267 – 273, 2009.

MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L.; FOLEGATTI, M.D.S.; OLIVEIRA, J.R.P.; OLIVEIRA, J.D.; SANTOS, D.D. Avaliações físico-químicas em frutos de diferentes genótipos de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p. 602-606, 2001.

McCLATHEY, W. From Polynesian Healers to Health Food Stores: Changing Perspectives of *Morinda citrifolia* (Rubiaceae). **Integrative Cancer Therapies**, v. 1, p.110 – 120, 2002.

MEDA, A.; LAMIEN, C.E.; ROMITO, M.; MILLOGO, J.; NACOULMA, O.G. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkin Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. **Food Chemistry** 2005, 91(3), 571-577.

MEDEIROS, T.C.; MOURA, A.S.; ARAÚJO, K.B.; AQUINO, L.C.L. Elaboração de iogurte de jaca: Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Scientia Plena**, v. 7, n. 9, p.1-4, 2011.

MESQUITA, R.V.S.C.; FIGUEIREDO NETO, A.; TEIXEIRA, F.; SILVA, V.O. Elaboração, análise físico-química e aceitação do iogurte com adição do tamarindo “doce” (*Tamarindus indica* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, p. 381-387, 2012.

MINIM, V.P.R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Ed UFV, 2006. 225p.

MORAES, F.P. ALIMENTOS FUNCIONAIS E NUTRACÊUTICOS: DEFINIÇÕES, LEGISLAÇÃO E BENEFÍCIOS À SAÚDE. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 2, 2007.

MOREIRA, S.R.; SCHWAN, R.F.; CARVALHO, E.P.; FERREIRA, C. Análise microbiológica e química de iogurtes comercializados em Lavras – MG. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1, p. 147-152, 1999.

MORETTI, B.R. Efeito da suplementação do leite com proteínas de diferentes fontes (soro de leite, soja e colágeno) e da composição da cultura láctica em iogurtes. 2009.

NIELSEN. The Nielsen Company. Resultados do consumo no Brasil em 2007. Disponível em: <<http://br.nielsen.com/news/fechamento2007.shtml>>. Acessado em 15/02/2013.

NIELSEN. The Nielsen Company. Resultados do consumo no Brasil em 2011. Disponível em: <<http://br.nielsen.com/news/fechamento2011.shtml>>. Acessado em 27/02/2013.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; BARROS, M.F.C.; QUEIROZ, R.M. Teor de ácido ascórbico e brix em frutos de acerola (*Malpighia emarginata* DC.) em diferentes estádios de maturação. In: Semana de Biologia 2, 1993, Recife. **Resumos**. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1993. p.23.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; MORAES, J.A.P.V.; BURITY, H.A.; SILVA JÚNIOR, J.F.D. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 463-470, 2002.

OLIVEIRA, E.B.; BASTOS, M.S.R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M.A.A.C.; SILVA, M.G.G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.3, p.326-332, 1999.

OLIVEIRA, S.N.; RODRIGUES, M.C.P. Papel da análise sensorial como ferramenta de apoio no processo de desenvolvimento de produtos alimentícios. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.26, n.1, p.40-44, 2011.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de alimentos – Alimentos de origem animal**, v. 2. Porto Alegre, RS: Artmed, 2005, 279p.

PEREIRA, A.L.F.; VIDAL, T.F.; CONSTANT, P.B.L. Antioxidantes alimentares: importância química e biológica. **Nutrire - Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v.34, n.3, 2009.

PEREIRA, E.; BARROS, L.; FERREIRA, I.C.F.R. Avaliação da atividade antioxidante e análise cromatográfica de açúcar e tocoferóis em iogurtes com fruta: pêssego, ananás, ameixa e manga. In: ENCONTRO DE QUÍMICA DOS ALIMENTOS, 11., 2012, Bragança. **Atas...Bragança**, 2012.

PEREIRA, G.G.; RAFAEL, L.M.; GAJO, A.A.; RAMOS, T.M.; PINTO, S.M.; ABREU, L.R.; RESENDE, J.V. Influência do pH nas características físico-químicas e sensoriais de *frozen yogurt* de morango. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 675-686, 2012.

PORTO, R.L.; LEAL, M.J.B.; MOREIRA-ARAÚJO, R.S.R.; SILVA, M.G.S.S.; BARROS, N.V.A. Análise da composição físico-química do noni (*Morinda citrifolia* L.). **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**. v. 36, n. Suplemento, p. 260-260, 2011.

POTTERAT, O.; HAMBURGER, M. *Morinda citrifolia* (Noni) Fruit - Phytochemistry, Pharmacology, Safety. **Plant Medicine**, v. 73, p. 191-199, 2007.

QUINTINO, S.S. Avaliação comparativa de iogurte produzido a partir da polpa natural de maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*) e suco artificial. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.14; p.1.831, 2012.

RATNAM, D.; ANKOLA, D.; BHARDWAJ, V.; SAHANA, D.; KUMAR, M. Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective. **J. Control Release.**, v. 113, n. 2, p. 189-207, 2006.

REIS, R.C.; MINIM, V.P.R.; DIAS, B.R.P.; CHAVES, J.B.P.; MINIM, L.A. Impacto da utilização de diferentes edulcorantes na aceitabilidade de iogurte “light” sabor morango. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 20, n. 1, p. 53-60, 2009.

RIBEIRO, M.M.; MINIM, V.P.R.; MINIM, L.A.; ARRUDA, A.C.; CERESINO, E.B.; CARNEIRO, H.C.F.; CIPRIANO, P.A. Estudo de mercado de iogurte da cidade de Belo Horizonte/MG. **Ceres**, v. 57, n. 2, p. 151-156, 2010.

ROESLER, R.; MALTA, L.; CARRASCO, L.; HOLANDA, R.; SOUSA, C.; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.27, n.1, p.53-60, 2007.

SALINAS, R.J. Higiene quality of comercial yoghurts. **Alimentaria**, Madrid, v.178, p.27-30, 1986.

SANTANA, L.R., SANTOS, L.C., NATALÍCIO, M.A., MONDRAGON-BERNAL, O.L., ELIAS, E.M., SILVA, C.B., BOLINI, H.M. Perfil sensorial de iogurte light, sabor pêssego. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 26, n. 3, 2006.

SCHMIDT, C.A.P.; PEREIRA, C.; ANJOS, G.; LUCAS, S.D.M. Formulação e avaliação sensorial hedônica de iogurte com polpa de acerola. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v.1, n.5, p.10-14, 2012.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungsticacid reagentes. **American Journal of Enology and Viticulture**. v.16, p. 144-158, 1965.

SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M.N. Avaliação da vida de prateleira de bebidas lácteas preparadas com “fatreplacers” (Litesse e Dairy-Lo). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 24-31, 2002.

SOARES, S.E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v.15, n.1, p.71-81, 2002.

SOUSA, C.M.M.; ROCHA E SILVA, H.; VIEIRA-JR, G.M.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C.L.S.; ARAÚJO, D.S.; CAVALCANTE, L.C.D.; BARROS, E.D.S.; ARAÚJO, P.B.M.; BRANDAO, M.S.; CHAVES, M.H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

TAMIME, A.Y.; SKRIVER, A.; NILSSON, L.E. Starter Cultures. In TAMIME, A.Y. **Fermented Milks**. Scotland, UK: Black well Publishing, p.12 - 46, 2006.

TEIXEIRA, A.C.P.; MOURTHÉ, K.; ALEXANDRE, D.P.; SOUZA, M.R.; PENNA, C.F. A.M. Qualidade do Iogurte Comercializado em Belo Horizonte. **Leite & Derivados**, v. 1, n. 51, p. 32-39, 2000.

TEMPLE, N.J. Antioxidants and disease: more questions than answers. **Nutrition Research**, v. 20,n. 3, p. 449-459, 2000.

THAMER, K.G.; PENNA, A.L.B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebióticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 589-595, 2006.

VENDRAMINI, A.L.; TRUGO, L.C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.) anther estages of maturity. **Food Chemistry**, v. 71, p. 195-198, 2000.

VIEIRA, L.M.; SOUSA, M.S.B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.

WANG, M.Y.; WEST, B.; JENSEN, C.J.; NOWICKI, D.; PALU, A.K., ANDERSON, G.  
*Morinda citrifolia* L.(Noni): A literature review and recent advances in noni research. **Acta  
Pharmacologica Sínica**, Shangai, v. 23, n. 12, p. 1127-1141, 2002.

## APÊNDICE I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ANIMAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o(a) Sr.(a) para participar da Pesquisa **Avaliação de algumas propriedades físico-químicas, antioxidantes e sensoriais de iogurte elaborado com polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.) e acerola (*Malpighia emarginata* DC.)**, sob a responsabilidade da pesquisadora Andrezza Assis Cruz Moura, a qual pretende avaliar algumas propriedades físico-químicas, antioxidantes e sensoriais de iogurte elaborado com polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.) e acerola (*Malpighia emarginata* DC.). Sua participação é voluntária e se dará por meio de degustação e preenchimento de questionário, expondo sua opinião sobre a aceitação, a consistência e a intenção de compra do produto. Raramente haverá riscos no teste, como por exemplo, desconforto gastrointestinal ou sabor desagradável, porém os mesmos poderão optar por não participar da pesquisa ou desistir a qualquer momento. Se você aceitar participar, estará contribuindo para avaliar a qualidade sensorial, aceitação e provável lançamento no mercado de um produto inovador. Se depois de consentir sua participação, o(a) Sr.(a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. Se o participante tiver algum gasto que seja devido à sua participação na pesquisa, o mesmo será ressarcido. Se o participante sofrer algum dano, que seja comprovadamente decorrente desta pesquisa terá direito a indenização. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o(a) Sr.(a) poderá entrar em contato com a pesquisadora no endereço Av. Francisco Mota, nº 572, Costa e Silva, Mossoró-RN, pelo telefone (84) 8861-6674 e pelo e-mail andrezzabarreto@ufersa.edu.br, ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UERN, na Rua Miguel Antônio da Silva Neto, S/N, Aeroporto, Mossoró-RN, 3º Pavimento da Faculdade de Ciências da Saúde, telefone (84) 3318-2596.

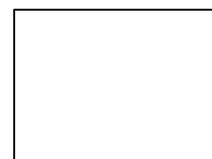
#### Consentimento Pós-Informação:

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que posso sair quando quiser.

*Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador responsável, ficando uma via com cada um de nós.*

Local: \_\_\_\_\_ Data da aplicação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Assinatura do Participante da Pesquisa \_\_\_\_\_



Assinatura da Pesquisadora Responsável \_\_\_\_\_

Andrezza Assis Cruz Moura

**Impressão  
Datiloscópica**

## APÊNDICE II – Tabela 4

**Tabela 4.** Médias e desvios padrões das características físico-químicas de sete formulações de iogurte de acerola (*Malpighia emarginata* DC.) e noni (*Morinda citrifolia* L.).

Formulação	pH	Acidez	Gordura	Proteínas	Fenólicos	IC <sub>50</sub>
F1	4,04±0,11a	0,92±0,01a	3,40±0,00a	2,95±0,02b	56,42±5,17c	139,40±4,64a
F2	4,02±0,13a	0,92±0,01a	3,40±0,00a	2,94±0,05b	69,47±4,69b	23,74±1,65d
F3	4,03±0,12a	0,88±0,01c	3,57±0,06a	3,06±0,03a	59,13±4,27c	106,33±19,09b
F4	4,06±0,14a	0,90±0,02b	3,17±0,06b	2,99±0,04b	64,69±4,74c	62,86±9,02c
F5	4,02±0,11a	0,93±0,01a	3,30±0,10b	2,95±0,04b	78,97±3,56a	14,35±3,17d
F6	4,04±0,13a	0,86±0,01c	3,50±0,17a	3,04±0,03a	61,04±4,63c	56,34±1,46c
F7	4,05±0,13a	0,89±0,02b	3,30±0,17b	2,95±0,02b	69,76±4,81b	47,61±1,41c

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). F1 - iogurte natural (controle); F2 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%); F3 - iogurte natural com adição de polpa de noni (2,5%); F4 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (1,25%) e de noni (1,25%); F5 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (5%); F6 - iogurte natural com adição de polpa de noni (5%); F7 - iogurte natural com adição de polpa de acerola (2,5%) e de noni (2,5%).