

INSTITUTO FEDERAL

Mato Grosso

Campus Cuiabá - Bela Vista

**UTILIZAÇÃO DE POLPA E RESÍDUOS DE BETERRABA
PARA APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO NA
FORMULAÇÃO DE IOGURTE CONCENTRADO**

LIZANDRA CARLA PEREIRA DE OLIVEIRA

CUIABÁ – MT

Abril de 2017

LIZANDRA CARLA PEREIRA DE OLIVEIRA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Nágela F. M. Picanço Siqueira

**UTILIZAÇÃO DE POLPA E RESÍDUOS DE BETERRABA PARA APROVEITAMENTO
TECNOLÓGICO NA FORMULAÇÃO DE IOGURTE CONCENTRADO**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos e Linha de pesquisa em Qualidade de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

CUIABÁ – MT

2017

Divisão de Serviços Técnicos. Catalogação da Publicação na Fonte. IFMT Campus Cuiabá Bela
Vista
Biblioteca Francisco de Aquino Bezerra

O49u

Oliveira, Lizandra Carla Pereira de.

Utilização de polpa e resíduos de beterraba para aproveitamento tecnológico na formulação de iogurte concentrado/ Lizandra Carla Pereira de Oliveira. _
Cuiabá, 2017.

82f.

Orientador(a): Dr^a. Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria

Co-Orientador(a): Dr^a Nágela F. M. Picanço Siqueira

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Programa de Pós-graduação. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

1. *Beta vulgaris* L. – Dissertação. 2. Vida de prateleira – Dissertação. 3. Coeficiente de correlação de Pearson - Dissertação. I. Faria, Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de. II. Siqueira, Nágela F. M. Picanço. III. Título.

IFMT CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA

CDU 637.1

CDD 637.146

LIZANDRA CARLA PEREIRA DE OLIVEIRA

**UTILIZAÇÃO DE POLPA E RESÍDUOS DE BETERRABA PARA APROVEITAMENTO
TECNOLÓGICO NA FORMULAÇÃO DE IOGURTE CONCENTRADO**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos e Linha de pesquisa em Qualidade de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

Data de Defesa: 24 de abril 2017

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a Dr^a. Rozilaine A. P. Gomes de Faria
IFMT - *Campus* Cuiabá – Bela Vista

Prof^a Dr^a. Erika Cristina Rodrigues
IFMT - *Campus* Cuiabá – Bela Vista

Prof. Dr. Edgar Nascimento
IFMT - *Campus* Cuiabá – Bela Vista

ATESTADO

Atesto terem sido feitas as correções sugeridas pela Comissão Examinadora

Prof^a. Dra. Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria

Presidente da comissão examinadora

**CUIABÁ – MT
2017**

À minha avó, Maria da Conceição Pereira
Dourado (*in memoriam*), eu dedico com
todo amor esta dissertação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por não ter me deixado desistir nas horas mais difíceis durante esses dois anos de caminhada, por proporcionar saúde, paciência, força e conhecimento durante cada decisão tomada.

À minha mãe, que mesmo longe me incentivou, apoiou e orou cada dia pela minha saúde, para me manter firme e alcançar meu objetivo final e por ser o melhor exemplo que eu poderia seguir. Agradeço, igualmente, ao meu pai e aos meus irmãos.

À minha orientadora, Professora Doutora Rozilaine A. P. G. de Faria, por todo apoio e confiança depositados em mim. E, principalmente, por cada “puxão de orelha” e desafio imposto, pois foi o que me tornou mais forte, capaz e responsável. Sou imensamente grata pela oportunidade de ser sua “filha” nesses dois anos.

À minha coorientadora, Professora Nágela F. M. Picanço Siqueira, por todo suporte e apoio, pelas melhores risadas e conversas e por ser uma excelente docente e pessoa comigo. Aos Professores Doutores Adriana Paiva de Oliveira, Erika C. Rodrigues, Edgar Nascimento e Daryne Lu M. G. Costa, pela disponibilidade e paciência por me ajudarem em todas as dúvidas que tive. E não foram poucas! A vocês, minha sincera gratidão!

Aos meus braços direito e esquerdo, minhas irmãs do IFMT, minhas amigas, enfim, minhas “sombras”, Tábata Baldus e Ananda Farias, por cada hora de dedicação, cada apoio, cada análise, cada momento dentro e fora do IFMT e por fazerem o papel de irmãs mais novas, para eu brigar, mandar e “encher a paciência”.

A turma 2015, popular “Farra, Pinga e Foguete”, reuniu mais que colegas de classe e foi uma família presente em cada momento, ajudando uns aos outros. Alexandre Molina, Claudia Amaral, Ednéia Arcanjo, Ethienne Carneiro, Ilza Tomaselli, Jéssika Santos, Mirelly Amorim, Monique Almeida e Pollyana Peron, meus sinceros agradecimentos pela amizade, confiança e por cada momento memorável juntos. Levarei cada recordação vivida pelo resto da vida. Obrigada!

Às colegas discentes que sempre estiveram presentes e dispostas a ajudar: Elaine Carvalho, Natalie Veggi, Karine Campos, Nayara Ferreira e Tamila Almeida, obrigada!

Aos meus amigos “de sempre para sempre”, por estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis, e também alegres, apoiando-me em todas as decisões, acalmando-me nas horas conturbadas e me ajudando em tudo ao seu alcance. Obrigada, Anna Letícia M. P. Leite, Thiago Fernandes, Izabela Plens e Raffaelly Coelho.

A Isadora Tibaldi e Evelyn Guimarães, por me socorrerem a cada momento de “aperto” e por estarem sempre disponíveis a ajudar no que fosse preciso.

Aos técnicos de laboratório, Rafael Rodrigues, Milena Athie, Cleverson e Jobim, por todo apoio e disposição ao me ajudarem no andamento do projeto.

Aos meus docentes queridos do mestrado, Professores doutores José Masson, João Vicente, Gilma Chitarra, Wander Barros, Xisto Rodrigues, pelos ensinamentos, pelos desafios propostos e pela ajuda!

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos (DS/Capes e PIBID), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto Chamada CNPq-SETEC/MEC Nº 17/2014 - Linha 4: Soluções Inovadoras, Processo: 467612/2014-5, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), pelo auxílio recebido e onde o estudo foi realizado, e ao SENAI – FATEC, pelo suporte e espaço para a realização de parte do projeto.

RESUMO

Oliveira, Lizandra Carla Pereira de. Utilização de polpa e resíduos de beterraba para aproveitamento tecnológico na formulação de iogurte concentrado. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – *campus* Cuiabá Bela Vista, 2017. 82 p.

Objetivou-se neste trabalho caracterizar físico-quimicamente a beterraba (polpa e resíduos) e o iogurte concentrado adicionado de xarope de polpa e de resíduos de beterraba. Foram realizados três experimentos em delineamento inteiramente casualizado, sendo considerado como tratamento para cada experimento a matéria prima (polpa e resíduos) *in natura*, cozida a vapor e xarope. As análises realizadas foram a capacidade de sequestrar radicais livres (DPPH), compostos fenólicos (CF), pH, acidez titulável (% ácido cítrico) (AT), atividade de água (Aw), parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) e minerais (Ca, Mg e Na). As variáveis foram comparadas entre si pelos testes de média *t* e SNK. O iogurte foi elaborado nas concentrações de 5% de xarope de polpa de beterraba e 15% de xarope de resíduos de beterraba e avaliado durante 28 dias, em intervalos de 14 dias (0,14 e 28 dias). Foram analisados a capacidade de sequestrar radicais livres (DPPH), oxidação lipídica (teste TBARS), parâmetros de cor, AT (% ácido láctico), pH e atividade de água (Aw), além da composição centesimal e mineral (Ca, Mg, Na e K) dos iogurtes. Realizou-se primeiramente a correlação entre as variáveis e aquelas que apresentaram significância pelo teste F da ANOVA, sendo efetuada a Regressão Linear. Para a polpa de beterraba, os valores médios de Mg (2,73 mg/100g de polpa), Na (74,76 mg/100g de polpa) e CF (101 mg GAE/100 g) foram maiores para a polpa submetida ao cozimento a vapor. Para os resíduos, os valores de Mg (2,42 mg/100g de resíduos), Na (100,71 mg/100g de resíduos) e CF (117,77 mg GAE/100 g) também foram maiores para as amostras submetidas à cocção a vapor. Em comparação aos xaropes, o xarope de polpa de beterraba apresentou maiores teores de Mg (8,62 mg/100g de xarope) e Na (80,95 mg/100g de xarope) do que o xarope de resíduos. Em relação ao iogurte, observou-se forte correlação de Pearson ($r > 0,75$) entre ATxTBARS, AA x pH e $a^* \times b^*$, para o iogurte adicionado de polpa de beterraba ($p < 0,05$) e moderada para AA x Aw ($r > 0,50$). Para o iogurte adicionado de resíduos de beterraba, as relações Aw x TBARS e AT x TBARS apresentaram correlação moderada ($r > 0,50$), para AA x Aw uma correlação forte e para $a^* \times b^*$ uma fraca correlação ($r < 0,50$). Conclui-se que a qualidade observada nos parâmetros analisados para polpa e/ou resíduos de beterraba possibilita seu consumo tanto *in natura* quanto cozidos, contribuindo com uma ótima dieta em relação a minerais e composição físico-química. Os iogurtes adicionados com xarope de polpa e de resíduos de beterraba se mantiveram estáveis durante os dias de armazenamento, podendo ser uma excelente opção para o mercado consumidor, visto que, sem adição de conservantes sintéticos, mantiveram suas características físico-químicas dentro do padrão de qualidade de leites fermentados.

Palavras-chave: *Beta vulgaris* L., vida de prateleira, coeficiente de correlação de Pearson.

ABSTRACT

The objective of this work was to characterize physicochemically beet (pulp and residues) and concentrated yoghurt added with pulp syrup and beet residues. Three experiments were carried out in a completely randomized design and the raw material (pulp and residues) *in natura*, steamed and syrup was considered as a treatment for each experiment. The analyzes were the radical scavenging activity (DPPH), phenolic compounds (CF), pH, titratable acidity (% citric acid), water activity (A_w), color parameters (L^* , a^* , b^*) and minerals (Ca, Mg and Na). The variables were compared by the mean t and SNK tests. Yoghurt was prepared at concentrations of 5% beet pulp syrup and 15% beet waste syrup and evaluated for 28 days at 14 day intervals (0, 14 and 28 days). The radical scavenging activity (DPPH), lipid oxidation (TBARS test), color parameters, AT (% lactic acid), pH and water activity (A_w), and centesimal and mineral composition (Ca, Mg, Na and K) of the yogurts. The correlation between the variables and those that presented significance by the ANOVA F test was performed first, linear regression was performed. For the beet pulp the mean values of Mg (2.73 mg / 100g pulp), Na (74.76 mg / 100g pulp) and CF (101 mg GAE / 100 g) were higher for the pulp submitted to cooking steam. For the residues, the values of Mg (2.42 mg / 100 g of residues), Na (100.71 mg / 100 g of residues) and CF (117.77 mg GAE / 100 g) were also higher for samples submitted to steam cooking. Compared to syrups, beet pulp syrup had higher Mg contents (8.62 mg / 100 g syrup) and Na (80.95 mg / 100 g syrup) than did the syrup. In relation to yogurt, a strong Pearson correlation ($r > 0.75$) was observed between ATxTBARS, AA x pH and $a^* \times b^*$, for the added yoghurt of beet pulp ($p < 0.05$) and moderate for AA X A_w ($r > 0.50$). For the added yogurt of beet residues the A_w x TBARS and AT x TBARS ratios presented moderate correlation ($r > 0.50$), for AA x A_w a strong correlation and for $a^* \times b^*$ a weak correlation ($r < 0.50$). It is concluded that the quality observed in the analyzed parameters for pulp and / or beet residues, allows the consumption both *in natura* and cooked, contributing with an excellent diet in relation to minerals and physicochemical composition. The yogurts added with pulp syrup and beet residues remained stable during storage days, and may be an excellent option for the consumer market, since without addition of synthetic preservatives they maintained their physico-chemical characteristics within the quality standard of fermented milks.

Keywords: *Beta vulgaris* L; shelf life; Pearson correlation coefficient

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. A) Estrutura da betalaína; B) Estrutura básica da betacianina; C) Estrutura básica da betaxantina.....	19
Figura 2. Etapas da oxidação lipídica	25
Figura 3. Reação do teste de TBA entre o ácido 2-tiobarbitúrico e o malonaldeído, formando o composto colorido, medido espectrofotometricamente a 532 nm	26
Figura 4. Estrutura do radical livre estável DPPH	28
Figura 5. Mecanismos de reação entre o radical DPPH e um antioxidante através da transferência de um átomo de hidrogênio	29

CAPÍTULO 3

Figura 1. Relação entre a atividade de água e a atividade antioxidante radicalar do iogurte adicionado de xarope de polpa de beterraba durante o período de armazenamento	66
Figura 2. Relação entre a atividade de água e a atividade antioxidante radicalar do iogurte adicionado de xarope de resíduos de beterraba durante o período de armazenamento	66
Figura 3. Relação entre o pH e a atividade antioxidante radicalar do iogurte adicionado de xarope de polpa de beterraba	67
Figura 4. Relação entre a acidez titulável em ácido láctico e a oxidação lipídica (mg malonaldeído/kg de amostra) do iogurte adicionado de xarope de polpa de beterraba	69
Figura 5. Relação entre a acidez titulável em ácido láctico e a oxidação lipídica (mg malonaldeído/kg de amostra) do iogurte adicionado de xarope de resíduos de beterraba	69
Figura 6. Relação entre os parâmetros de cor a^* e b^* do iogurte adicionado de xarope de polpa de beterraba	70
Figura 7. Relação entre a atividade de água e a oxidação lipídica, medida em malonaldeídos (mg) por Kg da amostra pelo teste TBARS do iogurte adicionado de xarope de resíduos de beterraba	71

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Valores médios \pm desvio padrão das determinações físico-químicas da polpa <i>in natura</i> (PN) e cozida a vapor (PV)	48
Tabela 2. Valores médios \pm desvio padrão das determinações físico-químicas do resíduo <i>in natura</i> (RN) e cozido a vapor (RV)	49
Tabela 3. Valores médios \pm desvio padrão das determinações físico-químicas do xarope elaborado com polpa (XP) e resíduo (XR) de beterraba	49
Tabela 4. Valores de EC ₅₀ expressos em mg/mL dos tratamentos analisados	50
Tabela 5. Valores médios da cor da polpa e resíduo de beterraba <i>in natura</i> , cozida a vapor e em forma de xarope	51

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Correlação de Pearson (r) entre as variáveis analisadas nos iogurtes com xarope de polpa e xarope de resíduo de beterraba	65
Tabela 2. Equação de regressão linear obtida a partir da matriz de correlação de Pearson (r) dos iogurtes com xarope de polpa e xarope de resíduo	65
Tabela 3. Valores médios \pm desvio padrão dos teores dos minerais dos iogurtes adicionados de xarope de polpa e xarope de resíduo de beterraba	72
Tabela 4. Composição centesimal de iogurte natural, adicionado de xarope de polpa e resíduo de beterraba (g/100g) (média \pm desvio padrão)	74

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

ΔE^*	diferença da cor
a^*	índice de intensidade de vermelho
ANOVA	Análise de variância
ATT	acidez titulável
A_w	atividade de água
b^*	índice de intensidade de amarelo
C^*	índice de saturação
Ca	cálcio
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
DPPH	radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil
EC_{50}	Coeficiente de equivalência
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
Fe	ferro
GAE	equivalente de ácido gálico
h^*	ângulo de tonalidade
HO_2	hidroperóxido
K	potássio
L^*	índice de luminosidade
m:m	massa:massa
m:v	massa:volume
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDA	malonaldeído
Mg	magnésio
Na	sódio
NO^*	óxido nítrico radicalar
NO_2^*	dióxido de nitrogênio radicalar
O_2^*	superóxido
OH^*	hidroxila radical
R^*	radical livre
RH	ácido graxo insaturado
ROO^*	radical peróxido
ROOH	radical hidroperóxido
SNK	Student-Newman-Keuls
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TBA	ácido tiobarbitúrico
TBARS	substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico
v:v	volume:volume
XP	Xarope da polpa de beterraba
XR	Xarope dos resíduos de beterraba.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS	
1.	Introdução 15
2.	REVISÃO DE LITERATURA 17
2.1	Aproveitamento de alimentos..... 17
2.2	Beterraba (<i>Beta vulgaris</i> L.) 18
2.3	Iogurte..... 21
2.3.1	Oxidação em produtos lácteos 24
2.4	Atividade Antioxidante de vegetais 27
2.5	Desenvolvimento de novos produtos 30
2.5.1	Cor 31
	REFERÊNCIAS 33
CAPÍTULO 2: Artigo 1	
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE POLPA, RESÍDUO E XAROPE DE BETERRABA 42	
	RESUMO 42
	ABSTRACT 42
1.	INTRODUÇÃO 43
2.	MATERIAIS E MÉTODO 44
2.1	Obtenção da matéria prima 44
2.1.1	Delineamento experimental 44
2.2	Obtenção dos extratos para determinação dos compostos fenólicos totais e atividade antioxidante radicalar 45
2.2.1	Atividade Antioxidante por 1,1-difenil-2-picril-hidrazila (DPPH) 45
2.2	Análise de Compostos Fenólicos 46
2.3	Determinação da cor 46
2.4	Atividade de água (Aw) 47
2.5	Determinação do pH e acidez titulável (AT) 47
2.6	Determinação de minerais 47
2.6.1	Decomposição da amostra por via úmida 47
2.6.2	Cálcio e Magnésio 47
2.6.3	Sódio 48
2.7	Análise estatística dos dados 48
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO 48
4.	CONCLUSÃO 52
5.	Agradecimentos 52
	REFERÊNCIAS 53
CAPÍTULO 3: Artigo 2	
INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE IOGURTE ADICIONADO COM XAROPE DE RESÍDUOS E DE POLPA DE BETERRABA 56	
	RESUMO 56
	ABSTRACT 56
1.	INTRODUÇÃO 57
2.	MATERIAIS E MÉTODOS 59
2.1	Elaboração do xarope e do iogurte 59
2.2	Caracterização físico-química do iogurte 60

2.2.1	Atividade Antioxidante radicalar (AA) pelo método DPPH	60
2.2.2	Oxidação lipídica	60
2.2.3	Atividade de água (Aw), pH e acidez titulável em ácido láctico	61
2.2.4	Cor	61
2.3	Minerais	61
2.3.1	Cálcio e Magnésio	61
2.3.2	Decomposição da amostra por via úmida	62
2.3.2.1	Ferro	62
2.3.2.2	Potássio	62
2.3.2.3	Sódio	63
2.4	Composição centesimal do iogurte	63
2.5	Análise estatística dos dados	63
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
3.1	Minerais	71
3.2	Composição centesimal do iogurte	73
4.	CONCLUSÃO	74
5.	Agradecimentos	75
	REFERÊNCIAS	75

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Introdução

Uma importante parcela da produção de alimentos é perdida nas diferentes fases da cadeia produtiva agroalimentar, sendo que aproximadamente 6% das perdas mundiais de alimentos ocorrem nas regiões que, a cada ano, perdem ou desperdiçam cerca de 15% dos alimentos disponíveis. O Brasil tem altos níveis de perdas pós-colheitas em cultivos de frutas, hortaliças e grãos, o que coloca o país entre as 10 nações que mais desperdiçam alimentos no mundo (EMBRAPA, 2015).

Vale ressaltar que o desperdício de alimentos está ligado ao descarte intencional de itens próprios para alimentação, particularmente pelos varejistas e consumidores, que ocorre pelo comportamento dos comerciantes e indivíduos (EMBRAPA, 2014). Dentre as hortaliças, a beterraba, em sua maioria, tem seus talos e folhas descartados, para comercialização apenas da polpa.

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma hortaliça originária de regiões europeias e norte-africanas de clima temperado. No Brasil, seu cultivo é principalmente na região Sudeste, colaborando com 45% da produção nacional. Ela é consumida em grandes quantidades ao longo do ano e está prontamente disponível no mercado. Além disso, é um vegetal com fontes valiosas de compostos bioativos, que contém várias propriedades benéficas, com efeitos antioxidante, anti-inflamatório e anticancerígeno, sendo rico em zinco, cloro e potássio e com alto teor de ferro e proteína (MIKOŁAJCZYK-BATOR; PAWLAK, 2016; SILVA; SILVA; KLAR, 2013).

Para contornar o problema do desperdício, a busca pelo aproveitamento integral do alimento surge como proposta inovadora, ofertando produtos diferenciados e que possam despertar o interesse do consumidor, principalmente se adicionados em produtos conhecidos e de consumo diário, como as bebidas lácteas e os iogurtes. Desta forma, o aproveitamento dos resíduos pode agregar valor ao produto, uma vez que são descartados evitando a incorporação de fibras e minerais tão importantes e necessários para o desenvolvimento de uma boa saúde.

O leite e os produtos lácteos têm sua importância reconhecida pelas instituições científicas e governamentais, especialmente pelas concentrações altas de nutrientes, como vitaminas A, B1, B2 e B12, minerais, como cálcio, zinco, magnésio e potássio, além de proteínas. O iogurte é um produto lácteo coagulado, resultante da fermentação do leite com atuação de duas bactérias ácido lácticas, *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delboreuckii subsp. Bulgaricus*, que pode ser enriquecido com leite em pó para aumentar o teor de sólidos (MUNIANDY; SHORI; BABA, 2016; PASSA et al., 2015).

O consumo de iogurte vem se intensificando a cada ano, pois promove vários efeitos benéficos à saúde, como a capacidade de restabelecer a flora intestinal do aparelho digestivo, proporciona melhor digestibilidade que o leite, é rico em ácido láctico, que ativa o metabolismo.

É possível que o iogurte com adição de xarope de polpa e de resíduo de beterraba apresente estabilidade nas características físico-químicas ao longo do tempo de armazenamento e boa aceitabilidade para o consumidor que incorpora produtos lácteos a sua dieta. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi caracterizar físico-quimicamente a beterraba (polpa e resíduos) e o iogurte concentrado adicionado de xarope de polpa e de resíduos de beterraba.

Este trabalho foi dividido em 3 capítulos: o Capítulo 1, em que foi abordada a revisão de literatura, o Capítulo 2, denominado “**Caracterização físico-química de polpa, resíduo e xarope de beterraba**”, foi redigido conforme as normas da dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato (IFMT), *campus* Bela Vista, Cuiabá - Mato Grosso e o Capítulo 3, denominado “**Influência do armazenamento nas características físico-químicas de iogurte adicionado com xarope de resíduos e de polpa de beterraba**”, que foi redigido de acordo com as normas de submissão para publicação na Revista Ciência e Agrotecnologia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aproveitamento de Alimentos

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estima que o Brasil tenha uma perda pós-colheita de aproximadamente 30%, e este fato coloca o país entre as 10 nações que mais desperdiçam alimento no mundo. Além do desperdício pós-colheita, o país enfrenta elevado índice de desperdício no final da cadeia produtiva. Segundo a FAO, há uma distinção conceitual entre perda e desperdício de alimentos: a perda de alimentos é a redução não intencional disponível para consumo humano que resulta na ineficiência da cadeia produtiva e abastecimento; já o desperdício se refere ao descarte intencional de itens próprios para a alimentação (EMBRAPA, 2014; 2015).

Dados da FAO (2014) relatam que cerca de 28% das perdas de alimentos ocorrem no segmento de consumo, 28% no segmento de produção, 17% durante a comercialização e distribuição, 22% durante o manuseio e armazenamento e os 6% restantes durante o processamento.

A geração de resíduos é um dos impactos ambientais oriundos da cadeia alimentar. Porém, um dos maiores problemas em relação a isto é a forma inadequada como esses resíduos são descartados. Devido à crescente preocupação com os impactos causados ao meio ambiente, e visto que a indústria de alimentos produz uma série de resíduos com alto potencial de reaproveitamento, vários estudos estão procurando formas de reaproveitá-los, buscando minimizar o impacto ambiental e agregar valor ao produto final (CÂMARA et al., 2014; POLIZER; PONTIERI; MORAES, 2007).

São vários os fatores que ocasionam perdas no processamento de alimentos, entre eles o manuseio inadequado, embalagens impróprias, transporte ineficiente, comercialização a granel e a falta de informação sobre a importância nutricional das partes não convencionais. O descarte inadequado começa no campo, com os problemas mecânicos no momento da colheita, calor, umidade, pragas, roedores entre outros (CÂMARA et al., 2014).

Segundo Melo e Faria (2014), a maior parte dos alimentos consumidos no Brasil é de origem vegetal, sendo que 10% são consumidos *in natura* e os outros 10% constituídos por talos, folhas e cascas são descartados, apresentando um desperdício de milhões de toneladas.

As indústrias de processamento de alimentos, anualmente, produzem grandes quantidades de resíduos líquidos e sólidos. Estas grandes cargas de resíduos podem ser reduzidas através do seu tratamento e reutilização para conversão em biocombustível,

ingredientes alimentares e outros bioprodutos de valor acrescentado (MAKRIS; BOSKOU; ANDRIKKOPOULOS, 2007).

Novaes et al. (2015) relatam que os resíduos provenientes de frutas e hortaliças, como cascas, talos, sementes e mesocarpos, podem contribuir como fonte alternativa de nutrientes e ser utilizados como ingredientes de produtos já existentes ou para o desenvolvimento de novos produtos.

Com uma abordagem mais antiga, Federici et al. (2009) citam que devido, à falta de informação sobre a importância nutricional destes resíduos, a maneira mais fácil de explorá-los era utilizá-los na alimentação animal. Porém, recentemente, com o uso de novas tecnologias e informações mais claras, começaram a transformar o que antes era desperdício em produtos de interesse comercial.

O Aproveitamento Integral de Alimentos (AIA) consiste em aproveitar o máximo do alimento, sejam folhas, talos e cascas, colaborando com a economia e minimização de resíduos alimentares descartados. É uma prática sustentável ecologicamente correta, que permite a redução de gastos com a alimentação em família e estimula novos hábitos alimentares (SANTANA; OLIVEIRA, 2005).

Chama-se de alimentação alternativa a proposta de promover na dieta brasileira o uso de alimentos tradicionais e não tradicionais ricos em vitamínicos e minerais, que são acessíveis à população, como farelos, folhas verdes, casca de verduras e frutas. Ainda há resistência em relação a este tipo de alimentação, porém, pensando na alimentação sadia e rica em nutrientes, o mercado está buscando novas alternativas para agregá-los em produtos processados. Desta forma, diminuem-se gastos, melhora-se o cardápio nutricional e reduz-se o desperdício. Os alimentos que não são aproveitados no dia-a-dia, como cascas e folhas de frutas e vegetais, podem ser aproveitados e transformados em doces, cremes, pães, bolos, entre outros (SOUZA et al., 2007).

Estudo feito por Souza e colaboradores (2007) relata que as folhagens de cenoura e beterraba são ricas em minerais e podem ser consumidas como saladas, refogadas ou até mesmo utilizadas em outros tipos de processamento para se adequar ao cardápio do consumidor. Além disso, cascas e sementes de vegetais elevam a ingestão de fibras, sendo que estas aumentam a saciedade, melhoram o trânsito intestinal, reduzem o colesterol e minimizam a constipação intestinal funcional (SILVA; SILVA, 2012).

2.2 Beterraba

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil, chegando a ocupar a 13ª posição em termos de valor econômico. Ela é originária de regiões

européias e norte-africanas de clima temperado. No Brasil, é cultivada principalmente nas regiões Sudeste e Sul. Na região Sudeste, tem importância no aspecto socioeconômico, responsável por 45% da produção nacional, o que representa 250.000 toneladas por ano (SILVA; SILVA; KLAR, 2013).

Destaca-se entre as hortaliças por sua composição nutricional, sobretudo açúcar e ferro, e pelas formas de consumo da raiz e das folhas. Sua parte usualmente comestível é uma raiz tuberosa de formato globular e sabor acentuadamente doce, de coloração vermelho-arroxeadada devido às betalaínas. Embora a raiz seja mais consumida, suas folhas são ricas em provitamina A e ácido ascórbico (ALVES et al., 2008; GRANGEIRO et al., 2007; ZARATE et al., 2010).

As betalaínas são produtos naturais provenientes do metabolismo secundário, pertencentes ao grupo dos compostos nitrogenados alcaloides. São pigmentos hidrossolúveis e a cor está relacionada às ligações duplas conjugadas presentes nas estruturas. Desta forma, as betalaínas podem ser divididas em dois grupos estruturais: betaxantinas (amarelas), em que o ácido betalâmico é conjugado com um aminóácido ou amina, e a betacianina (vermelho-arroxeadada), na qual a mesma porção de ácido betalâmico é exibida compreendendo de 80-90% de betalaínas (Figura 1) (KLUGE et al., 2006; PRUDENCIO et al.; 2008).

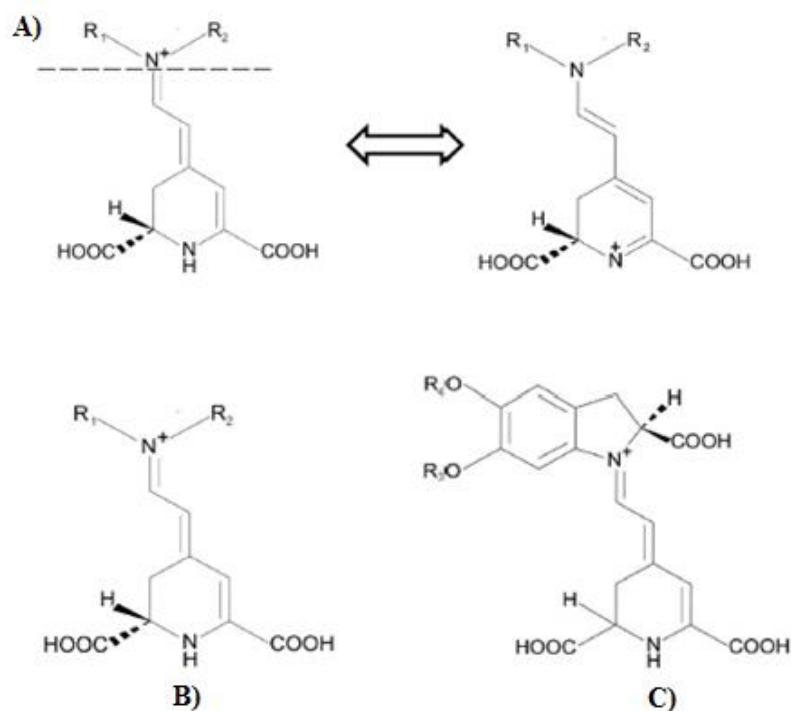


Figura 1: A) Estrutura da betalaína; B) Estrutura básica da betacianina; C) Estrutura básica da betaxantina. Fonte: GENGATHARAN, DYKES, CHOO (2015)

As betacianinas podem ser classificadas em 4 tipos: betanina, amarantina, gonfrenina e bougainvillea. Eles são solúveis em água, derivados da glicosilação de betanidina, que pode ser considerado como um produto de condensação do ciclo-DOPA com ácido betalâmico, com propriedades antioxidante, anti-inflamatória e anticancerígena. A betanina é a betacianina mais comum no reino vegetal e por muito tempo a beterraba vermelha foi considerada a única fonte desse pigmento (RESHMI; ARAVINDHAN; DEVI, 2012; RODRIGUEZ-AMAYA, 2016).

O fator mais importante na estabilidade da betalaína durante o processamento e armazenamento de alimentos é a temperatura. Pesquisadores relatam que o aumento das taxas de degradação das betalaínas é resultante do aumento das temperaturas. Além da temperatura, fatores como enzimas, presença de metais, exposição à luz, pH, atividade de água, oxigênio e as operações de lavagem, como a sanitização e enxague, podem favorecer a perda e/ou degradação de betalaínas (AZEREDO, 2009; LOGINOVA; LBOVKA; VOROBIEV, 2011; PITALUA et al., 2010).

Diversos modelos químicos e biológicos vêm demonstrando a atividade antioxidante das betalaínas. Através da equivalência ao trolox (TEAC), as betalaínas de beterraba vermelha tiveram um aumento na eliminação de radical livre 1,5 - 2,0 vezes maior que algumas antocianinas acima de pH 4. As betalaínas de beterraba vermelha exibem fortes antioxidantes biológicos, inibindo a peroxidação lipídica e a decomposição de heme em concentrações muito baixas (GENGATHARAN; DYKES; CHOO, 2015).

Há trabalhos voltados à utilização de cascas e talos de beterrabas como uma alternativa de aumento do valor nutricional do produto final. Souza et al. (2007) utilizaram cascas de beterraba e de cenoura para elaboração de torta salgada para avaliar sua aceitabilidade e qualidade nutricional. Esses pesquisadores concluíram que os talos e cascas podem ser considerados boas fontes de nutrientes, principalmente de minerais e fibras, sendo mais ricos que as partes convencionais consumidas.

Bassetto et al. (2013) utilizaram a casca da beterraba e, através da secagem, obtiveram uma farinha para elaborar “cookies”, com a finalidade de agregar valor ao resíduo gerado a partir de alimentos minimamente processados. Eles concluíram que houve boa aceitabilidade perante os provadores e a farinha da casca apresentou valores semelhantes aos da farinha de beterraba como uma fonte rica de betacianina, poderoso antioxidante.

Diversos autores, como Alves et al. (2008), citam que a beterraba vem se destacando dentre as hortaliças, devido ao seu conteúdo de vitaminas do complexo B e de nutrientes, como potássio, sódio, ferro, cobre e zinco.

Ramos et al. (2016) avaliaram as modificações dos minerais presentes nas beterrabas submetidas a diferentes tipos de cortes (com casca, sem casca e fatiada) e métodos de cocção (vapor, pressão, forno e imersão). O cálcio manteve-se constante em todos os tratamentos e os teores de magnésio tiveram perdas nas cocções da beterraba inteira, sem casca, no forno e em imersão, assim como fatiadas no forno, pressão e imersão.

Dentre os diversos produtos ofertados aos quais se podem agregar maiores valores nutricionais, especialmente os da beterraba, o iogurte surge como uma excelente alternativa, levando-se em conta que, nos últimos anos, sua fabricação cresceu de maneira considerável, registrando-se seu alto consumo, especialmente em virtude do apelo de alimento funcional que o mesmo tem recebido (FUCHS et al., 2005).

2.3 Iogurte

Variedades de produtos lácteos fermentados são produzidas em todo o mundo; dentre estes, o iogurte é o mais popular. A produção mundial de produtos lácteos chega a ultrapassar 20 milhões de toneladas. Este grande consumo está associado a várias alegações de saúde e benefícios terapêuticos (MADHU; AMRUTHA; PRAPULHA, 2012; SAH et al., 2016).

O iogurte é um produto lácteo coagulado, resultante da fermentação do leite com atuação de duas bactérias ácido-lácticas, *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbereuckii subsp. Bulgaricus*, e que pode ser enriquecido com leite em pó para aumentar o teor de sólidos (MUNIANDY; SHORI; BABA, 2016).

É um alimento tradicionalmente consumido devido a suas propriedades nutricionais, contendo microrganismos vivos em números suficientes para resultar em efeitos benéficos à saúde. Além disso, altera a microflora própria do intestino, por doses orais repetidas, além de ser rico em potássio, cálcio, proteínas e vitaminas. Consumir regularmente iogurte com culturas vivas e cepas probióticas é eficaz para redução dos níveis de colesterol, digestão da lactose no caso de intolerância a lactose, síndromes intestinais, diarreia e câncer no cólon (AMIRDIVANI; BABA; 2011; MUNIANDY; SHORI; BABA, 2016; YE et al., 2013).

Além de ser rico em minerais, o iogurte também é boa fonte de riboflavina, nicotina, vitaminas B6 e B12, bem como excelente fonte de aminoácidos essenciais de alta qualidade biológica, geralmente contendo níveis mais altos de proteínas do que o leite (CANO-SANCHO et al., 2015).

Dois classes de bactérias realizam o processo de fermentação: as homofermentadoras e as heterofermentadoras. As homofermentadoras atuam na

degradação dos açúcares, transformando-os em ácido láctico, que, através da acidez, proporcionam a coagulação da caseína do leite; já as heterofermentadoras produzem, além do ácido láctico, o acético, álcoois e gases. As bactérias mais utilizadas na produção do iogurte são *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus. delbrueckii ssp. Bulgaricus*, também conhecidas como ácido-láticas pela capacidade de utilizar a lactose como substrato energético na produção do ácido láctico (SANDOVAL-CASTILLA et al., 2004; SILVA et al., 2012).

Kumar e Mishra (2004) relatam que a viabilidade e a atividade de bactérias do iogurte são considerações importantes para a sobrevivência ao longo da vida de prateleira. O termo “iogurte” no rótulo de um produto com apenas vestígios de culturas iniciadoras ou com sabores de iogurte e sem bactérias vivas é enganoso. A legislação poderá exigir que todos os produtos denominados iogurtes contenham níveis mínimos de culturas ativas de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*. A normativa brasileira para leites fermentados exige no mínimo 10^7 UFC de bactérias lácticas.

Durante a fermentação, formam-se compostos de aromas, como diacetil e acetaldeído, que conferem características sensoriais agradáveis aos produtos lácteos fermentados. Devido à diminuição do pH do iogurte durante o armazenamento, há a perda de acetaldeídos e, após acidificação, este período é resultado da atividade residual de bactérias ácido-láticas. O controle do pH e da acidez durante a fermentação é essencial para que não ocorram a separação de fases, acidificação elevada influenciada pelo tempo, nem alterações sensoriais, tornando o produto indesejável (TSENG; ZHAO, 2013; ZAINOLDIN; BABA, 2009).

Virtanen et al. (2006) relatam que as bactérias ácido-láticas possuem vários efeitos benéficos, tais como atividade antimicrobiana, e que alguns lactobacilos possuem atividades antioxidantes. Além disso, afirmam que foram feitas várias sugestões sobre os possíveis mecanismos pelos quais o componente do leite inibe a oxidação.

O iogurte pode ser consumido em diferentes formas: natural, que é o iogurte tradicional com seu típico sabor ácido acentuado; com frutas, produzido por adição de frutas, usualmente fruta natural, congelada, purê, polpa, pedaços, ou geleias/xarope ou por adição de compostos de sabores sintéticos (COISSON et al., 2005).

Sua popularidade vem aumentando devido à aceitabilidade perante os consumidores, pelas suas características nutricionais e efeitos benéficos à saúde. Com isso, levou os fabricantes a desenvolver e produzir uma grande variedade desses produtos com características diferentes (FUENTE et al., 2003). A viscosidade e a consistência são fatores que influenciam diretamente a aceitabilidade e qualidade do produto final pelos

consumidores. Nessa perspectiva, um dos produtos que vem se destacando na indústria láctea, seguindo estes quesitos, é o iogurte concentrado.

O iogurte concentrado é produzido em vários países com distintos nomes, como labneh (Oriente), skyr (Islandia), shrikhand (Índia) e iogurte grego (Grécia e outros países). É um produto obtido a partir do iogurte tradicional, mas diferenciado pelo processo de dessoragem. A remoção de soro é o principal passo para obtenção deste produto, utilizando-se métodos como ultrafiltração e centrifugação e, no método tradicional, sacos de panos. Este processo torna-o mais espesso e cremoso, com características físicas semelhantes à dos queijos *petit-suisse* e *boursin*, com aumento no teor de sólidos, proteínas e gordura (RAMOS et al., 2009; SENEL et al., 2011).

Além da dessoragem, a homogeneização é uma etapa fundamental na elaboração do iogurte, pois, quando eficiente, resulta em aumento na consistência e estabilidade do produto final. Ter uma homogeneização correta dos ingredientes ao elaborar o iogurte previne a formação de aglomerados sólidos durante a incubação e assegura a distribuição da gordura, dando ao produto uma consistência lisa (SERRA et al., 2008).

O iogurte é considerado uma boa fonte de nutrientes essenciais, como minerais, na dieta humana. Ele pode contribuir com a recomendação diária de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) para manter os processos fisiológicos (FUENTE et al., 2003).

O cálcio é um dos minerais mais presentes em produtos lácteos, porém a disponibilidade desse mineral nos produtos pode ser afetada pela sua natureza complexa. A absorção de cálcio não depende unicamente da quantidade de mineral presente no alimento, mas de fatores como solubilidade e ionização. Além disso, as proteínas podem afetar a absorção de cálcio favoravelmente (DESLILE; AMIOT; DORÉ, 1995).

Santillán-Urquiza, Méndez-Rojas e Véles-Ruiz (2017) afirmam que o iogurte é um produto rico em nutrientes, como cálcio e proteínas de alta qualidade, porém o teor de ferro é muito baixo e devido a isso utilizam-se fontes ricas em ferro para fortificação do produto. Autores como Gutiérrez et al. (2016) relatam que a fortificação de produtos lácteos sempre foi considerada uma das melhores abordagens para prevenir distúrbios de deficiência de ferro e suas propriedades dependem tanto do tipo de fonte mineral como da quantidade de composto adicionado.

Durante o processamento e armazenamento de produtos que contêm lipídios na sua composição, a deterioração oxidativa é responsável pelos odores e sabores rançosos, diminuindo a qualidade nutricional e a segurança dos alimentos, devido à formação de compostos secundários (MOURE et al., 2001; ZAINOL et al., 2003).

2.3.1 Oxidação em produtos lácteos

O termo oxidação refere-se à perda de um ou mais elétrons para outra substância e o efeito colateral dessa reação é a produção de radicais livres e outras espécies reativas de oxigênio (ERO) que podem causar dano oxidativo. Esses radicais livres são átomos ou moléculas produzidas durante os processos metabólicos, atuando como mediadores para transferência de elétrons em várias reações bioquímicas, em que desempenham funções relevantes ao metabolismo. Quando em excesso, apresentam efeitos deletérios que provocam alteração na estrutura e funções celulares que se encontram envolvidas em diversas patologias, como câncer, envelhecimentos precoce, doenças cardiovasculares, catarata e outras. Devido a isso, os organismos vivos produzem substâncias para combater os radicais livres que são capazes de regenerar ou prevenir os danos oxidativos, exercendo seu papel de antioxidante (AUDDY et al., 2003; DAVID et al., 2010).

Produtos que possuem em sua composição óleos ou gorduras são susceptíveis à oxidação lipídica. Esta é responsável pelo desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis, tornando o alimento impróprio à saúde, afetando o valor nutricional e também as características sensoriais (BRANDÃO et al., 2015; RAMALHO; JORGE, 2006).

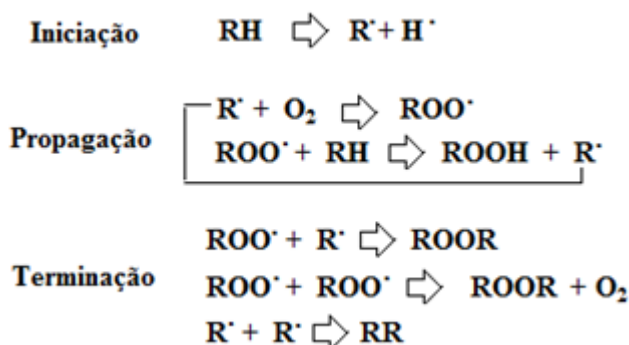
Os produtos lácteos, em sua maioria, são susceptíveis à luz e são expostos a ela durante o processamento e armazenamento. A luz induz à degradação de proteínas, lipídios e vitaminas, bem como à formação de *off-flavours* e mudança de cor. Além da luz, o oxigênio também pode ser ativado na presença de metais ou complexos metálicos e iniciar a oxidação lipídica pela formação de radicais livres ou de oxigênio singlete (O_2), sendo este último um agente oxidante muito eficiente (VEBERG et al., 2007).

A produção de *off-flavours* no leite e nos produtos lácteos pode ocorrer como resultado da exposição à luz e consequência da atividade microbiana, especialmente das bactérias psicotróficas. Estudos afirmam que as principais reações ocorridas no desenvolvimento dos *off-flavours* são a oxidação lipídica e lipólise. Alguns compostos originados da oxidação lipídica do leite são os aldeídos, cetonas, álcoois e hidrocarbonetos (SERRA et al., 2008).

Semeniuc et al. (2016) explicam que normalmente a oxidação lipídica não é um problema importante no iogurte devido ao pH baixo, à baixa temperatura de armazenamento, à opacidade e à baixa permeabilidade ao oxigênio dos materiais de embalagens. Porém, a riboflavina, naturalmente presente no iogurte, pode absorver luz visível e reagir com um fotossensibilizador.

Esta oxidação consiste em 3 fases: iniciação, propagação e terminação (Figura 2). Na primeira etapa, ocorre a formação de radicais livres devido à retirada de um átomo de

hidrogênio do carbono metilênico da molécula do ácido graxo. Posteriormente, ocorre a propagação, em que os radicais livres, que são prontamente susceptíveis ao ataque de oxigênio atmosférico, são convertidos em outros radicais, aparecendo os produtos primários de oxidação (peróxido e hidroperóxidos), cuja estrutura depende da natureza dos ácidos graxos presentes. Os radicais livres formados atuam como propagadores da reação, resultando em um processo autocatalítico. Por fim, na última fase, os dois radicais combinam-se, com a formação de produtos estáveis ou não reativos. Os produtos da oxidação lipídica envolvem os derivados da decomposição de hidroperóxidos, como álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres e outros hidrocarbonetos (ESTERBAUER, 1993; KUBOW, 1992; RAMALHO; JORGE, 2006).



Onde: H = Ácido graxo insaturado; R[•] = Radical livre; ROO[•] = Radical peróxido; ROOH = Radical hidroperóxido.

Figura 2: Etapas da oxidação lipídica. Fonte: Adaptado por RAMALHO; JORGE (2006)

Existem vários métodos para determinar a oxidação lipídica em alimentos, como os métodos de medida de produtos de oxidação (primários e secundários). Para determinação dos produtos primários, utiliza-se geralmente o Índice de Peróxido (IP) e Dienos conjugados (DC) e para os produtos secundários, o teste do ácido 2-tiobarbitúrico (Tbars), Índice de p-Anisidina (IpA), Cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), Análise de compostos voláteis por cromatografia gasosa e o Bidimensional CG-MS (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999).

Um dos produtos mais importantes da oxidação é o malonaldeído (MDA), um aldeído de cadeia curta. A presença dessa molécula reagindo com compostos oxigenados nos alimentos afetará o sabor, o valor nutricional e a qualidade geral. Ele tem sido usado como marcador de dano oxidativo em amostras biológicas. O método mais utilizado para quantificação desse aldeído é a espectrofotometria do complexo de ácido MDA-tiobarbitúrico cor-de-rosa fluorescente produzido após reação com ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) a pH baixo e temperatura elevada, formando um cromóforo de cor-de-rosa estável

com absorvância máxima a 532nm (GAD; SAYD, 2015; MENDES; CARDOSO; PESTANA, 2009).

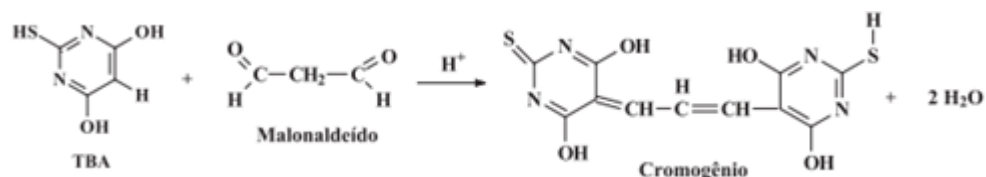


Figura 3: Reação do teste de TBARS entre o ácido 2-tiobarbitúrico e o malonaldeído, formando o composto colorido, medido espectrofotometricamente a 532 nm. Fonte: OSAWA et al. (2005)

Rosmini et al. (1996) relataram que existem várias maneiras pelas quais o teste TBA pode ser realizado no alimento: 1) diretamente sobre o alimento, seguido pela extração dos pigmentos formados; 2) numa alíquota de um extrato aquoso ou ácido da amostra; 3) numa porção de vapor destilado do alimento; 4) nos lípidios extraídos do alimento.

Em relação ao tempo e à temperatura para produzir a reação TBA-MDA, vários autores propuseram 900 minutos à temperatura ambiente ou 30-60 minutos em banho de água a 100°C. Este aquecimento na presença de ar pode promover a autoxidação da amostra e levar a valores de ensaios elevados. Além disso, foram sugeridas diferentes soluções de extração, incluindo o ácido tricloroacético (TCA) em solução aquosa, TCA em solução de ácido fosfórico (PA) e ácido perclórico em solução aquosa (ULU, 2004).

Segundo Semeniuc et al. (2016), a oxidação de ácidos graxos poli-insaturados em produtos lácteos leva à formação de uma cor rosa de Tbars, enquanto os ácidos graxos monoinsaturados produzem uma coloração amarela.

Gad e Sayd (2015) afirmaram que uma das maneiras mais eficazes de retardar a oxidação lipídica em produtos lácteos é incorporar antioxidantes. Antioxidante fenólico sintético, hidroxianisol butilado (BHA) e hidroxitolueno butilado (BHT) são usados para retardar esta oxidação, na maioria das vezes. Mas, os antioxidantes naturais são os melhores usados em produtos lácteos. Trabalhos recentes utilizam a adição de óleo essencial e adição de produtos vegetais com ótima atividade antioxidante em produtos lácteos para inibir a oxidação.

Li et al. (2008) afirmam que o estresse oxidativo desempenha um papel significativo em uma série de doenças e que os fatores que influenciam isto são os peróxidos e os compostos de baixo peso molecular produzidos durante a fase tardia da reação oxidativa. Desta forma, para evitar que os alimentos sofram deterioração e proporcionem proteção contra várias doenças, é importante inibir a peroxidação e a formação de radicais livres que ocorrem no corpo vivo e nos gêneros alimentícios. A adição de antioxidantes surge como uma solução na inibição desses radicais livres.

2.4 Atividade Antioxidante de vegetais

Durante o metabolismo celular normal das plantas, são formadas espécies reativas ao oxigênio e nitrogênio, mas, em concentrações altas, elas se tornam tóxicas. Isso levou o organismo dessas plantas a desenvolver mecanismo de defesa, a fim de proteger as células contra níveis excessivos de radicais livres (MARTINS et al., 2014). Conforme Ismail, Marjan e Foong (2004), os antioxidantes têm a principal função de retardar a oxidação de outras moléculas, inibindo a iniciação ou propagação de reações oxidantes em cadeias pelos radicais livres, e podem reduzir os danos oxidativos ao corpo humano.

Os vegetais são grandes fontes de diversos compostos antioxidantes, como vitamina C, compostos fenólicos, vitamina E e carotenoides. Devido a isso, o incentivo para o consumo desses vegetais vem aumentando a cada dia, pois a sua ingestão na dieta diária pode produzir uma ação protetora contra os processos oxidativos que naturalmente ocorrem no organismo.

As frutas e hortaliças, além de fornecerem componentes importantes para desempenhar funções básicas do organismo, como ácido ascórbico, betacaroteno e ácido fólico, são fontes de compostos bioativos diretamente associados à prevenção de doenças (TURKMEN; SARI; VELIOGLU, 2005).

Lee et al. (2016) complementam que as frutas e os vegetais fornecem uma ampla gama de compostos fenólicos derivados de plantas com atividade antioxidante, que ajudam o corpo a lidar com o estresse oxidativo. Segundo Odžaković et al. (2016), os compostos fenólicos são considerados os antioxidantes mais eficazes e também possuem maior influência na estabilidade, nas características sensoriais e nutricionais do produto. Atualmente, foram identificados mais de 8000 compostos fenólicos em plantas (ZHAO; ZHANG; ZHANG, 2017)

Conforme Murcia, Jiménez e Martínez-Tomé (2009), os níveis de antioxidantes individuais nos alimentos não refletem necessariamente sua capacidade antioxidante total, pois esta depende das interações sinérgicas e redox entre as moléculas antioxidantes, como minerais, fibras e vitaminas, presentes nos alimentos.

Os antioxidantes presentes na planta podem atuar como agentes redutores, sequestradores de radicais livres, inibidores de enzimas e como quelantes de metais. A maioria de seus efeitos biológicos estão relacionados à atividade antioxidante. Estudos relatam que os resíduos e subprodutos de frutas e produtos hortícolas podem ser fontes abundantes de polifenóis antioxidantes (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006).

Os compostos fenólicos são originados do metabolismo secundário das plantas, que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo outros

grupos funcionais. Nas plantas, os fenólicos são essenciais para o crescimento e reprodução dos vegetais. Nos alimentos, eles podem influenciar no valor nutricional e na qualidade sensorial, conferindo atributos como cor, textura, amargor e adstringência (ANGELO; JORGE, 2004; ROCHA et al., 2011).

Estes compostos são multifuncionais como antioxidantes, pois desempenham várias funções, a saber: combater os radicais livres através da doação de um átomo de hidrogênio de um grupo hidroxila (OH-) da sua estrutura aromática; quelar metais de transição, como o Fe²⁺ e o Cu⁺; interromper a reação de propagação dos radicais livres na oxidação lipídica, modificando o potencial redox do meio e reparando a lesão a moléculas atacadas por radicais livres (SUCUPIRA et al., 2012).

Na mesma sequência, Zaniol et al. (2003) citam que muitos compostos fenólicos, particularmente os flavonoides, exibem uma ampla gama de efeitos biológicos, incluindo antibacterianos, antivirais e anti-inflamatórios. Por serem potentes catadores de radicais livres, são úteis na prevenção da arteriosclerose, diabetes, doenças neurodegenerativas, artrite entre outras.

O método baseado na eliminação do radical livre estável 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) é uma das técnicas atuais mais utilizadas para detectar a capacidade antioxidante de um alimento. Este vem sofrendo muitas modificações ou adaptações e, por isso, vários procedimentos têm sido relatados, incluindo diferentes solventes para dissolver o radical DPPH, diferentes alíquotas das várias substâncias utilizadas, diferentes tempos de reação com o radical e diferentes absorvâncias (SUCUPIRA et al., 2012).

Além disso, a molécula de DPPH (Figura 4) é bastante conhecida por caracterizar-se como radical orgânico livre e estável e por ter diversas vantagens, como boa estabilidade na ausência de luz, aplicabilidade, simplicidade e viabilidade, sendo um método rápido e prático (OLIVEIRA, 2015).

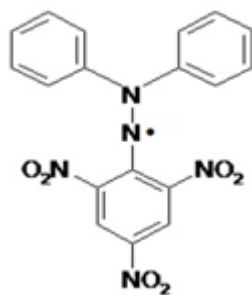


Figura 4: Estrutura do radical livre estável DPPH. Fonte: OLIVEIRA (2015)

Devido à localização do elétron livre ao longo da molécula do DPPH, o radical possui cor púrpura ou violeta, com uma absorção em solução de etanol ou metanol a 515-520 nm. Este procedimento deve ser realizado no escuro, pois a luz é um fator que interfere diretamente na reação do radical com uma substância, acelerando a diminuição da absorbância e alterando os resultados (OLIVEIRA, 2015).

Conforme David et al. (2010), quando uma substância que age como doador de átomos de hidrogênio é adicionada a uma solução de DPPH, a hidrazina é obtida com mudança simultânea na coloração de violeta para amarelo pálido. Em outras palavras, Moraes-de-Souza et al. (2011) também afirmam que a ação de um antioxidante ou uma espécie radicalar (R^\bullet) reduz o DPPH, formando 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH-H) de coloração amarela, com conseqüente desaparecimento da banda de absorção, sendo a mesma monitorada pelo decréscimo da absorbância (Figura 5).

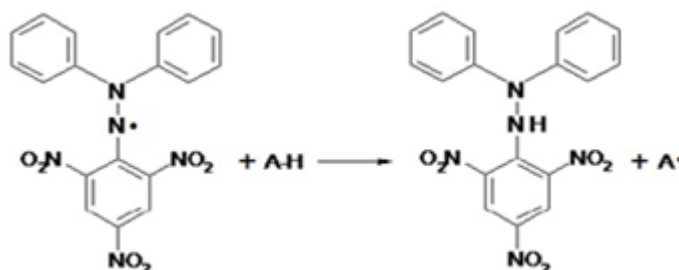


Figura 5: Mecanismos de reação entre o radical DPPH• e um antioxidante através da transferência de um átomo de hidrogênio. Fonte: OLIVEIRA (2015)

Devido ao fato de os vegetais serem apontados como importantes antioxidantes naturais, diversos trabalhos vêm tentando determinar este potencial. Viana et al. (2015), pensando nas características de biodiversidade, da importância nutricional e ainda no resgate cultural associado à falta de informações, avaliaram o potencial de antioxidante de partes não convencionais de plantas. Nesse estudo, utilizaram o método de DPPH e as hortaliças investigadas foram a beldroega (*Portulaca oleracea*), bertalha (*Basella rubra*), caruru (*Amaranthus viridis*), peixinho (*Stachis lanata*) e azedinha (*Rumex acetosa*). Foi determinado que estas partes não convencionais possuem alto potencial nutricional e antioxidante, podendo ter o consumo regular associado a benefícios à saúde humana.

Zabotti e Genena (2013), sabendo que as betalaínas têm a função de antioxidantes naturais, objetivaram em seu estudo avaliar o extrato de beterraba pelo método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila). Nesse estudo, eles concluíram que a atividade do extrato de beterraba não provém apenas das betalaínas, mas também de outros compostos presentes no mesmo e que, devido a sua atividade antioxidante, pode ser empregado como um recurso natural para ser aplicado em alimentos industrializados, como alternativa aos antioxidantes sintéticos.

É possível que com a ação da temperatura haja a liberação dos compostos antioxidantes. A esse respeito, Raupp et al. (2011), ao analisarem o potencial antioxidante e o teor de fenóis em polpa de beterraba submetida a duas técnicas de processamento térmico, concluíram que, ao se utilizarem temperaturas mais altas, aumentou-se a atividade antioxidante dos produtos processados, enquanto em temperaturas mais brandas diminuiu-se ou não teve efeito.

Devido ao fato de as partes não convencionais de hortaliças apresentarem, em sua maioria, maiores fontes nutricionais do que as partes convencionais, torna-se importante avaliar sua atividade antioxidante. Com isso, Melo e Faria (2014) avaliaram os compostos fenólicos e atividade antioxidante das partes não convencionais, como talos e folhas de beterraba, rabanete, couve, repolho e brócolis e concluíram que estas partes apresentaram alta qualidade nutricional, além de propriedades antioxidantes. Os métodos utilizados para determinar a capacidade antioxidante e compostos fenólicos foram método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) e Folin-Ciocalteu, respectivamente.

2.5 Desenvolvimento de novos produtos

Em busca de melhores condições vida, os consumidores estão voltados a produtos que lhes proporcionam benefícios à saúde, além de buscarem cores, *flavour*, textura e nutrição. O mercado de produtos lácteos funcionais vem aumentando devido a esta demanda de consumidores preocupados com a saúde; com isso, a indústria láctea vem enfrentando grandes desafios, como o desenvolvimento de produtos inovadores com propriedades funcionais (COSTA et al., 2017).

Conforme Moraes et al. (2014), as sobremesas lácteas são apreciadas pelos consumidores e podem ser formuladas com vários ingredientes. Estes ingredientes interagem, resultando em uma grande variedade de texturas, sabores e aparências, que influenciam as características nutricionais, físicas e sensoriais, com efeitos diretos sobre a aceitabilidade do consumidor.

Santos e colaboradores (2014) afirmam que bebidas baseadas em fruta e derivados de leite estão recebendo atenção considerável devido ao potencial de crescimento do seu mercado, pois são sensorialmente agradáveis e têm alto valor nutritivo. Visto que o iogurte é um dos alimentos que vêm se destacando, diversos estudos relacionados com adição de frutas, hortaliças, extrato hidrossolúvel de soja, probióticos e prebióticos estão sendo realizados para inseri-lo no mercado consumidor e ter boa comercialização.

Segundo Chouchouli et al. (2013), o iogurte adicionado com antioxidantes de fontes naturais parece ser um formato conveniente para satisfazer o interesse do consumidor em

nutrientes originais e efeitos benéficos para a saúde. Desta forma, são várias as tentativas para inserir no mercado produtos enriquecidos com extratos naturais.

Zhao, Zhang e Zhang (2017) relatam a existência de evidências crescentes indicando que os vegetais ricos em fitoquímicos podem desempenhar um papel vital na proteção contra muitas doenças crônicas, incluindo doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2 e alguns cânceres.

Conforme Neres, Souza e Bezerra (2015), o reaproveitamento de partes não convencionais dos alimentos pode colaborar para a elaboração de novos produtos, inclusive os que são bem aceitos pelos consumidores, transformando-os em opções de alimentos mais ricos nutricionalmente.

Para lançar um novo produto no mercado, deve-se analisar sua aceitação pelos consumidores. A aceitabilidade de um produto refere-se ao grau de aceitação de um produto por um indivíduo ou população em termos de propriedades sensoriais, como sabor, odor, textura, entre outras (JOHANSEN et al., 2008).

Um alimento não deve ser apenas nutritivo, mas também agradar e satisfazer o consumidor. Assim, no desenvolvimento de um novo produto, é indispensável a avaliação de alguns aspectos, como cor, aroma, *flavour*, textura, aparência, consistência, sabor, com vistas à qualidade excelente e boa aceitação do produto (BARBOZA; FREITAS; WASZCZYNSKYJ, 2003).

Para mensurar esta aceitabilidade e para que seja comercializado, torna-se necessária a aplicação de ferramentas que permitam uma avaliação e otimização de suas possíveis alterações tecnológicas. Desta forma, a análise sensorial é considerada como quesito primordial durante o processo de mensuração. Um bom resultado demonstrará a satisfação do consumidor e assim poderá ser comercializado (SANTOS et al., 2014).

2.5.1 Cor

Uma das qualidades mais importantes do alimento é a cor. Ela está relacionada à aceitação do produto e vem ganhando cada dia mais importância. Na indústria de alimentos, são utilizados diversos tipos de corantes para conferir a cor desejada ao produto. São utilizados os sintéticos e os naturais, sendo que estes últimos possuem menor estabilidade, pois são muitas vezes sensíveis à luz e ao calor em meios ácidos, o que dificulta seu uso (ROCHA; REED, 2014).

As cores naturais são geralmente extraídas de frutas, legumes, sementes e raízes. Dentre os corantes naturais produzidos pela natureza, a antocianina e a betalaína são os pigmentos hidrossolúveis. A beterraba, devido à presença das betalaínas, confere uma cor

atraente ao produto, visto que ser esse aspecto o primeiro contato que o consumidor tem com o alimento, ou seja, é o início do marketing do produto. Porém, este pigmento é muito instável, o que limita seu uso na indústria alimentícia (ROY et al., 2004).

A cor está relacionada mais com a percepção humana do que com uma característica absoluta de um objeto. Essa percepção só é concretizada quando os estímulos recebidos são processados no cérebro. O olho humano é capaz de detectar apenas 3 cores (vermelho, verde e azul), pois possui apenas três cones receptores; porém, a partir da combinação destas cores pode visualizar todas as demais (MELCHIADES; BOSCHI, 1999).

A cor dos alimentos pode ser analisada através dos métodos instrumentais, como os colorímetros, e pelas avaliações sensoriais, em que os julgadores utilizam a visão. Para Penna, Oliveira e Baruffaldi (1997), correlacionar estes dois métodos é de suma importância devido à necessidade do desenvolvimento de testes objetivos que possam prever e, em última instância, substituir a análise sensorial. Além disso, relatam que diversos autores avaliaram a existência de correlação entre os dois, chegando a um coeficiente de 0,96.

O sistema CIE, em 1976, estabeleceu um padrão denominado CIELAB para utilização da escala de cor. Este representa de maneira mais próxima a sensibilidade humana para cor. O L^* vai do topo à base com valores mínimo e máximo de 0 a 100, respectivamente. Já as coordenadas a^* e b^* são representadas pelas cores vermelho ($+a^*$) a verde ($-a^*$) e amarelo ($+b^*$) a azul ($-b^*$) (HUNTERLAB, 1996).

Avaliar a cor dos alimentos, principalmente quando se deseja inserir um novo produto no mercado, torna-se indispensável. Por isso, a utilização dos dois métodos, tanto afetivo como instrumental, é importante (OLIVEIRA et al., 2003).

REFERÊNCIAS

ALVES, A. U. et al. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, [S. l.], v.26, n.2, p. 292-295, 2008.

AMIRDIVANI, S; BABA, A. S. Changes in yogurt fermentation characteristics, and antioxidant potential and in vitro inhibition of angiotensin-1 converting enzyme upon the inclusion of peppermint, dill and basil. **Food Science and Technology**, [S. l.], v.44, n.6, p. 1458 – 1464, 2011.

ANGELO, P. M; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, [S. l.], v.66, n.1, p. 1-9, 2007.

AUDDY, B. et al. Screening of antioxidant activity of three Indian medicinal plants, traditionally used for the management of neurodegenerative diseases. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 84, n.2-3, p. 131 - 138, 2003.

AZEREDO, H. M. C. Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. **International Journal of Food Science and Technology**, [S. l.], v.44, n.12, p. 2365–2376, 2009.

BALASUNDRA, N; SUNDRAM, K; SAMMAM, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 99, n.1, p.191–203, 2006.

BASSETTO, R. Z. et al. Produção de biscoitos com resíduo do processamento de beterraba (*Beta vulgaris* L.). **Revista Verde**, [S. l.], v. 8, n.1, p. 139 – 145, 2013.

BARBOZA, L. M. V; FREITAS, R. J. S; WASZCZYNSKYJ, N. Desenvolvimentos de produtos e análise sensorial. **Brasil Alimentos**, [S. l.], n.18, p. 34-5, 2003.

BRANDÃO, Y. B. et al. Avaliação físico-química e sensorial de manteiga adicionada de óleo essencial de orégano e em embalagem ativa biodegradável. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, [S. l.], v.17, n.2, p. 307-320, 2015.

CAMARA, F. M. et al. Caracterização dos resíduos gerados na Ceasa paulistana sob ótica da saúde ambiental e segurança alimentar. **Segurança Alimentar e Nutricional**, [S. l.], v.21, n.1, p.395-403, 2014.

CANO-SANCHO, G. et al. Comparison of the nutritional composition and the concentrations of various contaminants in branded and private label yogurts. **Journal of Food Composition and Analysis**, [S. l.], v. 42, p.71–77, 2015.

COISSON, J. D. Euterpe oleracea juice as a functional pigment for yogurt. **Food Research International**, [S. l.], v.38, n. 8-9, p. 893–897, 2005.

COSTA, M. P. et al. Consumer perception, health information, and instrumental parameters of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) goat milk yogurts. **Journal of Dairy Science**, [S. l.], v.100, n.1, p. 157-168, 2017.

CHOUCHOU LI, V. et al. Fortification of yoghurts with grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. **Food Science and Technology**, [S. l.], v.53, n.2, p. 522 – 529, 2013.

DAVID, C. A. J. et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Química Nova**, [S. l.], v.33, n.10, p. 2202-2210, 2010.

DESLILE, J; AMIOT, J; DORE, F. Biological availability of calcium and magnesium from dairy products. **Dairy Journal**, [S. l.], v.5, n.1, p. 87-96, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Embrapa discute relação de perdas e desperdícios com segurança alimentar e nutricional. Brasília: Embrapa, 2015. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/2771291/embrapa-discute-relacao-de-perdas-e-desperdicios-com-seguranca-alimentar-e-nutricional>> Acesso em: 08 mar, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. FAO promove consulta regional sobre redução de perdas e desperdício de alimentos. Brasília: Embrapa, 2014. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/2111730/fao-promove-consulta-regional-sobre-reducao-de-perdas-e-desperdicio-de-alimentos>> Acesso em: 08 Mar, 2017.

ESTERBAUER, H. Cytotoxicity and genotoxicity of lipid-oxidation products. **American Journal of Clinical Nutrition**, [S. l.], v.57, n.5, p.779-786, 1993.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNUTED NATIONS - FAO (2014). **Food losses and waste in the Latin America and the Caribbean. Food and Agriculture Organization for the United Nations**, Rome: FAO, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i3942e.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2017.

FEDERICI, F. et al. Valorisation of agro-industrial by-products, effluents and waste: concept, opportunities and the case of olive mil wastewater. **Journal of Chemical Technology Biotechnology**, [S. l.], v.84, n.6, p. 895-900, 2009.

FUCHS, R.H.B. et al. Iogurte de soja suplementado com oligofrutose e inulina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 25, n.1, p.175-181, 2005.

FUENTE, M. A. et al. Total and soluble contents of calcium, magnesium, phosphorus and zinc in yoghurts. **Food Chemistry**, [S. l.], v.80, n.4, p. 573-578, 2003.

GAD; A. S; SAYD, A. F. Antioxidant properties of rosemary and its potential uses as natural antioxidant in dairy products—a review. **Food and Nutrition Sciences**, [S. l.], v. 6, n.1, p.

1-14, 2015.

GENGATHARAN, A; DYKES, G. A; CHOO, W. S. Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods. **Food Science and Technology**, [S. l.], v. 64, n.2, p. 645-649, 2015.

GRANGEIRO, L. C. et al. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência e Agrotecnologia**, [S. l.], v. 31, n.2, p. 267-273, 2007.

GUTIÉRREZ, G. et al. Iron-entrapped niosomes and their potential application for yogurt fortification. **Food Science and Technology**, [S. l.], v.74, p. 550-556, 2016.

HUNTERLAB. CIE L*a*b* color scale. **Applications note**, [S. l.], v.8, n.7, p.1-15, 1996.

ISMAIL, A; MARJAN, Z. M; FOONG, C. W. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 87, n.4, p. 581–586, 2004.

JOHANSEN, S. M. B. et al. Prediction of sensory properties of low-fat yoghurt and cream cheese from surface images. **Food Quality and Preference**, [S. l.], v.19, n.2, p. 232–246, 2008.

KLUGE, R. A. et al. Armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de cortes. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 36, n.1, 263-270, 2006.

KUBOW, S. Routes of formation and toxic consequences of lipid oxidation products in foods. **Free Radical Biology and Medicine**, [S. l.], v.12, n.1, p.63-81, 1992.

KUMAR, P; MSHRA, H. N. yoghurt powder—a review of process technology, storage and utilization. **Food and Bioproducts Processing**, [S. l.], v. 82, n.2, p. 133–142, 2004.

LEE, W. Z. et al. Influence of different extraction conditions on antioxidant properties of soursop peel. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, [S. l.], v.15, n.4, p. 419–428, 2016.

LI, Y. et al. Antioxidant and free radical-scavenging activities of chickpea protein hydrolysate (CPH). **Food Chemistry**, [S. l.], v.106, n.2, p. 444–450, 2008.

LOGINOVA, K. V; LEBVOKA, N. I; VOROBIEV, E. Pulsed electric field assisted aqueous extraction of colorants from red beet. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 106, n.2, p. 127–133, 2011.

MADHU; A. N; AMRUTHA, N; PRAPULHA, S. G. Characterization and antioxidant property of probiotic and synbiotic yogurts. **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, [S. l.], v. 4, n.2, p. 90–97, 2012.

MAKRIS, D. P; BOSKOU, G; ANDRIKKOPOULOS, N. K. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, [S. l.], v.20, n. 2, p. 125–133, 2007.

MARTINS, A. et al. Phenolic extracts of *Rubus ulmifolius* Schott flowers: characterization, microencapsulation and incorporation into yogurts as nutraceutical sources. **Food and Function**, [S. l.], v. 5, n.6, p. 1073 – 1091, 2014.

MELCHIADES, F. G.; BOSCHI, A. O. Cores e Tonalidades em Revestimentos Cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, [S. l.], v. 2, n. 4, p.1-6, 1999.

MELO, C. M. T; FARIA, J. V. Composição centesimal, compostos fenólicos e atividade antioxidante em partes comestíveis não convencionais de seis olerícolas. **Bioscience Journal**, [S. l.], v.30, n.1, p. 93-100, 2014.

MENDES, R; CARDOSO, C; PESTANA, C. Measurement of malondialdehyde in fish: A comparison study between HPLC methods and the traditional spectrophotometric test. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 112, n.4, p. 1038–1045, 2009.

MIKOŁAJCZYK-BATOR, K. PAWLAK, S. The effect of thermal treatment on antioxidant capacity and pigment contents in separated betalain fractions. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, [S. l.], v.15, n.3, p. 257–265, 2016.

MOURE, A. et al. Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 72, n.4, p. 145 -171, 2001.

MUNIANDY, P; SHORI, A. B; BABA, A. S. Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], n. 8, p. 1–8, 2016.

MURCIA, M. A; JIMÉNEZ, A. M; MARTÍNEZ-TOMÉ, M. Vegetables antioxidant losses during industrial processing and refrigerated storage. **Food Research International**, [S. l.], n. 42, v.8, p.1046–1052, 2009.

MORAES, E. C. et al. A. Development of chocolate dairy dessert with addition of prebiotics and replacement of sucrose with different high-intensity sweeteners. **Journal of Dairy Science**, [S. l.], v. 97, n. 5, p. 2600-9, 2014.

NERES, J. P. G; SOUZA, R. L. A; BEZERRA, C. F. Iogurte com polpa e farinha da casca do abacaxi. **Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [S. l.], v. 70, n.5, p. 262-269, 2015.

NOVAES, M. D. S. et al. Composição proximal e mineral de biscoitos tipo amanteigado enriquecidos com diferentes farinhas de casca de frutas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, [S. l.], v. 74, n.4, p. 390-8, 2015.

ODŽAKOVIĆ, B. et al. Effect of roasting degree on the antioxidant activity of different arabica coffee quality classes. **ACTA Scientiarum Polonorum - Food Science and Human Nutrition**, [S. l.], n.15, v.4, p. 409-417, 2016.

OLIVEIRA, G. L. S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais in vitro pelo método do DPPH: estudo de revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S. l.], n. 17, v.1, p. 36-44, 2015.

OLIVEIRA, A. P. V. et al. Medida instrumental de cor em sobremesas lácteas de chocolate: uma técnica de baixo custo e versátil utilizando câmara digital. **Brazilian Journal Food Technology**, [S. l.], n.6, v.2, p. 191-196, 2003.

OSAWA, C.C. et al. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Quimica Nova**, [S. l.], v. 28, n.4, p. 655-663, 2005.

PASSA, G. et al. Probability and amounts of yogurt intake are differently affected by sociodemographic, economic, and lifestyle factors in adults and the elderly—results from a population-based study. **Nutrition Research**, [S. l.], n.35, v.8, p. 700-706, 2015.

PENNA, A. L. B; OLIVEIRA, N. M; BARUFFALDI, R. Análise de consistência de iogurte: correlação entre medida sensorial e instrumental. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v.1, n.2, p. 98-101, 1997.

PITALUA, E. et al. Antioxidative activity of microcapsules with beetroot juice using gum Arabic as wall material. **Food and Bioproducts Processing**, [S. l.], v. 88, n.2-3, p. 253–258, 2010.

POLIZER, L. H; PONTIERI, M. H; MORAES, I. O. Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **J. Technology Management Innovation**, [S. l.], v.2, n.1, p. 118-127, 2007.

PRUDENCIO, I. D; et al. Petit suisse manufactured with cheese whey retentate and application of betalains and anthocyanins. **Food Science and Technology – LWT**. [S. l.], v. 41, n. 5, p. 905–910, 2008.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Quimica Nova**, [S. l.], v.29, n.4, p. 755-760, 2006.

RAMOS, T. M. Perfil de textura de Labneh (iogurte grego). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [S. l.], v.64, n.369, p. 8-12, 2009.

RAMOS, J. A. et al. modificação da composição físico-química de beterrabas submetidas a diferentes tipos de corte e métodos de Cocção. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.31, n.1, p. 97-101, 2016.

RAUPP, D. S; et al. Effect of processing on antioxidant potential and total phenolics content

in beet (*Beta vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 31, n.3, p. 688-693, 2011.

RESHMI, S. K; ARAVINDHAN, K. M; DEVI, P. S. The effect of light, temperature, ph on stability of betacyanin pigments in basella alba fruit. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**, [S. l.], v.5, n.4, p. 107-110, 2012.

ROCHA, D. S. R; REED, E. Pigmentos naturais em alimentos e sua importância para a saúde. **Estudos**, [S. l.], v.41, n.1, p. 76-85, 2014.

ROCHA, W. S. et al. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 33, n.4, p. 1215-1221, 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Natural food pigments and colorants. **Food Science**, [S. l.], v.7, p.20–26, 2016.

ROSMINI, M. R. et al. TBA Test by an Extractive Method Applied to 'Pat'. **Meat Science**, [S. l.], v. 42, n.1, p. 103-110, 1996.

ROY, K. et al. The use of a natural colorant based on betalain in the manufacture of sweet products in India. **International Journal of Food Science and Technology**, [S. l.], v.39, n.10, p.1087–1091, 2004.

SAH, B. N. P. et al. Effect of pineapple waste powder on probiotic growth, antioxidant and antimutagenic activities of yogurt. **Journal Food Science and Technologic**, [S. l.], v. 53, n.3, p. 1698–1708, 2016.

SANDOVAL-CASTILA, O. et al. Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. **International Dairy Journal**, [S. l.], v. 14, n.2, p. 151–159, 2004.

SANTANA, A. F; OLIVEIRA, L. F. Aproveitamento da casca de melancia (*Curcubita citrullus*, *Shrad*) na produção artesanal de doces alternativos. **Alimentos e Nutrição**, [S. l.], v.16, n.4, p. 363-368, 2005.

SANTILLÁN-URQUIZA, E; MÉNDEZ-ROJAS, A. M; VÉLEZ-RUIZ, J. F. Fortification of yogurt with nano and micro sized calcium, iron and zinc, effect on the physicochemical and rheological properties. **Food Science and Technology**, [S. l.], v.80, p. 462-469, 2017.

SANTOS, K. A. et al. Avaliação das características sensoriais e físico-químicas de iogurte adicionado de inulina. **Uniabeu**, [S. l.], v. 7, n.15, p. 50-65, 2014.

SEMENIUC, C. A; et al. Stability of flavoured phytosterol-enriched drinking yogurts during storage as affected by different packaging materials. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S. l.], v. 96, n.8, p. 2782–2787, 2016.

SENEL, et al. Changes in some properties of strained (Suzme) goat's yoghurt during

storage. **Small Ruminant Research**, [S. l.], v. 99, n. 2-3, p. 171– 177, 2011.

SERRA, M. et al. Quantification of lipolysis and lipid oxidation during cold storage of yogurts produced from milk treated by ultra-high pressure homogenization. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 89, n. 1, p. 99–104, 2008.

SILVA, F. A. M; BORGES, M. F. M; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, [S. l.], v. 22, n.1, p. 94-103, 1999.

SILVA, E. B; SILVA, E. S. Aproveitamento integral de alimentos: avaliação sensorial de bolos com coprodutos de abóbora (*Cucurbita moschata*, L.). **Revista Verde**, [S. l.], v. 7, n.5, p. 121-131, 2012.

SILVA, L. C. et al. Aspectos microbiológicos, ph e acidez de iogurtes de produção caseira comparados aos industrializados da região de Santa Maria – RS. *Disc. Scientia*. Série: **Ciências da Saúde**, [S. l.], v.13, n.1, p. 111-120, 2012.

SILVA, A. O; SILVA, E. F. F; KLAR, A. E. Eficiência de uso da água em cultivares de beterraba submetidas a diferentes tensões da água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, [S. l.], v.2, n.1, p. 27-36, 2013.

SOUZA, P. D. J. et al. Análise sensorial e nutricional de torta salgada elaborada através do aproveitamento alternativo de talos e cascas de hortaliças. **Alimento e Nutrição**, [S. l.], v.18, n.1, p. 55-60, 2007.

SUCUPIRA, N. R; et al. Métodos de determinação da atividade antioxidante de frutos. **Revista Científica Ciências Biológica e da Saúde**, [S. l.], v. 14, n.4, p. 263-9, 2012.

TSENG, A; ZHAO, Y. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 138, n.1, p. 356-65, 2013.

TURKMEN, N; SARI, F; VELIOGLU, S. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 93, n.4, p. 713–718, 2005.

ULU, H. Evaluation of three 2-thiobarbituric acid methods for the measurement of lipid oxidation in various meats and meat products. **Meat Science**, [S. l.], v. 67, n.4, p. 683–687, 2004.

VEBERG, A. et al. Front-face fluorescence measurement of photosensitizers and lipid oxidation products during the photooxidation of butter. **Journal of Dairy Science**, [S. l.], v.90, n.5, p. 2189–2199, 2007.

VIANA, M. M. S; et al. Composição fitoquímica e potencial antioxidante em hortaliças não convencionais. **Horticultura Brasileira**, [S. l.], v. 33, n.4, p. 504-509, 2015.

VIRTANEN, T. et al. Development of antioxidante activity in milk whey during fermentation with lactic acid bactéria. **Journal of Applied Microbiology**, [S. l.], v.102, n.1, p. 106-115, 2006.

YE, M. et al. Quality characteristics and antioxidant activity of hickory-black soybean yogurt. **Food Science and Technology**, [S. l.], v. 51, n.1, p. 314 - 318, 2013.

ZABOTTI, C; GENEMA, A. Z; Avaliação do potencial antioxidante do extrato obtido a partir da beterraba vermelha (*Beta vulgaris* l.) por meio do uso da água como solvente de extração. **Cascavel**, [S. l.], v.6, n. 4, p. 195 - 200, 2013.

ZAINOLDIN, K. H; BABA, A. S. The Effect of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* on Physicochemical, Proteolysis, and Antioxidant Activity in Yogurt. **International Scholarly and Scientific Research & Innovation**, [S. l.], v.3, n.12, p. 585 – 590, 2009.

ZANIOL, M. K. et al. Antioxidative activity and total phenolic compounds of leaf, root and petiole of four accessions of *Centella asiatica* (L.) Urban. **Food Chemistry**, [S. l.], v.81, n.4, p. 575–581, 2003.

ZARATE, N. A. H; et al. Cobertura do solo com cama-de-frango, com e sem amontoa, na produção de beterraba. **Ciência e agrotecnologia**, [S. l.], v.34 (Edição especial), p. 1598-1603, 2010.

ZHAO, G; ZHANG, R; ZHANG, M. Effects of high hydrostatic pressure processing and subsequent storage on phenolic contents and antioxidant activity in fruit and vegetable products. **International Journal of Food Science and Technology**, [S. l.], n. 52, p. 3–12, 2017.

CAPÍTULO 2: ARTIGO CIENTÍFICO

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE POLPA, RESÍDUO E XAROPE DE BETERRABA

Lizandra Carla Pereira de Oliveira, Tábata Baldus, Ananda Karla N. Farias, Erika Cristina Rodrigues, Nágela Farias Magave Picanço Siqueira, Edgar Nascimento e Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria

Resumo: Este trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas da beterraba, polpa e resíduo, apresentadas na forma crua e cozida e na forma em xarope. O delineamento foi inteiramente casualizado com 7 repetições em triplicatas para cada tratamento, desenvolvidos em três experimentos considerado como tratamento para cada a matéria prima (polpa e resíduos) *in natura*, cozida a vapor e na forma de xarope. Os parâmetros analisados foram a capacidade de sequestrar radicais livres pelo método DPPH, compostos fenólicos (CF), pH, acidez titulável (%ácido cítrico) (AT), atividade de água (Aw), parâmetros de cor (L*, a* e b*) e minerais (Ca, Mg e Na). As variáveis foram comparadas entre si pelos testes de média *t* e SNK. Entre as variáveis analisadas para a polpa de beterraba os valores de Mg (2,73 mg/100g de polpa), Na (74,76 mg/100g de polpa) e CF (101 mg/mL) foram maiores para a polpa submetida ao processo térmico. O mesmo foi observado para as variáveis analisadas com os resíduos, sendo que os valores de Mg (2,42 mg/100g de resíduos), Na (100,71 mg/100g de resíduos) e CF (117,77 mg/mL) foram maiores em comparação com o resíduo *in natura*. Em relação a comparação entre os tratamentos xarope de polpa e xarope de resíduos, o xarope de polpa de beterraba apresentou maiores teores médios de Mg (8,62 mg/100g de xarope e Na (80,95 mg/100g de xarope). Conclui-se que dependendo da forma de preparo do alimento e intenção no tipo de aproveitamento para consumo pode-se optar entre polpa e resíduos cozidos a vapor. Além disso, pode-se incorporar os xaropes de polpa e de resíduos de beterraba em produtos como iogurte, panificação e outros.

Palavras-chave: minerais; *Beta vulgaris* L.; atividade antioxidante.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the physicochemical characteristics of beet, pulp and residue, presented in the raw and cooked form and in syrup form. The design was completely randomized with 7 replicates in triplicates for each treatment, developed in three experiments considered as treatment for each raw material (pulp and waste) *in natura*, steamed and in the form of syrup. The parameters analyzed were radical scavenging activity DPPH, phenolic compounds (CF), pH, titratable acidity (% citric acid) (AT), water activity (Aw), color parameters (L*, a* e b*) and minerals (Ca, Mg and Na). The variables were compared by the mean *t* and SNK tests. Among the variables analyzed for beet pulp, the values of Mg (2.73 mg / 100g pulp), Na (74.76 mg / 100g pulp) and CF (101 mg / mL) were higher for pulp submitted to Thermal process. The values of Mg (2.42 mg / 100 g of residues), Na (100.71 mg / 100 g of residues) and CF (117.77 mg / mL) were the same for the analyzed variables, Were greater in comparison with the *in natura* residue. In relation to the pulp syrup and waste syrup treatments, the beet pulp syrup had higher mean Mg contents (8.62 mg / 100 g syrup and Na (80.95 mg / 100 g syrup). It is believed that depending on the form of preparation of the food and intention in the type of use for consumption one can choose between pulp and steamed residues. In addition, syrups of pulp and beet residues can be incorporated into products such as yogurt, baking and others.

Keyword: minerals; *Beta vulgaris* L.; activity antioxidant.

1. INTRODUÇÃO

Os vegetais possuem valores nutricionais, sendo ricos em minerais, vitaminas e fibras, o que torna essencial sua presença na dieta diária. Estes vegetais, além de fornecerem componentes importantes para desempenhar funções básicas do organismo, como ácido ascórbico, betacaroteno e ácido fólico, são fontes de compostos bioativos diretamente associados à prevenção de doenças (FALLER; FIALHO, 2009).

Lee et al. (2016) complementa que as frutas e os vegetais fornecem uma ampla gama de compostos fenólicos derivados de plantas com atividade antioxidante, que ajuda o corpo a lidar com o estresse oxidativo. Segundo Odžaković et al. (2016) os compostos fenólicos são considerados os antioxidantes mais eficazes e também possui maior influência na estabilidade, nas características sensoriais e nutricionais do produto.

Além das propriedades benéficas, os fitoquímicos naturais são importantes na indústria de alimentos, pois são frequentemente utilizados como substitutos dos antioxidantes sintéticos (AIRES; CARVALHO; SAAVEDRA, 2017).

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma hortaliça originária de regiões europeias e norte-africanas de clima temperado. No Brasil, seu cultivo é principalmente na região Sudeste, colaborando com 45% da produção nacional. Ela é consumida em grandes quantidades ao longo do ano e está prontamente disponível no mercado. Além disso, é um vegetal com fontes valiosas de compostos bioativos, que exercem várias propriedades benéficas como antioxidante, anti-inflamatória e anticancerígenos, rico em zinco, cloro e potássio e possui alto teor de ferro e proteína (MIKOŁAJCZYK-BATOR; PAWLAK, 2016; SILVA; SILVA; KLAR, 2013). Alguns trabalhos baseados em testes *in vitro* classificam a beterraba entre os dez vegetais mais potentes em relação a sua atividade antioxidante e que a betalaína é responsável pela maior parte dessas propriedades benéficas (AZEREDO, 2009).

As partes não convencionais de vegetais como cascas, talos e folhas vem sendo alvo de estudos devido sua importância nutricional. Eles são fontes valiosas para recuperação de polifenóis, pectinas e proteínas e, são usados como antioxidantes naturais e ingredientes alimentares funcionais. Porém, ainda há resistência desse tipo de alimentação na mesa do consumidor, o que torna imprescindível a busca de novas alternativas de agregar esses nutrientes em produtos processados, com intuito de diminuir gastos, melhorar o cardápio nutricional e diminuir o desperdício (KAMMERER et al., 2014; SILVA; SILVA, 2012; SOUZA et al., 2007).

Em muitos casos as hortaliças são consumidas cruas, mas há situações em que a cocção é necessária pois, atua na qualidade das proteínas destruindo ou inativando

termicamente os fatores lábeis que reduzem o valor nutritivo. Porém, provoca alterações consideráveis no conteúdo de seus constituintes, tais como vitaminas, aminoácidos e minerais, dependendo do tipo, tempo e temperatura do processo térmico aplicado. Estas alterações podem variar de acordo com a espécie do vegetal pesquisada (SLUPSKI, 2011).

Apesar de obter ricas propriedades, são descartados as folhas e os caules das beterrabas para comercialização apenas da polpa e casca. Com isso, o estímulo ao aproveitamento integral da beterraba, promove o incentivo ao consumo desse grupo de alimentos e contribui para a promoção da saúde (SANTOS, 2010).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar as características físico-químicas da beterraba, polpa e resíduo, apresentadas na forma crua, cozida e de xarope.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção da matéria prima

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Físico-Química do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), *campus* Bela Vista, Cuiabá – MT. As beterrabas foram adquiridas em feira local, porém cultivadas no município de Chapada dos Guimarães-MT (15°27'39" S, 55°45'0" W) localizada a aproximadamente 64 KM da capital Cuiabá – MT (15°35'46" S, 56°05'49" W).

As polpas com as cascas foram cortadas com faca de porcelana previamente higienizadas, em aproximadamente 1 cm de espessura, e a parte aérea (resíduos) foram separadas em folhas e caules.

O material obtido (polpa e resíduos de beterraba) foi submetido a três procedimentos: *in natura*, cozida a vapor e xarope. Foi escolhido o método a vapor pois resulta em uma maior retenção dos nutrientes, por não entrar direto com a água.

2.1.1 Delineamento experimental

O experimento foi dividido em três partes: polpa com casca *in natura* (PN) e cozida a vapor (PV); resíduos (talos e folhas) *in natura* (RN) e cozidos a vapor (RV) e por último, xarope da polpa (XP) e xarope dos resíduos (XR).

O experimento foi desenvolvido em Delineamento Inteiramente Casualizado considerando como tratamento a matéria prima (polpa e resíduos), com 7 repetições e as variáveis analisadas em triplicata. O xarope foi elaborado com 50% (m:m) de polpa e de resíduos *in natura* e triturados, considerando como dois tratamentos com adição de sacarose até atingir 54°Brix.

Para a cocção utilizou-se uma panela elétrica de cozimento à vapor em que a polpa com casca, cortadas em aproximadamente 1 cm de espessura, foram expostas a 15 minutos e o resíduo durante 3 minutos. Para elaboração dos xaropes foram utilizados 50% da matéria prima (m:m) (triturada) e 50% de sacarose (m:m), levados ao fogo até atingir 54°Brix. As amostras foram trituradas, armazenadas em potes de polipropileno, protegidos com papel alumínio para não haver interferência da luz e congeladas a temperatura de -12°C até o momento das análises.

Os parâmetros analisados foram a capacidade de sequestrar radicais livres pelo método DPPH, compostos fenólicos (CF), pH, acidez titulável total (AT), atividade de água (Aw), análise de cor (L^* , a^* e b^*) e os teores de minerais (cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na)).

2.2 Obtenção dos extratos para determinação dos compostos fenólicos totais e atividade antioxidante radicalar

A obtenção do extrato para determinação de compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante radicalar seguiu conforme metodologia proposta por Rufino (2010). Acrescentou-se a amostra, pesada previamente (5 gramas para compostos fenólicos e 5 a 60 gramas para atividade antioxidante), 40 mL de metanol:água (50:50, v:v) deixado em repouso por 60 min, e em seguida a amostra foi centrifugada a 7.500 rpm, por 40 min, sendo o sobrenadante reservado em balão volumétrico de 100mL fechado e protegido da luz, e o resíduo restante foi submetido a nova extração com solução aquosa de acetona 70% (v:v), seguindo o mesmo processo anterior. O sobrenadante foi acrescentado ao balão juntamente com a extração anterior e o volume completado até a marca de aferição com água destilada.

2.2.1 Atividade Antioxidante por 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH)

A atividade antioxidante radicalar foi realizada pelo método de DPPH baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) por compostos antioxidantes. A partir dos extratos aceto-hidro-alcoólico descrito anteriormente, foram realizadas cinco diluições com concentrações variadas de 5 a 60 gramas, pois cada matriz comporta-se de maneira diferenciada. Transferiu-se alíquotas de 0,1 mL de cada diluição dos extratos para tubos de ensaio contendo 3,9 mL da solução de DPPH 0,06Mm. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro de marca SHIMADZU modelo UV – 1800 em comprimento de onda de 517 nm, ao abrigo da luz, após 30 minutos do início da reação. O aparelho foi zerado com a solução aceto-hidro-alcoólico (BRAND-WILLIANS et al, 1995).

A capacidade de descoloração do radical DPPH foi comparada com o controle (3,9 mL de DPPH e 0,1 mL da solução aceto-hidro-alcoólico), estabelecendo a porcentagem de inibição do radical conforme a equação, sendo que Abs_C é a absorbância da solução controle e Abs_A é a absorbância da amostra (Equação 1):

$$\% \text{ de inibição} = [(Abs_C - Abs_A) / Abs_C] \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

2.2.2 Análise de Compostos Fenólicos

Após a obtenção do extrato descrito no item 2.2, utilizando 5 gramas da amostra, foram adicionados em tubos de ensaio 1 mL do extrato, 1 mL do reagente Folin-Ciocalteou (1:3, v:v), 2 mL da solução aquosa de carbonato de sódio 20% (m:v) e 2 mL de água destilada. Após 30 minutos a absorbância foi lida em espectrofotômetro SHIMADZU modelo UV – 1800 em comprimento de onda de 700 nm. Para obtenção dos dados utilizou-se a curva analítica ($R^2= 0,9993$) construída com ácido gálico nas concentrações de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 $\mu\text{g/mL}$ (OBANA; OWUOR, 1997).

2.3 Determinação da cor

A determinação da cor foi realizada com um colorímetro da marca Minolta, modelo CM-700D, na escala L^* , a^* e b^* do sistema CIELab, calibrado para um padrão branco. O valor de L^* determina a posição do ponto sobre o eixo vertical de luminosidade (0-100); o valor a^* é do ponto sobre o eixo a^* (-) verde (+) vermelho e o valor de b^* , do ponto correspondente sobre o eixo (-) azul (+) amarelo. A determinação ocorreu em três pontos diferentes, com três medições em cada amostra e as médias foram utilizadas para análise estatística.

Após a obtenção dos resultados, foi calculado a diferença global de cor, também chamada de ΔE^* , que expressa a impressão do olho humano a diferenciação de cores entre as amostras. O cálculo foi realizado conforme a Equação 3, de Ramos e Gomides (2007). Além do cálculo de ΔE^* , foram realizados também os cálculos para obtenção do índice de saturação (C^*) Equação 4 e índice de tonalidade (h^*) Equação 5.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad \text{Eq. (3)}$$

$$c^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad \text{Eq. (4)}$$

$$h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad \text{Eq. (5)}$$

2.4 Atividade de água (Aw)

A determinação da atividade de água foi realizada utilizando o equipamento Aqualab 4TE 02 (2008), segundo AOAC (2012) método 978.18 e ASTM D6836.

2.5 Determinação do pH e acidez titulável total (ATT)

As medidas de pH das amostras foram feitas por potenciometria direta utilizando potenciômetro digital (HANNA instruments, modelo HI 2221) de acordo com AOAC (2012), método 943.71. O pH das amostras foi quantificado durante o armazenamento.

A acidez titulável foi determinada por titulação potenciométrica (311/IV) conforme o IAL (2008) utilizado para amostras fortemente colorida, através da neutralização com NaOH 0,1 mol/L até pH 8,2 – 8,4 e os resultados foram expressos em g de ácido cítrico/100g de amostra.

2.6 Determinação de minerais

2.6.1 Decomposição da amostra por via úmida

Inicialmente pesou-se 1 grama de amostra e, em seguida, a mesma foi levada para calcinar em forno mufla por aquecimento em rampa em intervalos de 30 minutos aumentando de 50 em 50°C até 450°C. Quando as amostras apresentaram coloração cinzas brancas ou claras, foram retiradas e levadas ao dessecador até arrefecimento. Após pesagem, foram levadas a chapa elétrica à temperatura de aproximadamente 300°C e adicionados 0,5 mL de ácido nítrico PA (65%) e 0,5 mL de ácido clorídrico PA (37%). Posteriormente, os resíduos foram dissolvidos e transferidos para um balão volumétrico de 100 mL com auxílio de água destilada até aferição do menisco (IAL, 2008).

2.6.2 Cálcio e Magnésio

Para determinação de cálcio foram adicionados em um erlenmeyer de 150 mL, 5 mL da amostra digerida, 10 mL de EDTA 0,04 mol/L e 15 mL de NaOH 0,5 mol/L, titulados com solução de padrão de CaCO₃ 0,025 mol/L usando o indicador Calcon, como indicador químico, sendo o ponto final a mudança de coloração de azul para vermelho vinho (BACCAN et al., 2001).

A quantificação da concentração de magnésio foi feita da adição em um erlenmeyer de 150 mL de 5 mL da amostra digerida, 10 mL de EDTA 0,04 mol/L e 2 mL de solução tampão pH=10, titulados com solução de padrão de MgCl₂ 0,025 mol/L usando o indicador

negro de ericromo, como indicador químico, sendo o ponto final a mudança de coloração de vermelho para arroxeado (BACCAN et al., 2001).

2.6.3 Sódio

A determinação de sódio foi realizada por eletrodo íon seletivo, utilizando o equipamento LAQUAtwin – Horiba, calibrado com a solução de 150 mg/L (Standard solution – model Y022L).

2.7 Análise estatística dos dados

As variáveis foram submetidas ao teste de normalidade Lilliefors e, para as variáveis que apresentaram normalidade foram analisadas pelo teste *t* e para os que não apresentaram normalidade foram analisadas pelo teste SNK (Student-Newman-Keuls). Para comparação dos valores de EC₅₀, foi realizada inicialmente uma curva de calibração para cada repetição de cada tratamento para verificar o comportamento dos valores de EC₅₀. Após a obtenção dos valores, os mesmos foram analisados pelo teste de média SNK (Student-Newman-Keuls). Os dados foram analisados com o auxílio do Software ASSISTAT 7.7.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de AT e Ca não apresentaram diferença estatisticamente significativa pelo teste *t* ($p < 0,05$) e Aw pelo teste SNK ($p < 0,05$). Para a polpa de beterraba cozida a vapor o pH (6,32), Mg (2,73 mg/ 100g), Na (74,76 mg/100g) e compostos fenólicos (101 mg GAE/100g) foram maiores em comparação com a polpa *in natura*. Não houve diferença estatisticamente significativa para teores de cálcio.

Tabela 1: Valores médios \pm desvio padrão das determinações físico-químicas da polpa *in natura* (PN) e cozida à vapor (PV)

Parâmetros	CV (%)	PN	PV
AT (%ácido cítrico) †	6,42	0,10 \pm 0,01 ^a	0,10 \pm 0,01 ^a
Aw	0,74	0,9847 \pm 0,02 ^a	0,9813 \pm 0,00 ^a
pH †	0,72	6,25 \pm 0,04 ^b	6,32 \pm 0,04 ^a
Ca (mg/100g) †	6,06	12,97 \pm 1,20 ^a	13,14 \pm 1,64 ^a
Mg (mg/100g) †	1,49	1,77 \pm 0,22 ^b	2,73 \pm 0,40 ^a
Na (mg/100g)	3,67	69,52 \pm 6,87 ^b	74,76 \pm 5,32 ^a
Compostos Fenólicos (mg GAE/100 g)	6,09	46,37 \pm 3,42 ^b	101 \pm 5,74 ^a

CV coeficiente de variação; Letras iguais na mesma linha não indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste *t* † e teste Student-Newman-Keuls (SNK).

As variáveis AT, pH, Ca e Mg apresentaram diferença média significativa pelo teste *t* ($p < 0,05$) enquanto que Aw, Na e compostos fenólicos pelo teste SNK ($p < 0,05$) (Tabela 2). Para os valores de resíduos cozidos a AT (0,82 (%ácido cítrico), Mg (2,42 mg/100g), Na (100,71 mg/100g) e CF (117,77 mg GAE/100 g) apresentaram maiores valores quando submetidos ao cozimento a vapor quando comparados aos resíduos *in natura*, enquanto que o Ca (15,33 mg/100g) e pH (6,83) e Aw (0,9817) foram maiores para o resíduo *in natura*.

Tabela 2: Valores médios \pm desvio padrão das determinações físico-químicas do resíduo *in natura* (RN) e cozido à vapor (RV)

Parâmetros	CV (%)	RN	RV
AT (%ácido cítrico) †	3,08	0,66 \pm 0,12 ^b	0,82 \pm 0,08 ^a
Aw	0,15	0,9914 \pm 0,00 ^a	0,9881 \pm 0,00 ^b
pH †	2,22	6,83 \pm 0,18 ^a	6,17 \pm 0,06 ^b
Ca (mg/100g) †	1,84	15,33 \pm 0,77 ^a	14,32 \pm 0,77 ^b
Mg (mg/100g) †	2,34	1,33 \pm 0,21 ^b	2,42 \pm 0,53 ^a
Na (mg/100g)	1,81	79,28 \pm 5,97 ^b	100,71 \pm 3,96 ^a
Compostos Fenólicos (mg GAE/100 g)	5,46	35,14 \pm 4,78 ^b	117,77 \pm 4,93 ^a

CV coeficiente de variação; Letras iguais na mesma linha não indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste Student *t* † e teste Student-Newman-Keuls (SNK).

Em relação a comparação entre os valores médios das variáveis analisadas entre os xaropes, a AT, Aw, Ca e Mg foram analisados pelo teste *t* ($p < 0,05$) e pH Na e CF pelo teste de SNK ($p < 0,05$). Os valores médios de Aw e pH não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3). As variáveis analisadas do xarope de polpa AT (0,12 %ácido cítrico), Mg (8,62 mg/100g) e Na (80,95 mg/100g) foram maiores quando comparados ao xarope de resíduos. Enquanto que Ca (14,09 mg/100g) e CF (146,27 mg GAE/100g) foram maiores para xarope de resíduos.

Tabela 3: Valores médios \pm desvio padrão das determinações físico-químicas do xarope elaborado com polpa (XP) e resíduo (XR) de beterraba

Parâmetros	CV (%)	Xarope Polpa	Xarope Resíduo
AT (%ácido cítrico) †	5,49	0,12 \pm 0,01 ^a	0,08 \pm 0,00 ^b
Aw †	1,12	0,9081 \pm 0,01 ^a	0,9102 \pm 0,01 ^a
pH	2,61	6,55 \pm 0,14 ^a	6,73 \pm 0,19 ^a
Ca (mg/100g) †	2,57	5,67 \pm 0,26 ^b	14,09 \pm 0,24 ^a
Mg (mg/100g) †	3,93	8,62 \pm 0,91 ^a	2,33 \pm 0,28 ^b
Na (mg/100g)	1,58	80,95 \pm 4,36 ^a	60,71 \pm 4,29 ^b
Compostos Fenólicos (mg GAE/100 g)	1,69	115,47 \pm 3,23 ^b	146,27 \pm 4,29 ^a

CV: coeficiente de variação; Letras iguais na mesma linha não indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste *t* † e teste Student-Newman-Keuls (SNK).

Produtos de origem vegetal, como a beterraba, possui elevada atividade de água, sendo que ela interfere nas velocidades de crescimento microbiano e de outras reações

envolvida na deterioração dos alimentos, indicando o grau de perecibilidade dos mesmos (FILHO et al., 2011).

Estudos relatam que o cozimento a vapor apresenta menores perdas dos nutrientes (DAIUTO et al., 2015). Além disso, por ser uma cocção mais lenta e não haver contato direto com a água pode ter evitado as perdas por lixiviação (ALVES et al., 2011). Scheibler e colaboradores (2010) em estudo com quantificação de macronutrientes em vegetais submetidos a diferentes métodos de cocção também obtiveram valores de sódio maior nos diferentes métodos do que *in natura*. Ramos e colaboradores (2007) também determinaram maiores valores de magnésio na beterraba ao passar pelo processo de cocção a vapor quando comparado a *in natura* e, quanto ao teor de cálcio também não tiveram diferença.

Em relação aos xaropes, maiores quantidades de compostos fenólicos foram determinadas para o que contém resíduos, sendo que a matéria prima pode ter influenciado, por apresentar maiores quantidades de fenólicos do que a polpa.

Machado, Pereira e Marcon (2013) em seu estudo sobre o efeito do processamento e armazenamento em compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças relataram que o aumento da temperatura auxilia na extração dos pigmentos e também na transferência da casca para polpa, se for o caso. Além disso, eles afirmaram que com o aumento da temperatura a 100°C e o maior tempo de exposição observou-se maior concentração de fenólicos, sendo que esse aumento auxilia na inativação das enzimas que degradam os compostos fenólicos, preservando-os.

Da mesma forma que os compostos fenólicos, a atividade antioxidante medida através do método DPPH, mostrou-se melhor com os extratos das matérias primas submetidos ao tratamento térmico conforme demonstrado na Tabela 4, apresentando diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para todos os parâmetros, assim como o do xarope de resíduos.

Tabela 4: Valores de EC_{50} expressos em mg/mL dos tratamentos analisados

Tratamentos/médias±desvio padrão	(EC_{50} mg/mL)
PN	62,05 ^a
PV	17,69 ^b
RN	21,29 ^a
RV	8,38 ^b
XP	32,71 ^a
XR	25,20 ^b

PN: polpa *in natura*; PV: polpa cozida à vapor; RN: resíduo *in natura*; RV: resíduo cozido à vapor; XP: Xarolpe da polpa; XR: Xarope do resíduo. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste SNK - Student-Newman-Keuls.

Estudos apontam que maiores valores de atividade antioxidante estão relacionados com a quantidade de compostos fenólicos presentes na matéria prima analisada (ABE, et al., 2007). Com isso, observa-se neste trabalho que os valores da polpa e dos resíduos da beterraba cozidos a vapor tiveram maiores quantidades de compostos fenólicos e conseqüentemente melhor atividade antioxidante observados pelos menores valores de EC_{50} . O mesmo observa-se com o xarope de resíduos em relação ao xarope de polpa.

Raupp et al. (2011) avaliaram o efeito do processamento no potencial antioxidante e conteúdo de fenólicos totais de beterraba (*Beta vulgaris* L.) e determinaram que submeter a beterraba ao processo de secagem à 100°C por 5 a 6 horas resultaram em valores mais altos na atividade antioxidante.

Os parâmetros L^* e ΔE^* de todos os tratamentos apresentaram normalidades, assim como a^* e C^* para polpa e h^* para o resíduo e o xarope. Em relação a polpa, o índice de luminosidade L^* e o ΔE não tiveram diferença estatisticamente significativa em 5% de probabilidade. O mesmo ocorreu com o índice C^* e h^* para o resíduo.

Tabela 5: Valores médios da cor da polpa e resíduo de beterraba *in natura*, cozida à vapor e em forma de xarope

Tratamentos	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	C^*	h^*
PN	25,46 ^a	5,62 ^b	-0,55 ^b	26,10 ^a	5,64 ^b	-0,1 ^b
PV	22,94 ^a	8,55 ^a	0,80 ^a	24,53 ^a	8,59 ^a	0,09 ^a
RN	23,50 ^b	1,84 ^b	1,31 ^b	23,61 ^b	1,13 ^a	0,62 ^a
RV	26,35 ^a	6,65 ^a	4,50 ^a	27,59 ^a	2,59 ^a	0,61 ^a
XP	28,86 ^a	2,28 ^a	-0,53 ^a	28,96 ^b	2,28 ^b	-0,25 ^a
XR	26,50 ^a	1,20 ^b	-0,53 ^a	26,54 ^a	8,07 ^a	-0,40 ^b

PN: polpa *in natura*; PV: polpa cozida à vapor; RN: resíduo *in natura*; RV: resíduo cozido à vapor; XP: Xarope da polpa; XR: Xarope do resíduo. Letras iguais na mesma coluna não indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste Student *t* e SNK - Student-Newman-Keuls.

A coordenada L^* refere-se à claridade do produto que vai de 0 (totalmente escura) a 100 (totalmente claro), desta forma, os valores variam de 23,50 a 26,35 para os resíduos *in natura* e cozidos a vapor, respectivamente. Em relação ao índice de saturação C^* , percebe-se que o tratamento fez com que as amostras tivessem coloração mais intensa. Herbach, Stintzing e Carle (2004) em seu estudo sobre o impacto do tratamento térmico na cor do pigmento da beterraba que os valores de C^* aumentou após o aquecimento.

A coordenada a^* , referente a cor vermelha (+) teve maiores valores quando submetidos ao processo de cocção à vapor para ambas as partes estudadas e quando se comparam os xaropes. Os valores de a^* são maiores que b^* , devido a presença das betaninas que representa a cor vermelha em 75 a 95% (CUCHINSKI; CAETANO; DRAGUNSKI, 2010).

Conforme Azeredo (2009) durante o processamento térmico, a betanina pode ser degradada por isomerização, descarboxilação ou clivagem, resultando numa redução da cor vermelha no aparecimento de um castanho claro, e ainda, a desidrogenação da betanina leva a formação da neobetanina, provocando um deslocamento para o amarelo. Este fato pode explicar a diferença significativa entre o parâmetro b^* nos tratamentos que receberam tratamento térmico.

Para Ramos e Gomide (2007) o ΔE^* , que é a representação da diferença de percepção de cor entre as amostras, deve apresentar uma variação de 0,5 a 1,5 para que não haja diferença perceptível a olho nu. Comparando a polpa *in natura* e cozida à vapor, resíduo nas mesmas condições e xarope da polpa com o xarope de resíduo obtém-se valores de ΔE^* 1,57, 3,98 e 2,42 respectivamente, o que acarreta a diferença de cor na percepção visual dos tratamentos.

4. CONCLUSÃO

O cozimento a vapor em que a polpa e o resíduo foram submetidos possibilitou a liberação de alguns compostos melhorando a quantidade de compostos fenólicos e atividade antioxidante da polpa e dos resíduos de beterraba analisados.

O xarope de resíduo, apresentou-se melhor do que a polpa de beterraba em relação a atividade antioxidante, compostos fenólicos e teor de Ca. O xarope de beterraba tanto da polpa quanto do resíduo, surge como uma possibilidade de novo produto para ser consumido juntamente com outros produtos como iogurte, pães, sorvetes e outros.

A utilização das partes não convencionais da beterraba surge como possibilidade de agregar valores a outros produtos, pois apresentam grande potencial antioxidante e boa composição mineral. Além disso, essa utilização dos resíduos surge como oportunidade de desenvolver um sistema de gestão ambiental para lidar com o excesso de resíduos agrícolas e gerar novas oportunidades para produtores rurais e fabricantes e agregando valores ao produto final.

5. Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos (DS/Capes, PIBITI e PRODOC), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto (Processo 467612/2014-5) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) pelo apoio na estrutura e financiamento deste estudo.

REFERÊNCIAS

- ABE, L. T. et al. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p. 394-400, 2007.
- AIRES, CARVALHO, R. SAAVEDRA, M. J. Reuse potential of vegetable wastes (broccoli, green bean and tomato) for the recovery of antioxidant phenolic acids and flavonoids. **International Journal of Food Science and Technology**, v.52, n.1, p. 98–107, 2017.
- ALVES, N. E. G. et al. T. Efeito dos diferentes métodos de cocção sobre os teores de nutrientes em brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n.4, p. 507-13, 2011.
- AOAC. **Association of official analytical chemists**. Official methods of analysis – AOAC International. 19th ed. Maryland, USA, 2012.
- AZEREDO, H. M. C. Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 12, p. 2365–2376, 2009.
- BACCAN, N. et al. **Química Analítica Quantitativa Elementar**. Campinas: Edgard Blucher Ltda. 2001.
- BRAND-WILLIAMS, W. et al. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm Wiss Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995
- CAMPOS, F. M. et al. Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: uma revisão. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n.4, p. 481-490, 2008.
- CUCHINSKI, A.S; CAETANO, J; DRAGUNSKI, D.C. Extração do corante da beterraba (*Beta vulgaris*) para utilização como indicador ácido-base. **Eclética química**, v.35, n.4, p. 17-23, 2010.
- DAIUTO, E. R; et al. Estabilidade dos minerais em hortaliças submetidas a diferentes métodos de cozimento. **Nativa**, v. 3, n.2, p. 102-108, 2015.
- FALLER, A. L. K; FIALHO, E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. **Revista Saúde Pública**, v. 43, n.2, p. 211-8, 2009.
- HERBACH, K. M; STINTZING, F. C; CARLE, R. Impact of thermal treatment on color and pigment pattern of red beet (*Beta vulgaris* L.) preparations. **Journal of Food Science**, v. 69, n.6, p. 491 – 498, 2004.
- KAMMERER, D.R; et al. Recovery of polyphenols from the by-products of plant food processing and application as valuable food ingredients. **Food Research International**, v.65, Part A, p. 2–12, 2014.
- LEE, W. Z. et al. Influence of different extraction conditions on antioxidant properties of soursop peel. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v.15, n.4, p. 419–428, 2016.

MACHADO, W. M; PEREIRA, A. D; MARCON, M. V. Efeito do processamento e armazenamento em compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças. **Publicatio UFPG: Ciências Exatas e da Terra, Ciência Agrária e Engenharias**, v.19, n.1, p. 17-30, 2013.

MIKOŁAJCZYK-BATOR, K; PAWLAK, S. The effect of thermal treatment on antioxidant capacity and pigment contents in separated betalain fractions. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 15, n.3, p. 257–265, 2016.

ODŽAKOVIĆ, B; et al. Effect of roasting degree on the antioxidant activity of different arabica coffee quality classes. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 15, n.4, p. 409–417, 2016.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFV, 2007. 599p.

RAUPP et al. Effect of processing on antioxidant potential and total phenolics content in beet (*Beta vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.3, p. 688-693, 2011.

RUFINO, M. do S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, n.4, p. 996-1.002, 2010.

SANTOS, A. O. **Produção de olerícolas (alface, beterraba e cenoura) sob manejo orgânico nos sistemas mandalla e convencional**. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista - Bahia, 2010.

SCHEIBLER, J. et al. Quantificação de micronutrientes em vegetais submetidos a diferentes métodos de cocção para doente renal crônico. **ConScientiae Saúde**, v. 9, n.4, p.549-555, 2010

SILVA, E. B; SILVA, E. S. Aproveitamento integral de alimentos: avaliação sensorial de bolos com coprodutos de abóbora (*Cucurbita moschata*, L.). **Revista Verde**, v. 7, n.5, p. 121 - 131, 2012.

SILVA, A. O; SILVA, E. F. F; KLAR, A. E. Eficiência de uso da água em cultivares de beterraba submetidas a diferentes tensões da água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, v.2, n.1, p. 27-36, 2013.

SLUPSKI, J. Effect of freezing and canning on the content of vitamin c in immature seeds of five cultivars of common bean (*phaseolus vulgaris* l.). **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v.10, n.2, 197-208, 2011.

SOUZA, P. D. J. et al. Análise sensorial e nutricional de torta salgada elaborada através do aproveitamento alternativo de talos e cascas de hortaliças. **Nutrição**, v. 18, n.1, p. 55-60, 2007.

ZANATTA, C.L; SCHLABITZ, C; ETHUR, E.M. Avaliação físico-química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n.3, p. 459-468, 2010.

CAPÍTULO 3: ARTIGO CIENTÍFICO

INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA DE IOGURTE ADICIONADO COM XAROPE DE RESÍDUOS E DE POLPA DE BETERRABA

Lizandra Carla Pereira de Oliveira^{1*}

Ananda Karla Nascimento Farias²

Tábata Baldus²

Edgar Nascimento²

Nágela Farias Magave Picanço¹

Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso *Campus* Cuiabá-Bela Vista, Av. Juliano da Costa Marques, s/n. Bairro Bela Vista. CEP 78050-560, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. email: carlalcpo@gmail.com*

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Av. Juliano da Costa Marques, s/n. Bairro Bela Vista. CEP 78050-560, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

RESUMO: A beterraba destaca-se por seus teores de minerais e vitaminas e apesar das suas folhas possuírem propriedades benéficas a saúde, são pouco consumidas. A adição de vegetal, como a beterraba no iogurte proporciona melhores nutrientes e benefícios à saúde. Este trabalho teve como objetivo analisar a influência do armazenamento na qualidade físico-química do iogurte concentrado. Foram avaliados a atividade antioxidante radicalar (AA) pelo método DPPH, oxidação lipídica pelo teste TBARS, cor (a^* e b^*), acidez titulável (AT), pH e atividade de água (A_w) durante 28 dias em intervalos de 14 dias, além da composição centesimal e mineral dos iogurtes. Foi analisada a correlação entre as variáveis e aquelas que apresentaram significância pelo teste F da ANOVA, foi efetuado a Regressão Linear para obtenção da equação que explicasse melhor o modelo. Observou-se forte correlação de Pearson ($r > 0,90$) entre a AT x TBARS, a^* x b^* , AA x pH e AA x A_w para o iogurte adicionado de polpa de beterraba ($p < 0,05$). Para o iogurte adicionado de xarope de resíduos de beterraba apenas TBARS x A_w teve significância. Os iogurtes mostraram uma excelente fonte de cálcio e potássio e as características físico-químicas dentro do exigido pelo PIQ de Leites Fermentados. Com base nos resultados obtidos, o iogurte adicionado com xarope de polpa e xarope de resíduos de beterraba tiveram ótimas correlações entre os parâmetros físico-químicos analisados durante os dias de armazenamento, podendo ser uma excelente opção para o mercado consumidor, visto que possuem apenas conservantes naturais.

Palavras-chave: Correlação; minerais; *Beta vulgaris* L.; xarope.

ABSTRACT: Beetroot stands out because of its contents of minerals and vitamins and, although its leaves have beneficial health properties, they are little consumed. Addition of vegetable, such as beetroots, in yogurt provides better nutrients and health benefits. This work had the aim to analyze the influence of storage on the physico-chemical quality of concentrated yogurt. For a period of 28 days at 14 days intervals, the properties evaluated were radical scavenging activity DPPH, lipidic oxidation by the TBARS test, color, titratable acidity (AT), pH and water activity (A_w), as well as the proximate and mineral composition of the yoghurts. The correlation between the variables and those that presented significance

were analyzed by the ANOVA F test. Linear Regression was performed to obtain the equation that better explained the model. It was observed a strong correlation of Pearson ($r > 0,90$) between AT x TBARS, a * x b *, AA x pH and AA x Aw for the yogurt added with beetroot pulp ($p < 0,05$). For the yogurt added with beetroot residue syrup, only TBARS x Aw had significance. The yogurts showed to be an excellent source of calcium and potassium and the physico-chemical characteristics within the required parameters by the PIQ of Fermented Milks. Based on the results obtained, the yogurt added with beetroot pulp syrup and beetroot residue syrup had excellent correlations between the physico-chemical parameters analyzed during the storage days and could be an excellent option for the consumer market, since they have only natural preservatives.

Index Terms: Correlation, minerals, *Beta vulgaris* L., syrup.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Melo e Faria (2014) a maior parte dos alimentos consumido no Brasil provem de origem vegetal, sendo que 10% são consumidos *in natura* e os outros 10% constituído por talos, folhas e cascas são descartados, apresentando um desperdício de milhões de toneladas. Devido a isso, o aproveitamento de alimentos surge como uma alternativa para acabar ou diminuir o grande desperdício dessas partes não convencionais, além de colaborar com a economia e estimular novos hábitos alimentares.

Novaes et al. (2015) relatam que estes resíduos provenientes de frutas e hortaliças, podem contribuir como fonte alternativa de nutrientes e serem utilizados como ingredientes de produtos já existentes ou para desenvolvimento de novos produtos. Além disso, estes vegetais possuem atividade antioxidante que podem atuar como agentes redutores, sequestradores de radicais livres, inibidores de enzimas e como quelantes de metais e a maioria de seus efeitos biológicos estão relacionados à atividade antioxidante (Vedana et al., 2008).

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil, chegando a ocupar a 13^o posição, em termos de valor econômico. Este vegetal destaca-se pelos teores de sais minerais e vitaminas A, B₁, B₂ e C. Além disso, as folhas das beterrabas

possuem propriedades benéficas e são tão ricas quanto a raiz em minerais e vitaminas, porém é pouco consumida na alimentação humana (Silva et al., 2011; Linhares et al., 2012).

A betalaína é o pigmento responsável pela coloração vermelho-arroxeadada da beterraba e que confere a cor atraente aos produtos, visto que a cor é o primeiro contato que o consumidor tem com o alimento, ou seja, é onde o marketing do produto começa (Granjeiro et al., 2007). Ela surge como uma alternativa natural e segura para substituir os corantes sintéticos utilizados hoje em dia e não há nenhuma limitação para ingestão diária recomendada (Neagu e Barbu, 2014). Bandyopadhyay, Chakraborty e Raychaudhuri (2008) concluíram que a beterraba tem boas atividades antioxidantes, e que pode ser comparada aos antioxidantes sintéticos como TBHQ e a combinação de BHT e BHA.

O iogurte é um produto lácteo obtido pela fermentação comumente de duas espécies de bactérias lácticas: *Lactobacillus delbruechii* subsp. *Bulgaricus* e *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus*. Estas bactérias são consideradas como ácido lácticas e possuem vários efeitos benéficos como atividade antimicrobiana e antioxidante que podem inibir a oxidação. O consumo do iogurte vem intensificando a cada ano, pois promove vários efeitos benéficos à saúde como a capacidade de restabelecer a flora intestinal do aparelho digestivo, proporciona melhor digestibilidade que o leite e rico em ácido láctico que ativa o metabolismo. (Hanifah, Arief e Budiman, 2016; Virtanen et al., 2008).

Com isso, a oferta de diversos produtos lácteos no mercado consumidor é necessária e está aumentando a cada dia. Dentre eles, destaca-se o iogurte concentrado, resultado da dessoragem do iogurte batido tradicional. O processo de dessoragem torna-o mais consistente e cremoso, com teor de sólidos, proteína e gordura superior ao tradicional (Silva et al., 2012).

A adição de polpa e/ou xarope de frutas e vegetais no iogurte não só melhoram as características sensoriais e organoléptica do produto como também o torna mais nutritivo e

benéfico à saúde. Diante disso, o objetivo neste estudo foi avaliar a influência do armazenamento na qualidade físico-química do iogurte concentrado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Elaboração do xarope e do iogurte

As beterrabas obtidas na cidade de Chapada dos Guimarães – MT (15°27'39''S, 55°45'0''W) foram obtidas em feira local de Cuiabá – MT (15°35'46'' S, 56°05'49'' W). Para o controle da qualidade do produto, as beterrabas foram sanitizadas e separadas em duas partes: aérea (talos e folhas) e a polpa com casca. Para elaboração do xarope utilizou-se a mistura em massa de 50% da matéria prima (m:m), 50% de sacarose (m:m) e 5% de água potável (m:v).

O iogurte concentrado foi preparado com leite UHT integral, 1,5% (m:v) de leite em pó (integral) para aumentar o teor de sólidos totais e 8% (m:v) de sacarose. A mistura foi levada a tratamento térmico a 92°C por 5 minutos e, em seguida resfriada até 35°C para adição de 0,2% (v:v) de fermento láctico liofilizado, composto por duas linhagens de bactérias lácticas superconcentradas – *L. bulgaricus* e *S. thermophilus* da Chr. Hansen, adquirido pela Global Foods (Goiânia e Cultura Probiótica: Bio Rich®). Os iogurtes foram incubados a 42°C até atingir pH entre 4,4 - 4,6. Após refrigerados, os iogurtes passaram pelo processo de dessoragem por 24 horas em B.O.D à 4°C até o momento das análises.

2.2 Caracterização físico-química do iogurte

Após elaboração de iogurte com concentrações de xarope de polpa entre 5, 10, 15 e 20% e xarope dos resíduos nas mesmas proporções, verificou-se que os iogurtes com 5% de xarope de polpa de beterraba e de 15% de xarope de resíduo apresentavam melhor aceitabilidade entre os 100 provadores aleatoriamente escolhidos. Para a caracterização do

iogurte foram desenvolvidos os iogurtes com 5% de xarope de polpa de beterraba e 15% de xarope de resíduo.

As variáveis atividade antioxidante radicalar pelo método DPPH, oxidação lipídica pelo teste reativo ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), cor, acidez titulável total, pH e atividade de água. foram analisadas a cada 14 dias durante 28 dias, nos tempos zero, 14 e 28, além da composição centesimal e mineral no final do período do armazenamento.

2.2.1 Atividade Antioxidante radicalar (AA) pelo método DPPH

A avaliação da atividade antioxidante radicalar pelo sequestro de radicais 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) foi realizada de acordo com metodologia proposta por Behrad et al. (2009) com modificações. Dez gramas de iogurte foram misturadas com 10 mL de água destilada (1:1, m:v), centrifugada a 7000 rpm por 40 min. Ao extrato (250µL) foi adicionado a 3mL de 60µM DPPH (Sigma - Aldrich, Germany) em etanol e a absorbância foi lida em comprimento de onda de 517nm em um espectrofotômetro UV – VIS 1800, Shimadzu). A porcentagem de inibição de DPPH foi calculada usando a Equação 1 (Mensor et al., 2001), descrita abaixo:

$$AA\% = 100 - \{[(Abs_A - Abs_B) * 100] / Abs_C\} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde Abs_A é a absorbância da amostra em solução, Abs_B é a absorbância do etanol e Abs_C é a absorbância da solução de DPPH.

2.2.2 Oxidação lipídica (TABRS)

O teste reativo ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) foi utilizado para medir o nível de oxidação, de acordo com a metodologia proposta por Rosmini et al. (1996), adaptado por Silvestre et al. (2012). A absorbância foi lida a 532nm, usando um espectrofotômetro UV – VIS 1800, Shimadzu Spectrophotometer, e a concentração de malonaldeído (MDA) foi

quantificado utilizando uma curva analítica, onde a constante K utilizada para expressar os resultados em mg de MDA/Kg da amostra, foi calculada de acordo com Tarladgis (1960).

2.2.3 Atividade de água (Aw), pH e acidez titulável em ácido láctico

A determinação da atividade de água foi realizada utilizando o equipamento AquaLab 4TE 02, conforme a AOAC (2012) método 978.18.

As medidas de pH das amostras foram feitas por potenciometria direta utilizando potenciômetro digital (HANNA instruments, modelo HI 2221) de acordo com AOAC (2012), método 943.71, e a acidez titulável foi determinada por titulometria, em termos de ácido láctico, pelo método 937.05.

2.2.4 Cor

A determinação da cor na escala L*, a* e b* do sistema CIELab, foi medida pelo aparelho colorimétrico Minolta CM-700D calibrado para um padrão branco, em três pontos distintos da amostra com três medições cada. O valor de L* determina a posição do ponto sobre o eixo vertical de luminosidade; o valor a* é do ponto sobre o eixo a* (-) verde (+) vermelho e o valor de b*, do ponto correspondente sobre o eixo, (-) azul (+) amarelo (Ramos e Gomide, 2007). A determinação ocorreu em três pontos diferentes, com três medições em cada amostra e as médias foram utilizadas para análise estatística.

2.3 Minerais

2.3.1 Cálcio e Magnésio

Para determinação do teor de cálcio, foram adicionados em um erlenmeyer de 150 mL, 5 mL do iogurte, 10 mL de EDTA 0,04 mol/L e 15 mL de NaOH 0,5 mol/L, titulados com solução de padrão de CaCO₃ 0,025mol/L usando o indicador Calcon e a parte final foi visualizada por meio da mudança de coloração de azul para rósea.

O teor de magnésio foi quantificado por meio da adição de 5 mL da amostra, 10 mL de EDTA 0,04 mol/L e 2 mL de solução tampão pH 10, titulados com solução de padrão de $MgCl_2$ 0,025 mol/L usando o indicador negro de Ericromo, no qual o ponto final foi indicado pela mudança de cor azul para roxo (BACCAN et al., 2001).

2.3.2 Decomposição da amostra por via úmida

Para digestão da amostra pesou-se 1 g para análise de potássio e 6 g para ferro. As amostras foram levadas para calcinar em forno mufla por aquecimento em rampa em intervalos de 30 minutos aumentando de 50 em 50°C até 450°C. Quando as amostras apresentaram coloração cinzas brancas ou claras, foram retiradas e levadas ao dessecador até arrefecimento. Após pesagem, foram levadas a chapa elétrica à temperatura de aproximadamente 300°C e adicionados 0,5 mL de ácido nítrico PA (65%) e 0,5 mL de ácido clorídrico PA (37%). Posteriormente, os resíduos foram dissolvidos e transferidos para um balão volumétrico de 100 mL com auxílio de água destilada deionizada até aferição do menisco (IAL, 2008).

2.3.2.1 Ferro

Em um balão de 50 mL foram adicionados, 20 mL da amostra digerida, 2,0 mL de solução de cloridrato de hidroxilamina (0,7 mol/L), 10,0 mL de 1,10 fenantrolina ($5,0 \times 10^{-3}$ mol/L) e 10,0 mL de acetato de sódio e, posteriormente completado o volume do balão volumétrico com água destilada até o menisco. Após 15 minutos para reação, as amostras foram lidas usando um espectrofotômetro Spectrum – VIS Spectrophotometer Meter (SP – 1105). Para obtenção dos dados utilizou-se a curva analítica construída com sulfato ferroso amoniacal nas concentrações de 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 mol/L ($R^2= 0,9974$ $r= 0,9989$). Metodologia seguida conforme a AOAC (2012), método 956.01.

$$y = 0,172x - 0,0072 \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

y: Absorbância do sulfato ferroso amoniacal

x: Concentração de ferro

2.3.2.2 Potássio

O padrão analítico foi preparado a partir da solução estoque de 1000 mg⁻¹ de cloreto de potássio (KCL). Para as leituras das amostras utilizou-se o fotômetro de chama da marca Digmed, modelo DM-62, com taxa de aspiração de 1,9 mL.min⁻¹ e a repetitividade em um desvio padrão de 0,04 e, posteriormente construída a curva analítica nas concentrações de 0 – 20 mg.L⁻¹ de K. Após a construção da curva analítica ($R^2 = 0,9989$ $r = 0,9994$) (Eq.3), as amostras digeridas foram diluídas em 1:3 (v:v), devido a concentração estar fora do nível de leitura. A metodologia foi realizada conforme a AOAC (2012), método 956.01.

$$y = 1,111x + 0,5607 \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde:

y: Absorbância do KCl (Cloreto de Potássio)

x: Concentração de KCl

2.3.2.3 Sódio

A determinação de sódio foi feita pela técnica de eletrodo íons seletivos, utilizando o equipamento LAQUAtwin – Horiba, calibrado com a solução de 150 mg/L (Standard solution – model Y022L).

2.4 Composição centesimal do iogurte

Foi realizada a análise de composição centesimal do iogurte elaborado com 5% de xarope de polpa e 15% de xarope de resíduo de beterraba. O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico nº 950.46, proteína por determinação de nitrogênio total realizada pelo método de Kjeldahl (método 928.08), utilizando o fator de conversão de nitrogênio em proteína de 6,38 e cinzas por incineração em mulfla a 550°C (método 920.153) (AOAC,

2012). A determinação de gordura seguiu o método de Gerber 322/IV e o teor de glicídios redutores em lactose e não redutores em sacarose foi determinado pelos métodos 432/IV e 489/IV respectivamente, ambos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.5 Análise estatística dos dados

As variáveis foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro Wilks que indicou o coeficiente de Pearson (r) como parâmetro de construção da matriz de correlação. Os valores de r encontrados foram comparados e optou-se em trabalhar somente as variáveis onde os módulos de r foram superiores a 0,50 para modelar a equação de regressão, classificando a correlação em perfeita ($r=1$), forte ($r>0,75$), moderada ($r>0,5$), fraca ($r<0,5$) e inexistente ($r=0$) (NOGUEIRA et al., 2010). Foi analisada a correlação entre as variáveis e aquelas que apresentaram significância pelo teste F da ANOVA construiu-se o modelo geral $y = a + bt$. Assim por teste de hipóteses formulou-se a hipótese nula $h_0: a = b = 0$ (onde os coeficientes da equação não apresentam diferenças significativas) e hipótese alternativa $h_1: a \neq b \neq 0$ (onde os coeficientes da equação apresentam diferenças significativas). Também foi observado o p -valor dos coeficientes para garantir um modelo adequado e considerado $p<0,05$. Utilizou-se o software R 3.3.1 para análise dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após teste de normalidade observou-se valores de $r > 0,50$ para a correlação entre AA x Aw, AA x pH, AT x TBARS, TBARS x tempo e parâmetros de cor $a^* \times b^*$, para o iogurte com adição de xarope de polpa. O iogurte com adição de xarope de resíduo apresentou forte correlação ($r > 0,75$) para AA x Aw, correlação moderada para TBARS x Aw e fraca

correlação para os parâmetros de cor a*x b*. As correlações que apresentaram valores positivo foram diretamente proporcionais enquanto que os valores negativos apresentaram correlação inversamente proporcional (Tabela 1).

Tabela 1: Correlação de Pearson (r) entre as variáveis analisadas nos iogurtes com xarope de polpa e xarope de resíduo de beterraba

Variáveis	R	Variáveis	r
Iogurte com polpa de beterraba	Coefficiente de correlação	Iogurte com resíduo de beterraba	Coefficiente de correlação
AA x Aw	-0,67	AA x Aw	0,83
AA x pH	0,75	Aw x TBARS	-0,70
AT x TBARS	0,92	AT x TBARS	0,52
a* x b*	-0,84	a* x b*	-0,18

AA: atividade antioxidante; AT: acidez titulável em ácido lático; Aw: atividade de água; a* (+vermelho); b* (amarelo);

Os coeficientes da equação de regressão linear que apresentaram significância ($p < 0,05^\dagger$) estão descritos na Tabela 2, em que pode observar a relação entre os parâmetros que apresentaram de fraca a forte correlação de Pearson e a significância da equação que representa o modelo.

Tabela 2: Equação de regressão linear obtida a partir da matriz de correlação de Pearson (r) dos iogurtes com xarope de polpa e xarope de resíduo

Variáveis	Equação de regressão	Variáveis	Equação de regressão
Iogurte PB		Iogurte RB	
Aw x AA	$Aw = 0,98 - 0,0001AA^\dagger$	Aw x AA	$Aw = 0,96 + 0,0002AA^\dagger$
pH x AA	$pH = 4,15 + 0,003AA^\dagger$	Aw x TBARS	$Aw = 0,98 - 0,01TBARS^\dagger$
AT x TBARS	$AT = 0,92 + 0,32TBARS^\dagger$	AT x TBARS	$AT = 0,95 + 0,19TBARS^\dagger$
a* x b*	$a^* = 16,26 - 0,88b^{*\dagger}$	a* x b*	$a^* = 4,09 + 0,13b^*$

PB: Iogurte adicionado de xarope de polpa de beterraba; RB: Iogurte adicionado de xarope de resíduos de beterraba AA: atividade antioxidante radicalar; AT: acidez titulável em ácido lático; Aw: atividade de água; T: Tempo; a* (vermelho); b* (amarelo); significância do coeficiente da equação a $p < 0,05^\dagger$

Através da Figura 1 e 2, observa-se que quanto maior a atividade de água menor é a atividade antioxidante radicalar do iogurte com xarope de polpa de beterraba e do xarope de resíduos de beterraba. O iogurte é um produto com alta atividade de água, o que afeta o tempo de armazenamento. A alta atividade de água interferiu diretamente a atividade antioxidante radicalar do produto.

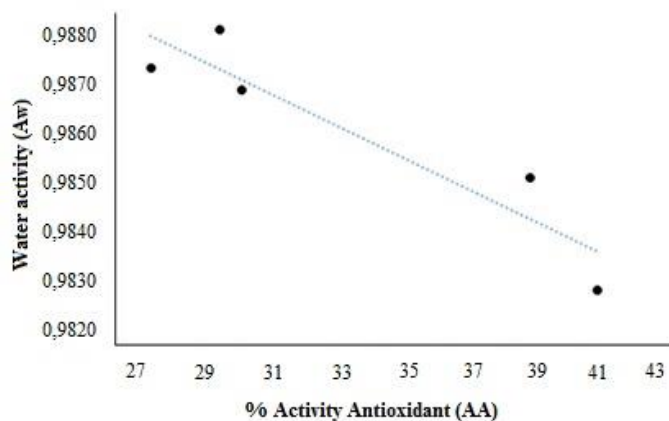


Figura 1: Relação entre a atividade de água e a atividade antioxidante radicalar do iogurte adicionado de xarope de polpa de beterraba durante o período de armazenamento

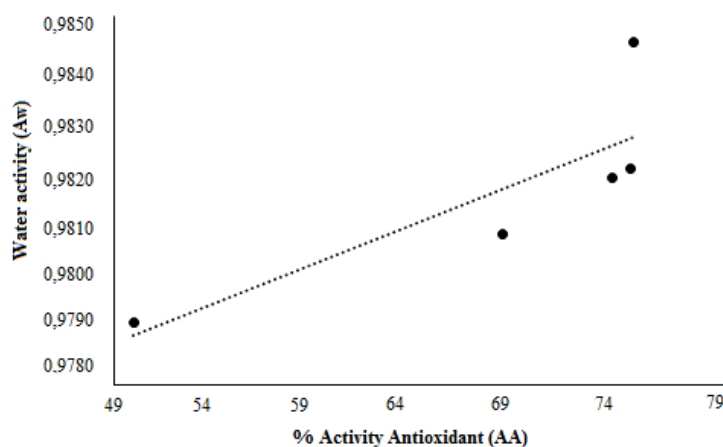


Figura 2: Relação entre a atividade de água e a atividade antioxidante radicalar do iogurte adicionado de xarope de resíduos de beterraba durante o período de armazenamento

Para Pitalua et al. (2010) a atividade de água é um dos fatores que mais influenciam na segurança e estabilidade do alimento e, juntamente com a temperatura, controla os processos físico-químicos. A adsorção de água pode levar mudanças nas propriedades antioxidantes que podem afetar a qualidade e a estabilidade dos produtos alimentares. Estudos de atividade antioxidante com frutas demonstraram que diminuindo a atividade da água a atividade antioxidante radicalar foi diretamente afetada (Patthamakanokporn et al., 2008; Damiani et al., 2013).

Segundo Afify et al. (2012) as bactérias ácido-láticas são responsáveis pela fermentação do leite em iogurte que podem reduzir o risco de câncer e o envelhecimento precoce, regular o equilíbrio da flora intestinal, atuar como antioxidante e inibir a oxidação.

Durante os dias de armazenamento observou-se um declínio na atividade antioxidante variando de 40,82 a 28,66 (%) para o iogurte com xarope de polpa de beterraba e entre 74,15 a 49,93 (%) para o iogurte adicionado com xarope de resíduo de beterraba. Yildiz e Eyduran (2009) afirmam em seu estudo que essa diminuição está atribuída à crescente degradação dos compostos fenólicos com atividade antioxidante. Por isso, é indicado o consumo do iogurte após o 7 dia de fabricação para ter benefícios de alto conteúdo de bactérias vivas e altas atividades antioxidante para efeito produtor cardiovascular.

Valores de pH também interferem na atividade antioxidante radicalar (Figura 3). A interação entre os íons de hidrogênio com o radical gerado poderia ocasionar a descoloração interferindo na leitura da atividade antioxidante (Damiani et al., 2013).

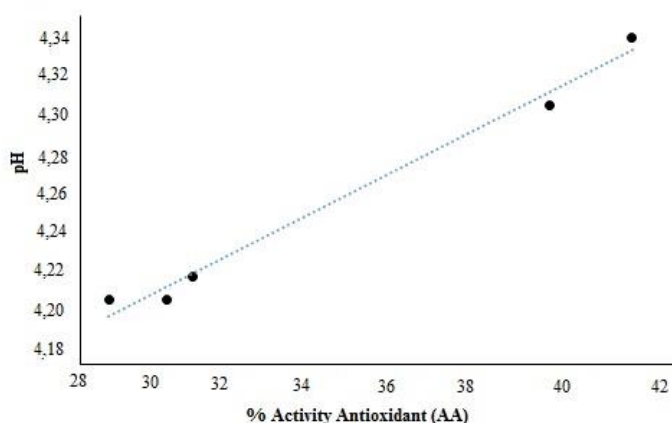


Figura 3: Relação entre pH e a atividade antioxidante radicalar do iogurte adicionado de xarope de polpa de beterraba

O pH é a medida da concentração de H^+ contribuída pela produção de ácidos orgânicos por bactérias ácido-láticas. Quando os teores de ácido lático aumentam, os níveis de pH correspondente diminuem durante a fermentação. Nessas condições, a atividade

proteolítica produz aminoácidos e pequenos peptídeos que estimulam o crescimento do *S. thermophilus* (Amirdivani e Baba, 2011). Conforme Farvin et al. (2010) as frações de iogurte contêm peptídeos e/ou proteínas com resíduos de aminoácidos que podem atuar como doadores de elétrons e reagem com radicais livres para converter em produtos estáveis. Subsequente, outros péptidos, derivados de caseínas e outras fontes de proteína, mostraram atividade de eliminação de radical DPPH.

A betalaína é o pigmento responsável pela coloração característica da beterraba. Ela está sendo utilizada na indústria de alimentos como uma alternativa natural e segura para os corantes sintéticos usados hoje em dia (Neagu e Barbu, 2014). Além disso, a betalaína possui ótima atividade antioxidante e com pH na faixa entre 4 e 5 são estáveis, colaborando com essa atividade (Cuchinski, Caetano e Dragunski, 2010).

Os valores de pH do estudo de Santillán-Urquiza, Méndez-Rojas e Véles-Ruiz (2017) sobre fortificação de minerais em iogurte, assim como este trabalho tiveram uma tendência em diminuir nos 28 dias de armazenamento, sendo que para iogurte adicionado com xarope de polpa de beterraba o pH variou entre 4,33-4,21 enquanto que o iogurte adicionado com xarope de resíduos variou entre 4,33-4,17.

A acidez titulável interferiu diretamente na formação de malonaldeído, medidos pelo método TBARS. Quanto maior a liberação do ácido láctico pelas bactérias lácticas, maior a geração do malonaldeído (Figura 4 e 5).

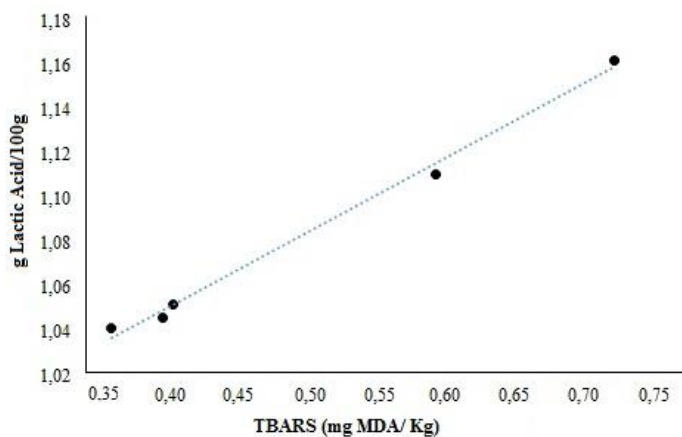


Figura 4: Relação entre a acidez titulável em ácido láctico e a oxidação lipídica (mg de malonaldeído/kg de amostra) do iogurte adicionado de xarope de polpa de beterraba

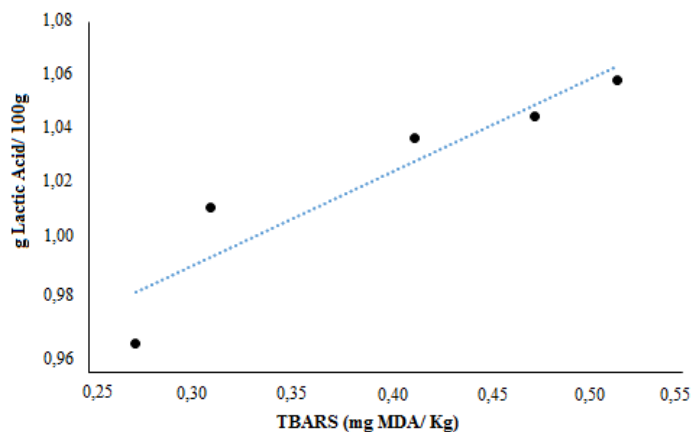


Figura 5: Relação entre a acidez titulável em ácido láctico e a oxidação lipídica (mg de malonaldeído/kg de amostra) do iogurte adicionado de xarope de resíduos de beterraba

Os produtos lácteos como o iogurte concentrado são ricos em ácidos graxos poliinsaturados e são facilmente oxidados por oxigênio ao longo do tempo. Alterações causadas nos produtos lácteos incluem não a perda do sabor como também a perda de cor, valor nutritivo e compostos que podem ser prejudiciais aos consumidores (Gad e Sayd, 2015).

Com isso, segundo McClements e Decker (2000) um dos meios mais eficazes de para retardar a oxidação lipídica do alimento é a incorporação de antioxidantes. Estes antioxidantes trabalham por uma variedade de método diferente incluindo o controle de

substratos da oxidação (lipídeos e oxigênio), controle de pró-oxidantes e inativação de radicais livres.

A combinação de fatores como pH baixo, temperatura de armazenamento baixa e a vida útil relativamente curta favorece a lipólise que pode causar alterações negativas no sabor do iogurte (Abbas, Hussien e Ibrahim, 2016). Além disso, o processo de oxidação pode ser catalisado pela luz, calor, enzimas, metais e microrganismos que levam ao desenvolvimento de *off-flavor*.

Os valores de acidez em ácido láctico tiveram um aumento durante os 28 dias de armazenamento, sendo que para o iogurte adicionado com xarope de polpa variou entre 1,04 a 1,16 e com xarope de resíduos de beterraba variou entre 0,97 a 1,06 g de ácido láctico/100g. Estes resultados de ambos os iogurtes estão dentro do permitido pelo Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) de Leites Fermentados que exige de 0,6 a 1,5 g de ácido láctico/100g (Brasil, 2001).

A relação entre os parâmetros de cor a^* e b^* do iogurte adicionado com xarope de polpa de beterraba está descrito na Figura 6.

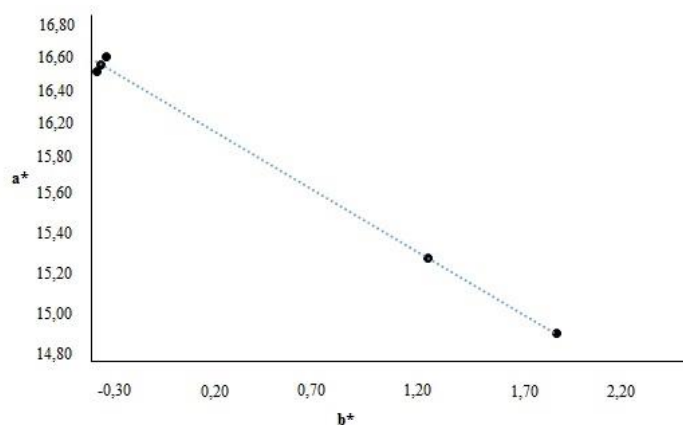


Figura 6: Relação entre os parâmetros de cor a^* e b^* do iogurte adicionado de xarope de polpa de beterraba

A betalaína é subdividida em dois grupos: a betacianina (vermelho-violeta) e a betaxantina (amarelo-alaranjado). Durante os dias analisados, mostrou-se uma forte

correlação inversamente proporcional entre a* (vermelho) e b*(amarelo), provavelmente a cor rósea característica das betacianina foi degradada para tons amarelos (betaxantina), o que também foi observado em trabalho desenvolvido por Mello et al. (2015). Outro fator que pode estar relacionado é a degradação da betanina, que resulta numa redução da cor vermelha no aparecimento de um castanho claro, e ainda também, a desidrogenação da betanina leva a formação da neobetanina, provocando um deslocamento para o amarelo (Azeredo, 2009).

Em relação ao iogurte adicionado de xarope de resíduo de beterraba, apenas a relação entre atividade de água e TBARS foram estatisticamente significativos a $p < 0,05$ (Figura 7).

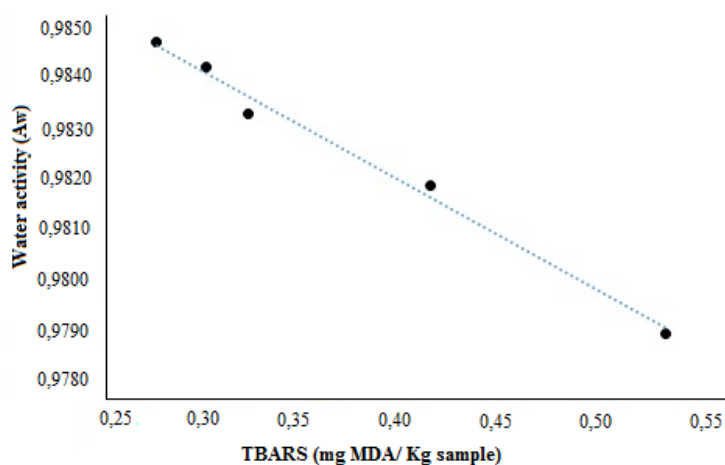


Figura 7: Relação entre a atividade de água e a oxidação lipídica, medida em malonaldeído (mg) por Kg da amostra pelo teste TBARS do iogurte adicionado de xarope de resíduo de beterraba

Conforme Mestdagh et al. (2011) os produtos lácteos como o iogurte são susceptíveis à oxidação induzida pela luz devido à presença do fotossensibilizador riboflavina. Esta vitamina após a excitação produz radicais livres ou oxigênio singleto muito reativo afetando a qualidade do produto e degradação de nutrientes valiosos. As gorduras lácteas e proteínas são os principais alvos para a foto-oxidação.

Entender o mecanismo pela qual a oxidação lipídica prossegue, permite que os fabricantes desenvolvam estratégias eficazes para retardar este processo (McClements e Decker, 2000). O processo de fermentação ainda ocorre durante o armazenamento do iogurte,

com isso há um aumento na acidez titulável e um declínio do pH, o que pode favorecer a degradação da betalaína, alterando a cor e também sua capacidade antioxidante, tornando o alimento mais propício a oxidação.

3.1 Minerais

Observa-se que mesmo com menor concentração de xarope, o iogurte adicionado com xarope de polpa apresentou teores mais elevados de cálcio (Ca) (Tabela 3).

Tabela 3: Valores médios \pm desvio padrão dos teores dos minerais dos iogurtes adicionado de xarope de polpa e xarope de resíduo de beterraba

Minerais/Iogurte (mg/100g)	Iogurte Natural	Iogurte adicionado de xarope PB	Iogurte de xarope adicionado de RB
Cálcio (Ca)	90,84 \pm 1,15	132,15 \pm 2,65	105,98 \pm 0,91
Magnésio (Mg)	18,01 \pm 1,28	9,44 \pm 0,89	24,39 \pm 0,99
Sódio (Na)	44,16 \pm 3,73	51,38 \pm 4,13	81,94 \pm 3,88
Potássio (K)	50,94 \pm 2,06	72,99 \pm 2,81	86,49 \pm 2,06
Ferro (Fe)	7,52 \pm 0,1	7,83 \pm 0,2	8,03 \pm 0,08

PB: polpa de beterraba; RB: resíduo de beterraba

Em relação ao magnésio observa-se que houve uma diminuição no teor do mineral quando adicionado o xarope com polpa de beterraba. Segundo Soares et al. (2015) existem fatores inibidores do processo de absorção do magnésio, como a presença de alimentos ricos oxalatos, fibras alimentares e promotores como lactose e carboidratos.

Mbaeyi-Nwaoha, Elizabeth e Onyinyechi (2012) em seu estudo sobre produção e avaliação de iogurte aromatizado com beterraba (*Beta vulgaris* L.) determinaram a composição mineral (Ca, Mg, Na e K) do iogurte em diferentes concentrações de beterraba e observou-se que no presente estudo os teores de minerais foram superiores.

Zamberlin et al. (2012) determinou em seu estudo sobre o teor de minerais em iogurtes valores de 200, 19, 80 e 280 mg/100 de Ca, Mg, Na e K respectivamente, valores próximos ao iogurte adicionado com xarope de resíduo de beterraba. Além da adição de

xarope, a composição do leite UHT integral e do leite em pó podem interferir na quantidade de minerais.

Santillán-Urquiza, Méndez-Rojas e Véles-Ruiz (2017) afirmam que o iogurte é um produto rico em nutrientes como cálcio e proteínas de alta qualidade, porém o teor de ferro é muito baixo e devido a isso utilizam fontes ricas em ferro para fortificação do produto. Autores como Gutiérrez et al. (2016) relatam que a fortificação de produtos lácteos sempre foi considerada uma das melhores abordagens para prevenir distúrbios de deficiência de ferro e suas propriedades dependem tanto do tipo de fonte mineral quanto da quantidade de composto adicionado. A quantidade de ferro em produtos lácteos como o iogurte concentrado, pode estar relacionado com o xarope e/ou polpa adicionado no produto, no caso a beterraba, e o leite em pó, que geralmente é fortificado com ferro em sua composição.

Passa et al. (2015) afirma que apesar do iogurte ter uma composição nutricional semelhante ao leite, devido os procedimentos de fabricação específicos e fermentação do leite, ele contém menos lactose, mais proteínas e uma maior concentração de minerais como cálcio e potássio do que os outros produtos lácteos. Esses minerais comparado com leite são mais altas em iogurte em quase 50% (Cano-Sancho et al., 2015).

3.2 Composição centesimal

O processo de dessoragem em que o iogurte é submetido faz com que o mesmo aumente os sólidos totais, concentrando o teor de proteína e gordura. Desta forma, pode-se observar na Tabela 4 que os três tipos de iogurte tiveram o dobro de gordura quando comparado aos integrais tradicionais, que apresentam aproximadamente 3%. O mesmo ocorreu com a proteína que apresentou valores superiores, especialmente o natural com a média de $7,27 \pm 0,021$.

Tabela 4: Composição centesimal de iogurte natural, adicionado de xarope de polpa e resíduo de beterraba (g/100g) (média \pm desvio padrão).

Parâmetros/Tratamento (Média \pm desvio padrão)	Natural	Xarope de polpa	Xarope de Resíduo
Umidade	73,91 \pm 0,02	73,82 \pm 0,04	72,63 \pm 0,05
Cinzas	0,99 \pm 0,003	0,99 \pm 0,001	0,99 \pm 0,001
Proteína	7,27 \pm 0,021	6,45 \pm 0,073	5,76 \pm 0,043
Gordura	6,83 \pm 0,28	6,33 \pm 0,28	6,23 \pm 0,28
Glicídios redutores em lactose	3,45 \pm 0,04	3,37 \pm 0,07	3,27 \pm 0,10
Glicídios não redutores em sacarose	6,27 \pm 0,03	7,91 \pm 0,09	9,74 \pm 0,04

A quantidade total de glicídios no iogurte adicionado xarope de resíduo foi de 13,01%, considerando os glicídios redutores em lactose e não redutores em sacarose, em uma adição de 15% de xarope. Os teores de cinzas determinado não variou com ou sem adição de xarope e para umidade menores valores foram determinados para o iogurte adicionado com xarope de resíduo de beterraba.

Mbaeyi-Nwaoha, Elizabeth e Onyinyechi (2012) avaliando iogurte aromatizado com beterraba observou que a quantidade superior de umidade em relação ao estudo destes autores é explicada devido o iogurte ser o batido e não concentrado. Porém, observa-se que a proteína foi superior mesmo não sendo concentrado.

4. CONCLUSÃO

O iogurte adicionado com xarope de polpa e xarope de resíduos de beterraba tiveram ótimas correlações entre os parâmetros físico-químicos analisados durante os dias de armazenamento, mostrando que um fator tem forte influência no outro para manter as propriedades do iogurte durante sua vida útil.

A adição da beterraba ao iogurte contribuiu para melhorar a atividade antioxidante, além de manter o iogurte com suas características físico-químicas dentro do Padrão de Identidade e Qualidade de leites fermentados exigido pela legislação o que é importante por se tratar de um produto com adição de conservantes naturais. A adição desses xaropes de

beterraba também colaborou para uma excelente composição mineral, destacando-se na quantidade de Cálcio e Potássio.

5. Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto (Processo 467612/2014-5) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) pelo auxílio e a FATEC – SENAI pela disponibilização do espaço para a análise de Potássio. As professoras Dr^a Adriana Paiva de Oliveira e Dr^a Erika Cristina Rodrigues pela ajuda nas análises do presente estudo.

REFERÊNCIAS

ABBAS, H. M; HUSSIEN, A. M. S; IBRAHIM, G. E. Changes in antioxidant activity and volatile compounds of functional yoghurt fortified with rice bran during storage. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, 8(7):761-766, 2016.

AFIFY, A. E. M. R. et al. Antioxidant activity and biological evaluations of probiotic bacteria strains. **International journal of academic research**, 4(6):.131-139, 2012.

AOAC. Association of official analytical chemists. Official methods of analysis – AOAC International. 19th ed. Maryland, USA, 2012.

AZEREDO, H. M. C. Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. **International Journal of Food Science and Technology**, 44: 2365–2376, 2009.

BACCAN, N. et al. **Química Analítica Quantitativa Elementar**. Campinas: Edgard Blucher Ltda. 2001.

BANDYOPADHYAY, M. CHAKRABORTY, R. RAYCHAUDHURI, U. Antioxidant activity of natural plant sources in dairy dessert (Sandesh) under thermal treatment. **Food Science and Technology**, 41: 816–825, 2008.

BEHRAD, S., et al. Manipulation of probiotics fermentation of yogurt by cinnamon and licorice: effects on yogurt formation and inhibition of *Helicobacter Pylori* growth in vitro. **International Journal Food Science and Nutrition**, 3(12): 563-567, 2009.

CANO-SANCHO, G. et al. Comparison of the nutritional composition and the concentrations of various contaminants in branded and private label yogurts. **Journal of Food Composition and Analysis**, 42 (2015) 71–77

CUCHINSKI, A. S; CAETANO, J; DRAGUNSKI, D. C. Extração do corante da beterraba (*Beta vulgaris*) para utilização como indicador ácido-base. **Eclética Química**, 35(4): 17-23, 2010.

DAMIANI, C. et al. Changes in the physicochemical and microbiological properties of frozen araçá pulp during storage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 33 (Supl 1): 19-27, 2013.

FARVIN, K. H. S. et al. Antioxidant activity of yoghurt peptides: Part 2 – Characterisation of peptide fractions. **Food chemistry**, 123: 1090-1097, 2010.

GAD; A. S; SAYD, A. F; Antioxidant properties of rosemary and its potential uses as natural antioxidant in dairy products—a review. **Food and Nutrition Sciences**, 6(1): 1-14, 2015.

GRANGEIRO, L. C; et al. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência e Agrotecnologia**, 31 (2): 267-273, 2007.

GUTIÉRREZ, G. et al. Iron-entrapped niosomes and their potential application for yogurt fortification. **Food Science and Technology**, 74: 550-556, 2016.

HANIFAH, R; ARIEF, I. I; BUDIMAN, C. Antimicrobial activity of goat milk yoghurt with addition of a probiotic *Lactobacillus acidophilus* IIA - 2B4 and roselle (*Hibiscus sabdariffa* L) extract. **International Food Research Journal**, 23(6): 2638-2645, 2016.

LINHARES, P. C. F. et al. Beterraba fertilizada sob diferentes doses de palha de carnaúba incorporada ao solo. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, 8(4): 71-76, 2012.

MBAEYI-NWAOHA, ELIZABETH, I; ONYINYECHI, N. G; Production and Evaluation of Yoghurt Flavoured with Beetroot (*Beta vulgaris* L.). **Journal of Food Science and Engineering**, 2: 583-592, 2012.

McCLEMENTS, D. J; DECKER, E. A. Lipid Oxidation in Oil-in-Water Emulsions: Impact of Molecular Environment on Chemical Reactions in Heterogeneous Food Systems. **Journal of food Science**, 65(8): 1270-1281, 2000.

MELO, C. M. T; FARIA, J. V. Composição centesimal, compostos fenólicos e atividade antioxidante em partes comestíveis não convencionais de seis olerícolas. **Bioscience Journal**, 30(1): 93-100, 2014.

MELLO, F. R. et al. Antioxidant properties, quantification and stability of betalains from pitaya (*Hylocereus undatus*) peel. **Ciência Rural**, 45(2): 323-328, 2015.

MENSOR, L. L. et al. Screening of brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, 15(2): 127-130, 2001.

MESTDAGH, F. et al. Interaction between whey proteins and lipids during light-induced oxidation, Food Chemistry, 126(3): 1190-1197, 2011.

NEAGU, C; BARBU, V. Principal component analysis of the factors involved in the extraction of beetroot betalains. **Journal of Agroalimentary Processes and Technologies**, 20(4), 311-318, 2014.

NOVAES, M. D. S; et al. Composição proximal e mineral de biscoitos tipo amanteigado enriquecidos com diferentes farinhas de casca de frutas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 74(4): 390-8, 2015.

PASSA, G. et al. Probability and amounts of yogurt intake are differently affected by sociodemographic, economic, and lifestyle factors in adults and the elderly—results from a population-based study. **Nutrition Research**, 35: 700-706, 2015.

PATTHAMAKANOKPORN, O. et al. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, 21: 241-248, 2008.

PITALUA, E; et al. Antioxidative activity of microcapsules with beetroot juice using gum Arabic as wall material. **Food and Bioproducts Processing**. 88: 253–258, 2010.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFV, 2007. 599p.

ROSMINI, M. R. et al. TBA Test by an Extractive Method Applied to ‘Pat’. **Meat Science**, v. 42(1): 103-110, 1996.

SANTILLÁN-URQUIZA, E; MÉNDEZ-ROJAS, A. M; VÉLEZ-RUIZ, J. F. Fortification of yogurt with nano and micro sized calcium, iron and zinc, effect on the physicochemical and rheological properties. **Food Science and Technology**, 80: 462-469, 2017.

SILVA, L. C. et al. Aspectos microbiológicos, ph e acidez de iogurtes de produção caseira comparados aos industrializados da região de Santa Maria – RS. **Disc. Scientia: Ciências da Saúde**, 13(1): 111-120, 2012.

SILVA, M. L. et al. Produção de beterraba fertilizada com jitrana em diferentes doses e tempos de incorporação ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 15(8): 801–809, 2011.

TARLADGIS, B. G. et al. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of the American Oil Chemists’ Society**, 7: 44–48, 1960.

VEDANA, M. I. et al. Efeito do processamento na atividade antioxidante da uva. **Alimentos e Nutrição**, 19(2): 159-165, 2008.

VIRTANEN, T; PIHLANTO, A; AKKANEN, S; KORHONEN, H. Development of antioxidante activity in milk whey during fermentation with lactic acid bactéria. **Journal of Applied Microbiology**, 1002:106-115, 2006.

YILDIZ, O; EYDURAN S. P. Functional components of berry fruits and their usage in food technologies. **African Journal of Agricultural Research**, 4:422–426, 2009.

ZAMBERLIN, S. et al. Mineral elements in milk and dairy products. **Mljekarstvo**, 62 (2): 111-125, 2012.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Escopo e política

A publicação de artigos dependerá da observância das Normas Editoriais, dos pareceres do Corpo Editorial e da Comissão *ad hoc*. Todos os pareceres têm caráter sigiloso e imparcial, e tanto os autores quanto os membros do Corpo Editorial e/ou Comissão *ad hoc* não obtêm informações identificadoras entre si.

Forma de preparação dos manuscritos

1. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

2. A *Ciência e Agrotecnologia* é uma revista científica, editada bimestralmente pela Editora da Universidade Federal de Lavras (Editora UFLA). Publica artigos científicos elaborados por membros da comunidade científica nacional e internacional, nas áreas de Ciências Agrárias, Zootecnia e Medicina Veterinária, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Economia e Administração do Agronegócio e Engenharia Rural. É condição fundamental que os artigos submetidos não tenham sido e nem serão publicados simultaneamente em outro periódico. Com a aceitação do artigo para publicação, a revista adquire amplos e exclusivos direitos sobre o artigo para todas as línguas e países.

3. **Processo para publicação de artigos:** O artigo é inicialmente avaliado pelo Conselho Editorial quanto à relevância, comparativa a outros artigos da área de conhecimento submetidos para publicação. Apresentando relevância comparativa, o artigo é avaliado por consultores 'ad hoc' para emitirem seus pareceres. Aprovado por consultores, caso necessário, o artigo é enviado ao autor correspondente para atendimento das correções e/ou sugestões. Caso as correções não sejam retornadas no prazo solicitado, a tramitação do artigo será automaticamente cancelada. O não atendimento às solicitações dos consultores sem justificativas também leva ao cancelamento automático do processo de publicação do artigo. Após a aprovação das correções, o artigo é revisto quanto à nomenclatura científica, inglês, referências bibliográficas e português (resumo), sendo a seguir encaminhado para diagramação e publicação.

4. **Custo para publicação:** O custo da publicação é de R\$60,00 (sessenta reais) por página editorada (página impressa no formato final) até seis páginas e R\$120,00 (cento e vinte reais) por página adicional. No encaminhamento inicial, deve-se efetuar o pagamento de R\$120,00 (cento e vinte reais), **não reembolsável**, valor esse a ser descontado no custo final do artigo editorado (formato final). Por ocasião da submissão, deverá ser encaminhado o comprovante de depósito ou transferência bancária a favor de Fundecc/Livraria, Banco do Brasil, agência 0364-6, conta corrente 75.353-X. O comprovante de depósito ou de transferência bancária deve ser anexado no campo "**File Upload**".

5. O artigo deverá ser encaminhado via **eletrônica** (www.editora.ufla.br), editados em **língua inglesa** e deve-se usar somente nomenclaturas oficiais e abreviaturas consagradas. O artigo deverá ser digitado no processador de texto **Microsoft Word para Windows**, tamanho A4 (21cm x 29,7cm), espaço duplo entre linhas, fonte: Times New Roman, tamanho 12, observada uma margem de 2,5 cm para o lado esquerdo e de 2,5 cm para o direito, 2,5 cm para margem superior e inferior, 2,5 cm para o cabeçalho e 2,5 cm para o rodapé. Cada artigo deverá ter no **máximo 25 páginas** e junto do mesmo deverá ser encaminhado ofício dirigido ao Editor Chefe, solicitando a publicação. Esse ofício deverá ser assinado por todos os autores, constando nome dos autores sem abreviação, a titulação e o endereço profissional completo (rua, nº, bairro, caixa postal, cep, cidade, estado, país e e-mail). Ao submeter o artigo, esse ofício deverá ser anexado no campo "**Cover Letter**". Qualquer futura inclusão, exclusão ou alteração na ordem

dos autores deverá ser notificada mediante ofício assinado por todos os autores (inclusive do autor excluído, se o caso).

6. O **artigo** deverá conter os seguintes tópicos: a) **Título** (em letras maiúsculas) **em inglês e português**, escrito de maneira clara, concisa e completa, sem abreviaturas e palavras supérfluas. Recomenda-se começar pelo termo que represente o aspecto mais importante do trabalho, com os demais termos em ordem decrescente de importância; b) **NOME(S) DO(S) AUTOR(ES)** listado(s) no lado direito, um debaixo do outro, **sendo no máximo 6** (seis); c) **ABSTRACT** não deve ultrapassar **250** (duzentos e cinquenta) palavras e estar em um único parágrafo. **Deve conter pelo menos, breve introdução, objetivo(s) e resultados mais importantes;** d) **INDEX TERMS** contendo entre 3 (três) e 5 (cinco) palavras-chave em inglês que identifiquem o conteúdo do artigo, diferentes daquelas constantes no título e separadas por vírgula; e) **RESUMO** (versão em português do abstract); f) **TERMOS PARA INDEXAÇÃO** (versão em português dos index terms); g) **INTRODUCTION** (incluindo a revisão de literatura e objetivo); h) **MATERIAL AND METHODS;** i) **RESULTS AND DISCUSSION** (podendo conter tabelas e figuras); j) **CONCLUSION(S);** k) **ACKNOWLEDGEMENT(S)** (opcional) com estilo sério e claro, indicando as razões dos agradecimentos; l) **REFERENCES** (sem citações de teses, dissertações e/ou resumos de congressos e de outros eventos).

7. **RODAPÉ:** Deve constar formação, instituição de vínculo empregatício, contendo endereço profissional completo (rua, número, bairro, Cx. P., CEP, cidade, estado, país e e-mail) do autor correspondente. Os demais autores devem informar o endereço profissional, cidade, estado e país.

8. **TABELAS:** Deverão ser providas de um título claro e conciso e construídos de modo a serem auto-explicativos. Não deverão usar linhas verticais. As linhas verticais devem aparecer para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma ao final da tabela. A tabela deve ser feita utilizando-se Microsoft Word (TABELA/INSERIR TABELA), no qual cada valor deve ser inserido em células distintas, estando centralizado e alinhado.

9. **Caso o artigo contenha fotografias, gráficos, figuras, símbolos e fórmulas, essas deverão obedecer às seguintes normas:**

Observação: Além de inseridas, no texto após a citação, foto, figura e gráficos deverão ser enviados em arquivos separados anexados no campo "manuscript files".

9.1 **Fotografias** podem ser **coloridas ou em preto e branco**, nítidas e com contraste, inseridas no texto, após a citação das mesmas, **salvas em extensão "TIFF" ou "JPEG" com resolução de 300 dpi**. Na versão impressa da revista, as fotografias sairão em **preto e branco**.

9.2 **Figuras** podem ser **coloridas ou em preto e branco**, nítidas e com contraste, inseridas no texto, após a citação das mesmas, **salvas em extensão "TIFF" ou "JPEG" com resolução de 300 dpi**. As figuras deverão ser elaboradas com letra **Times New Roman, tamanho 10, sem negrito, sem caixa de textos e agrupadas**. Na versão impressa da revista, as figuras sairão em **preto e branco**.

9.3 **Gráficos** deverão ser inseridos no texto após a citação dos mesmos. Esses deverão ser elaborados preferencialmente em Excel, com letra Times New Roman, tamanho 10, **sem negrito, salvos em extensão XLS e transformados em TIFF ou JPG**, com resolução de 300 dpi.

9.4 **Símbolos e Fórmulas Químicas** deverão ser feitos em processador que possibilite a formatação para o programa **Adobe InDesign CS6** (ex: MathType), sem perda de suas formas originais.

10. CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA NO CORPO DO TEXTO: PELO SISTEMA ALFA BÉTICO (AUTOR-DATA)

Dois autores: Silva and Leão (2014).

Três autores: Silva, Pazeto and Vieira, (2013).

Mais de três autores: Ribeiro et al. (2014).

Obs.: Quando dois autores de uma mesma obra forem citados na sentença, deve-se separá-los por (and), se não incluídos na sentença separá-los por ponto e vírgula (;). Se houver mais de uma citação no mesmo texto, deve-se apresentar os autores em ordem alfabética dos sobrenomes, seguidos pela data e separados por ponto e vírgula (;), por exemplo: Araújo (2010); Nunes Junior (2011); Pereira (2012) and Souza (2013).

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: A exatidão das referências constantes da listagem e a correta citação no texto são de responsabilidade do(s) autor(es) do artigo.

Orientações gerais:

- O nome do periódico deve ser descrito por extenso e em negrito.
- Em todas as referências deve-se apresentar volume, número entre parênteses, página inicial e final e ano de publicação.
- As referências devem ser ordenadas alfabeticamente e "alinhas à margem esquerda". Deve-se deixar espaçamento simples nas entrelinhas e duplo entre as referências.

EXEMPLIFICAÇÃO (TIPOS MAIS COMUNS):

ARTIGO DE PERIÓDICO:

-Até três autores:

PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. Sensomaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, 37(3):199-201, 2013.

-Mais de três autores:

MENEZES, M. D. de et al. Digital soil mapping approach based on fuzzy logic and field expert knowledge. **Ciência e Agrotecnologia**, 37(4):287-298, 2013.

LIVRO:

a) Livro no todo:

FERREIRA, D.F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora UFLA, 2008. 672p.

b) Capítulo de livro com autoria específica:

BERGEN, W.G.; MERKEL, R.A. Protein accretion. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. **Growth regulation in farm animals**: advances in meat research. London: Elsevier Science, 1991. v.7, p.169-202.

c) Capítulo de livro sem autoria específica:

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. Tecido muscular. In: _____. **Histologia básica**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 524p.

DISSERTAÇÃO E TESE:

Não utilizar citações de dissertações e teses.

TRABALHOS DE CONGRESSO E de OUTROS EVENTOS:

Não utilizar citações de trabalhos de congressos e de outros eventos.

DOCUMENTOS ELETRÔNICOS:

As obras publicadas somente *online* são referenciadas conforme normas específicas para cada tipo de documento, **acrescidas de informações sobre o endereço eletrônico apresentado entre braquetes (< >), precedido da expressão "Available in:" e da data de acesso ao documento, precedida da expressão "Access in:"**. Nota:

"Não se deve referenciar material eletrônico de curta duração, na internet. Segundo padrões internacionais, a divisão de endereço eletrônico, no fim da linha, deve ocorrer sempre após barra (/).

a) Livro no todo

TAKAHASHI, T. (Coord.). **Tecnologia em foco**. Brasília, DF: Socinfo/MCT, 2000. Available in: <<http://www.socinfo.org.br>>. Access in: August, 22, 2000.

b) Parte de livro

TAKAHASHI, T. Mercado, trabalho e oportunidades. In: _____. **Sociedade da informação no Brasil**: livro verde. Brasília, DF: Socinfo/MCT, 2000. cap.2. Available in: <<http://www.socinfo.gov.br>>. Access in: August, 22, 2000.

c) Artigo de periódico (acesso online):

AVELAR, A.E.de; REZENDE, D.C.de. Hábitos alimentares fora do lar: um estudo de caso em Lavras MG. **Organizações Rurais & Agroindustriais**. 15(1):137-152, 2013. Available in: <<http://revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/652>> Access in: August, 18, 2014.